Encontro Nacional do Programa de Formação de Recursos Humanos da ANP - 2026

CARACTERIZAÇÃO DA PERMEABILIDADE E DA ESPECTROMETRIA DE RAIOS GAMA DE ROCHAS TESTEMUNHO DA FORMAÇÃO BARRA VELHA, BACIA DE SANTOS

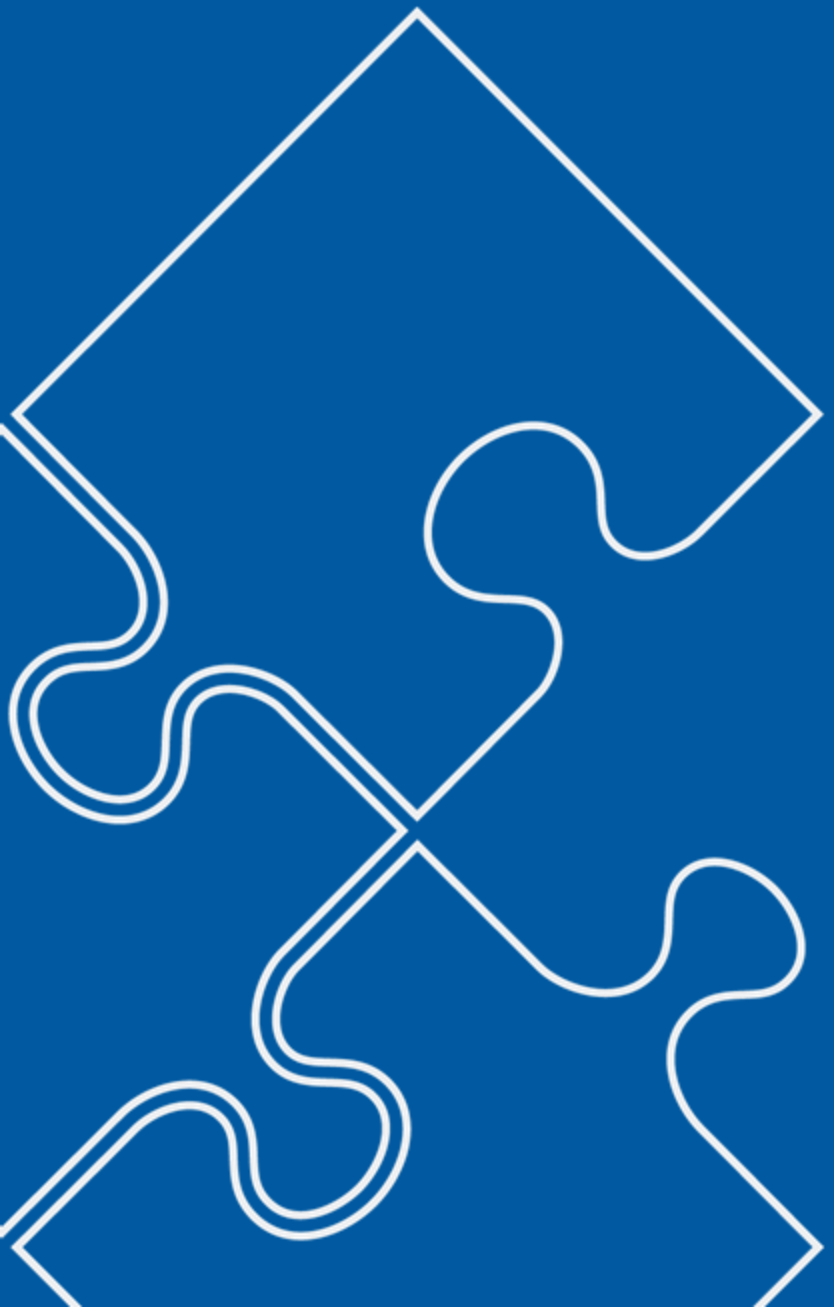
Bolsista: Thaís Andrade do Nascimento; Orientador: Alexandre Campane Vidal

PRH 19/UNICAMP

Tipo de bolsa: Graduação

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Gestão:



ÁREA I – EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL (Onshore e Offshore)

CONTEXTO E OBJETIVOS

- **Pré-sal:** principal fronteira de óleo e gás no Brasil – reservatórios carbonáticos de alta heterogeneidade

- **Objetivos:** integrar **permeabilidade e gamaespectrometria** (K, U e Th) obtidos em testemunhos de rocha provenientes da Formação Barra Velha (Bacia de Santos) – geológica e petrofísicamente uma sucessão típica do pré-sal.

POÇO A

Tamanho analisado: 48,25 metros

Fácies encontradas:

MSP → Muddy spherulstone
MUD → Mudstone
SPH → Spherulstone
MCB → Microbialite
MSH → Muddy shrubstone
SSP → Shrub-spherulstone
CSS → Calcarenite
RCS → Rudaceous Calcarenite
CRD → Calcirudite
SHR → Shrubstone
NR → Not Recovered
RV → Reworked Volcanics

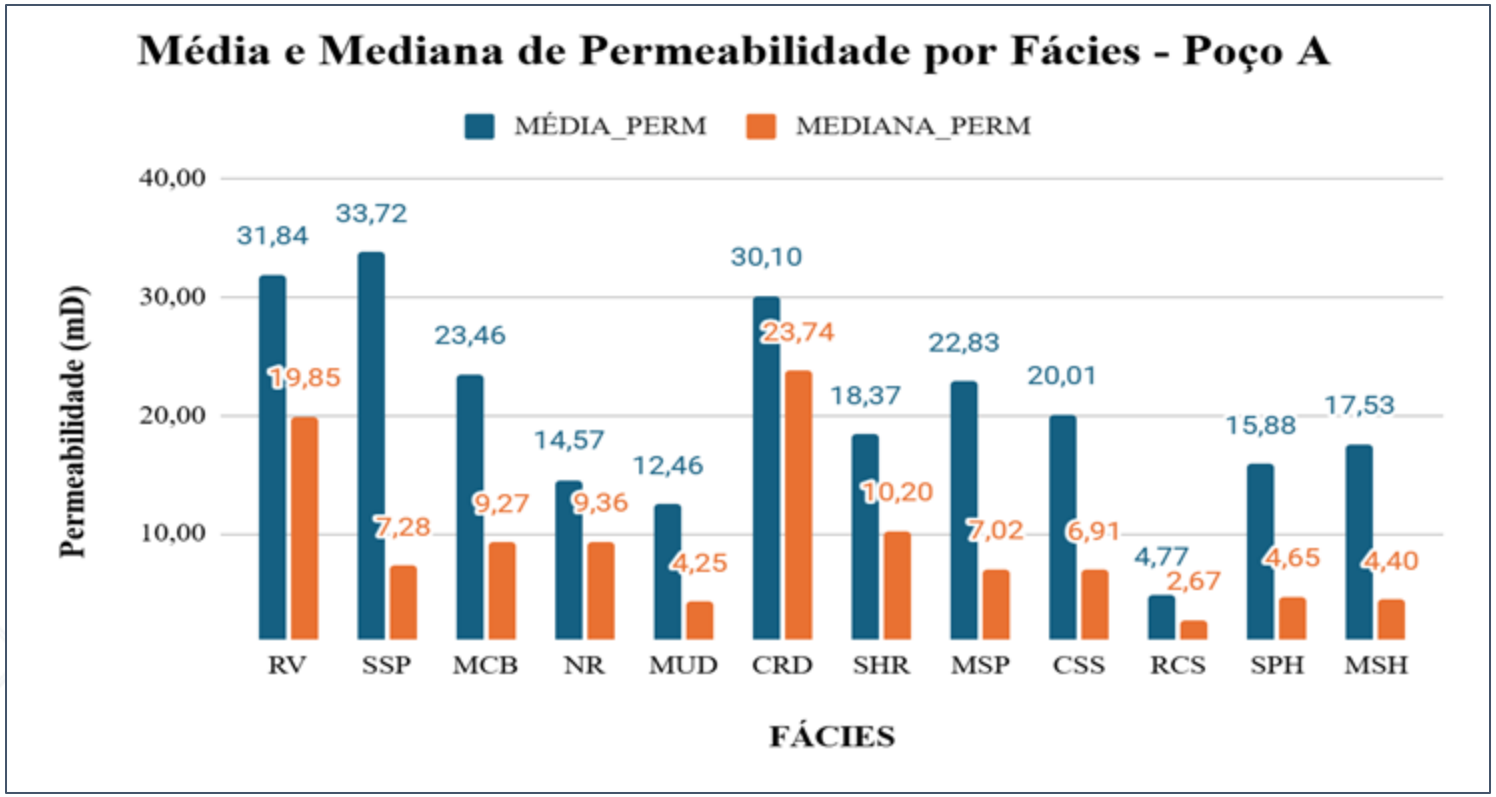
POÇO B

Tamanho analisado: 27,9 metros

Fácies encontradas:

SPH → Spherulstone
MUD → Mudstone
SHR → Shrubstone
CSS → Calcarenite
CRD → Calcirudite

PERMEABILIDADE vs. FÁCIES POÇO A



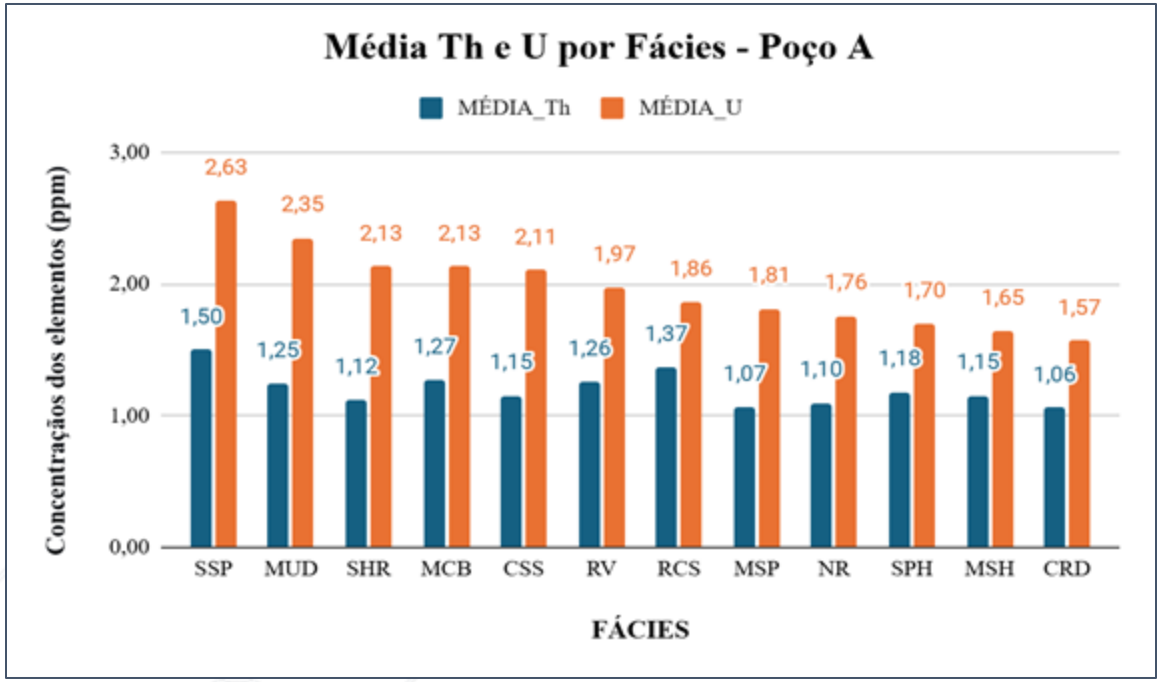
- Fácies SSP, MSP e MCB apresentam médias muito superiores às medianas → outliers
- Fácies CRD apresenta média e mediana consistentes
- **Presença de vugs (SSP) e fraturas (RV) elevam localmente a permeabilidade**

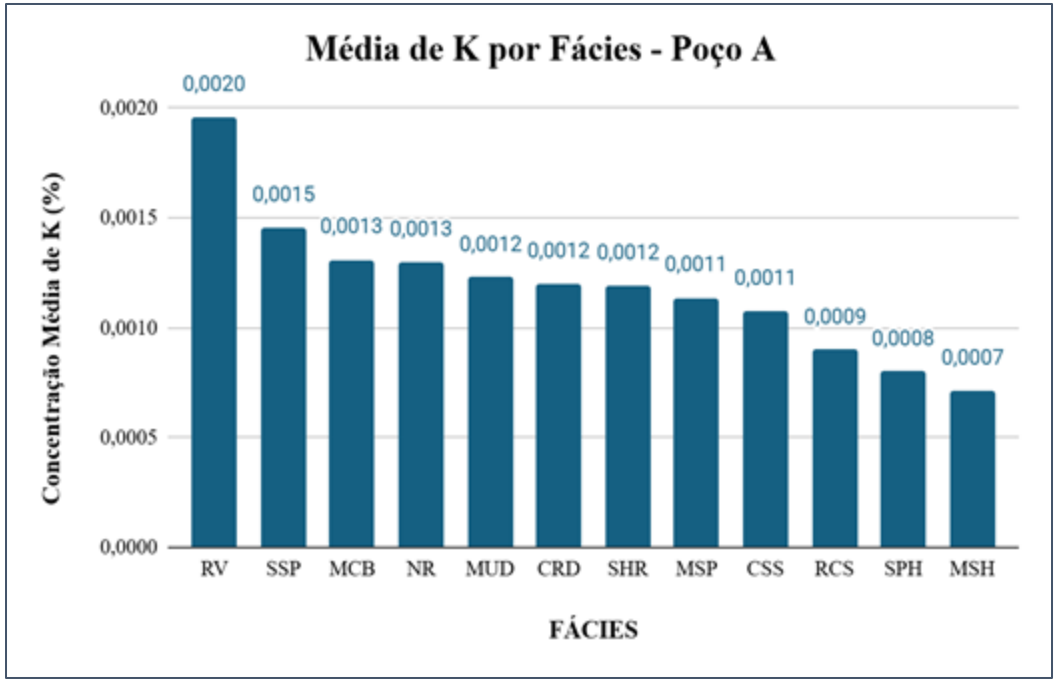
Título: Caracterização da Permeabilidade e da Espectrometria de Raios Gama de Rochas Testemunho da Formação Barra Velha, Bacia de Santos

Nome do bolsista: Thaís Andrade – Tipo de bolsa: Graduação

PRH 19/UNICAMP

GAMAESPECTROMETRIA vs. FÁCIES – POÇO A





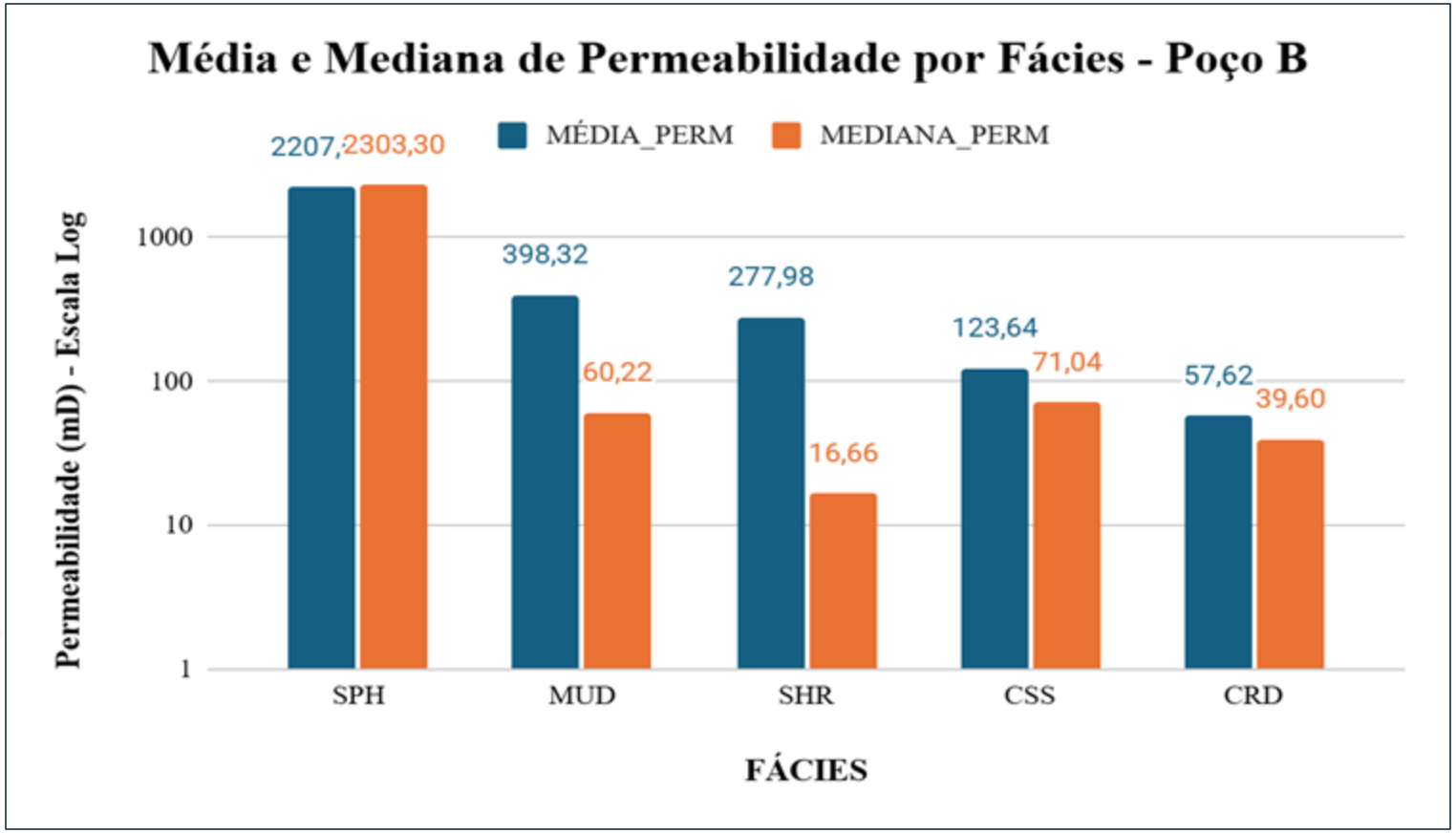
- **As fácies MSH e SPH** apresentam menores concentrações de K → **Carbonatos puros**
- **As fácies MUD e SSP** apresentam alto valor de U, referente à matéria orgânica ou condições redutoras
- **As fácies CRD e SPH** apresentam menores valores de Th e U, o que é compatível com a composição de carbonatos mais puros
- **As fácies RV,** por serem retrabalhadas, podem ter altos valores de K → **Alteração do vidro vulcânico para argilominerais**

Título: Caracterização da Permeabilidade e da Espectrometria de Raios Gama de Rochas Testemunho da Formação Barra Velha, Bacia de Santos

Nome do bolsista: Thaís Andrade – Tipo de bolsa: Graduação

PRH 19/UNICAMP

PERMEABILIDADE X FÁCIES POÇO B

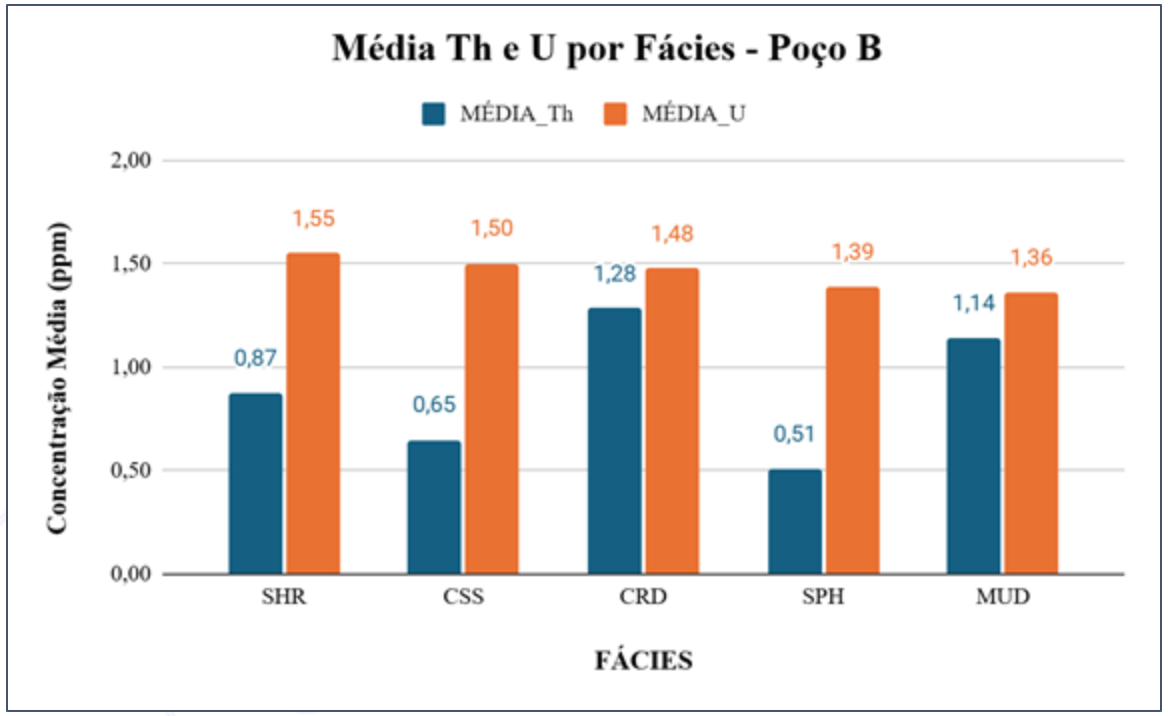


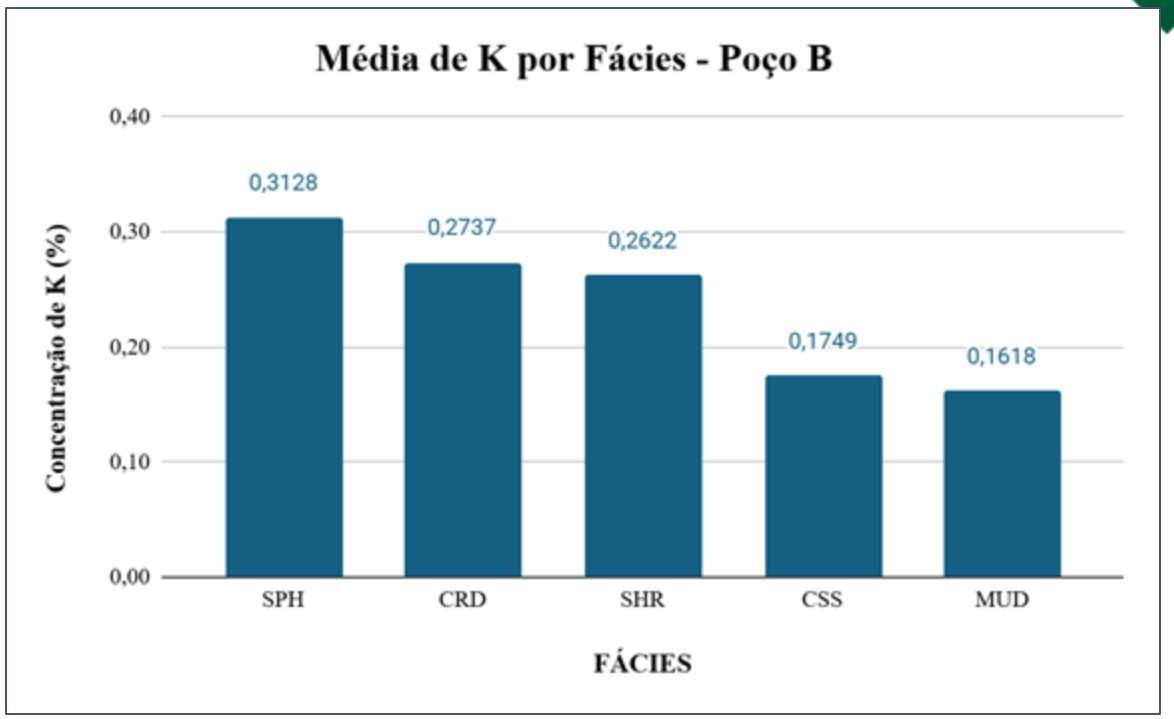
- Fácies SPH consistentemente alta
- CSS e CRD permeabilidade consistente
- Fácies MUD e SHR discrepantes → **Outliers**

Título: Caracterização da Permeabilidade e da Espectrometria de Raios Gama de Rochas Testemunho da Formação Barra Velha, Bacia de Santos

Nome do bolsista: Thaís Andrade – Tipo de bolsa: Graduação
PRH 19/UNICAMP

GAMAESPECTROMETRIA X FÁCIES – POÇO B





- Média de U elevado e relativamente consistente em todas as fácies, o que **sugere um ambiente redutor e/ou com alto teor de matéria orgânica**
- As fácies SPH, CRD e SHR apresentam os maiores teores de K, **ligados à presença de argilominerais**

COMPARAÇÃO ENTRE OS POÇOS A x B

PERMEABILIDADE

Poço A: médias de 4,77 a 32,72 mD, com medianas baixas

Poço B: médias de 57,62 mD a 2207,68 mD, com medianas mais consistentes

Fácies SPH: baixa no Poço A (15,88 mD) e altíssima no Poço B (2207,68 mD) → **diferenças na porosidade intragranular de esferulitos**

GAMAESPECTROMETRIA

Poço A: teores mais elevados de Th e U; (U até 2,63 ppm)

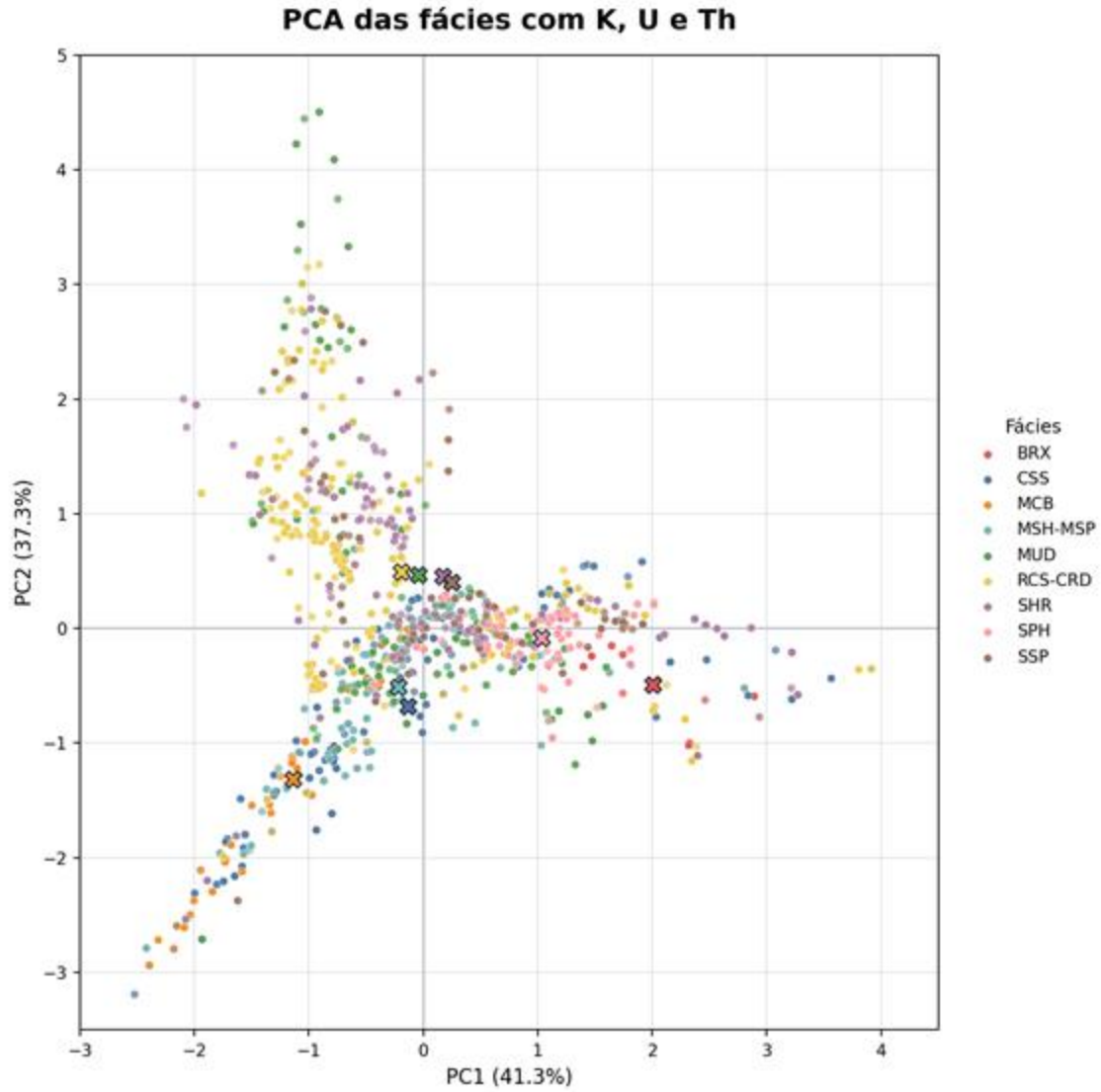
Poço B: teores mais elevados de K (até 0,3128%) → **maior influência de argilominerais**

U consistentemente alto em ambos → ambiente redutor e/ou com presença de matéria orgânica

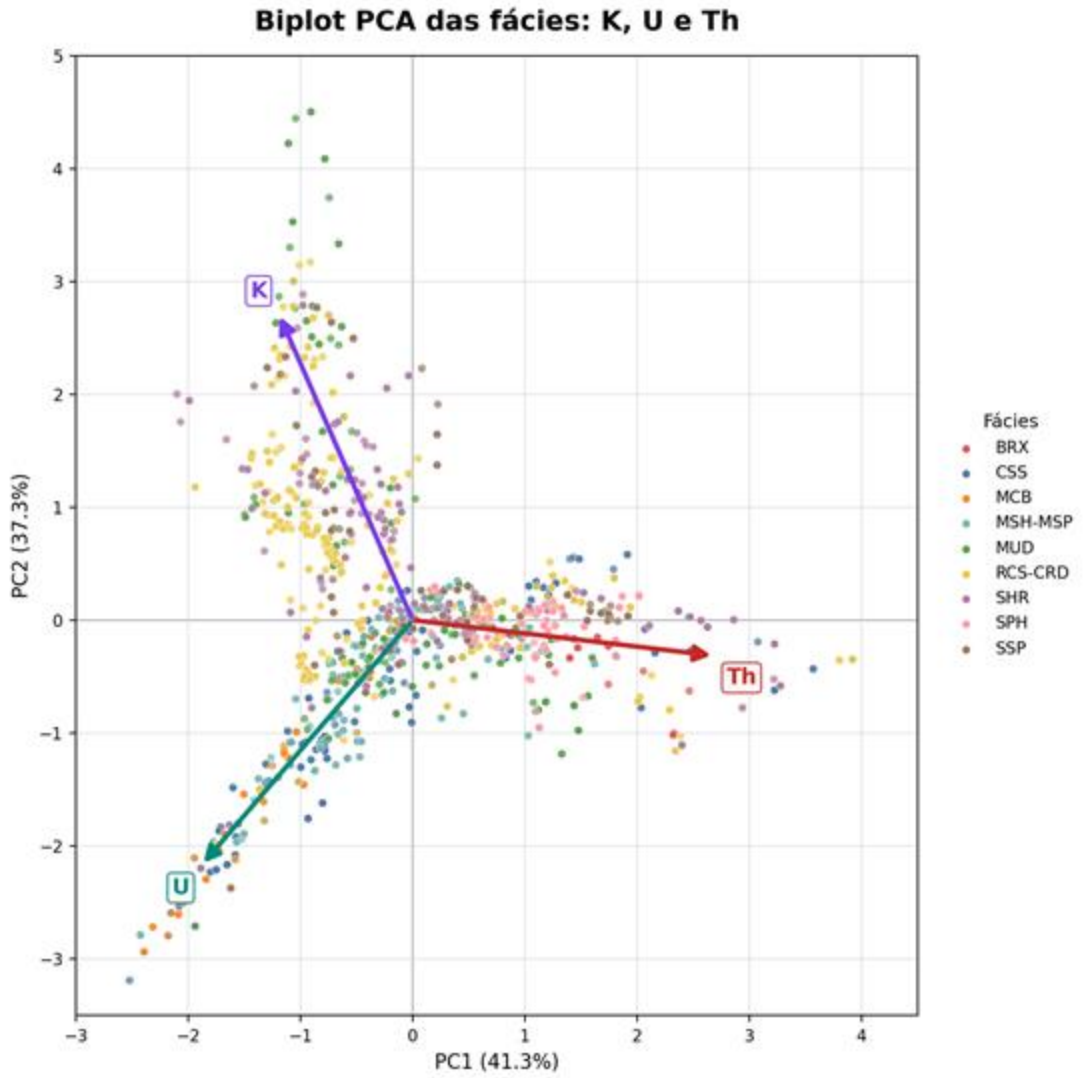
ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

- A PCA reúne 1.574 registros completos de quatro poços (a comparação de permeabilidade anterior considerou os poços A e B).
- K (%), U (ppm) e Th (ppm) foram padronizados por Z-score antes da análise
- **PC1 explica 41,3% da variância e PC2, 37,3%. Juntos, representam 78,6%**
- PC1 contrapõe Th a K e U. PC2 diferencia K de U
- BRX e SPH se aproximam do vetor de Th; MCB, do vetor de U
- MUD, RCS-CRD, SHR e SSP se sobrepõem, assim como CSS e MSH-MSP
- **A assinatura radiométrica diferencia parcialmente as fácies**

RESULTADO DE PCA DAS FÁCIES



Os símbolos X indicam os centroides das fácies. Variáveis padronizadas por z-score.



Vetores ampliados uniformemente em 3,5× para visualização; direção, sinal e proporções relativas foram preservados.

RESULTADOS PCA

- As duas primeiras componentes **representam 78,6% da variação de K, U e Th**. PC3 retém os 21,4% não representados no gráfico bidimensional
- BRX e SPH se associam a Th; MCB, a U
- Amostras de MUD, RCS-CRD, SHR e SSP tendem ao vetor relacionado a K
- A sobreposição entre várias **fácies limita sua classificação apenas por K, U e Th**.
- Nos poços A e B, a permeabilidade também **não mostrou correlação significativa com esses teores**

CONCLUSÃO

- A fácies SPH apresenta comportamento distinto entre os poços: baixa permeabilidade no Poço A (15,88 mD) e altíssima no Poço B (2207,68 mD) → **diferenças na conectividade da porosidade intragranular**
- As fácies RV e SHR apresentam médias muito superiores às medianas, indicando a possibilidade de presença de fraturas e zonas de dissolução
- **Não foi observada correlação significativa entre permeabilidade e K, U e Th nos poços analisados**
- PCA: K, U e Th discriminam parcialmente as fácies: BRX e SPH → Th; MCB → U; e MUD, RCS-CRD, SHR e SSP → K; mas há sobreposição entre fácies intermediárias
- O estudo indica que pelo menos para essa seção do pré-sal investigada, **a qualidade do reservatório é controlada predominantemente por fatores diagenéticos (cimentação, dissolução e fraturamento), não pela composição mineralógica primária**



Thaís Andrade do Nascimento

Dados para contato

Email: t250527@dac.unicamp.br

Linkedin: Thaís Andrade do Nascimento


prh anp


Gestão:
anp
FAPESP