

Comparação da sensibilidade de organismos-teste à aplicação de cascalho de perfuração

Thomas Melquíades **Kinupp**¹
Fabrielle Paixão dos **Reis**¹
Higor Eisten Francisconi **Lorin**²
Guilherme Alves **Ramos**²
Dara Crislaine Muniz Velho Pereira da **Cruz**²
Heraldo Namorato **Souza**³
Everaldo **Zonta**⁴
Júlia Carina **Niemeyer**⁵

RESUMO

A crescente atividade da indústria petrolífera tem gerado resíduos, como o cascalho de perfuração, que são erroneamente descartados no mar, aumentando o risco de poluição ambiental e impactos nos ecossistemas naturais. Este estudo visou avaliar a sensibilidade de três espécies de colêmbolo (*Folsomia candida*, *Proisotoma minuta* e *Sinella curviseta*) ao resíduo de cascalho da camada Pré-sal. Utilizou-se cascalho coletado a 4.450-4.520 m de profundidade e conduziu-se ensaios laboratoriais com Solo Artificial Tropical (5% material orgânico), conforme normas ABNT NBR ISO. As espécies foram expostas a concentrações de cascalho variando de 0,25% a 15% durante 28 dias. Os resultados mostraram que *F. candida* apresentou redução significativa na reprodução a partir de 1% de concentração, com inibição total a partir de 7,5%. *P. minuta* foi ainda mais sensível, exibindo inibição total a partir de 7,5% e valores de EC50 muito menores que *F. candida*. Em contraste, *S. curviseta* não mostrou diferença significativa nas concentrações testadas. Esses resultados indicam que *P. minuta* é mais sensível ao cascalho do que a espécie padronizada pela norma, ressaltando a importância de utilizar diversas espécies na avaliação de resíduos.

Palavras-chave: Cascalho; Colêmbolo; Ecotoxicologia.

¹ Discente de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos - SC.

² Discente do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agrícolas e Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos - SC

³ Pesquisador do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello, Petrobrás, RJ

⁴ Docente do Departamento de Solos na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

⁵ Docente do Departamento de Agricultura, Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos - SC.

Autor correspondente: thomasm.kinupp@outlook.com



INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria petrolífera apresenta um gradativo aumento de suas atividades. À vista disso, formam-se resíduos como o cascalho de perfuração de poços. Considerando que o atual descarte do cascalho *offshore* é diretamente no mar (Koehler, 2012), o aumento das reservas petrolíferas acarreta um elevado risco de poluição ambiental. O elevado nível de contaminações vem gerando persistentes modificações nos ecossistemas naturais (Daflon, 2010), assim, buscam-se formas de prevenir e mitigar os possíveis impactos. Assim, os ensaios ecotoxicológicos surgem como ferramenta de análise de impacto ambiental (Resgalla, 2002). O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar a sensibilidade de três espécies de colêmbolos como organismos-teste ao resíduo de cascalho de perfuração de poços.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de cascalhos de perfuração *offshore*, representadas por materiais coletados da camada Pré-sal (9-MLL-83-RJS) entre 4.450 e 4.520 m de profundidade, foram cedidas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A caracterização da amostra composta de material coletado é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química (teores pseudototais) de nutrientes e metais nos cascalhos dos poços de Pré-sal.

Determinações	PRÉ-SAL	Determinações	PRÉ-SAL
-----g kg ⁻¹ -----		-----mg kg ⁻¹ -----	
P	5,52	Fe	11.158,25
K	0,22	Cu	24,54
Ca	490,78	Mn	183,32
Mg	57,04	Zn	160,16
Al	1,08	Pb	13,57
Na	21,56	Cd	0,34
		Cr	29,99

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Os organismos utilizados foram colêmbolos: *Folsomia candida*, *Proisotoma minuta* e *Sinella curviseta*, sendo a primeira utilizada como representante dos organismos-teste para ensaios de qualidade do solo pela ISO (Buch *et al.*, 2016). O manejo com os organismos seguiu as recomendações da norma ABNT NBR/ISO 11267 (ABNT, 2011).



A condução dos ensaios laboratoriais se deu a partir da utilização de Solo Artificial Tropical (SAT), 5% material orgânico. Seguindo a norma ABNT NBR ISO 11269-2 (ABNT, 2014). Quanto às proporções foram equivalentes aos percentuais de 0,25 a 15%.

Para os ensaios com as espécies *F. candida*, *P. minuta* e *S. curviseta*, foram realizados de acordo com a norma ABNT NBR ISO 11267 (ABNT, 2019). Os tratamentos possuíram cinco réplicas com 30g de solo e 10 organismos com idade sincronizada. O ensaio permaneceu durante 28 dias em BOD a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, com fotoperíodo controlado. Após o período, realizou-se a leitura do ensaio adicionando água e tinta de carimbo, visando pigmentar os organismos, em cada réplica, permitindo o registro fotográfico e posterior contagem a partir do programa ImageJ.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios de reprodução dos colêmbolos da espécie *F. candida* apresentaram uma redução significativa ($p < 0,05$) a partir das concentrações de 1% e inibição total a partir de 7,5%. Os valores de concentração que causa 50% de redução na reprodução (CE_{50}) e concentração que causa 20% de redução (CE_{20}), a Concentração de Efeito Não Observado (CENO) e Concentração de Efeito Observado (CEO) estão listados na tabela 2:

Tabela 2 - Sumário das concentrações de efeito (CE_x) para as espécies de colêmbolos quando expostas ao cascalho de perfuração.

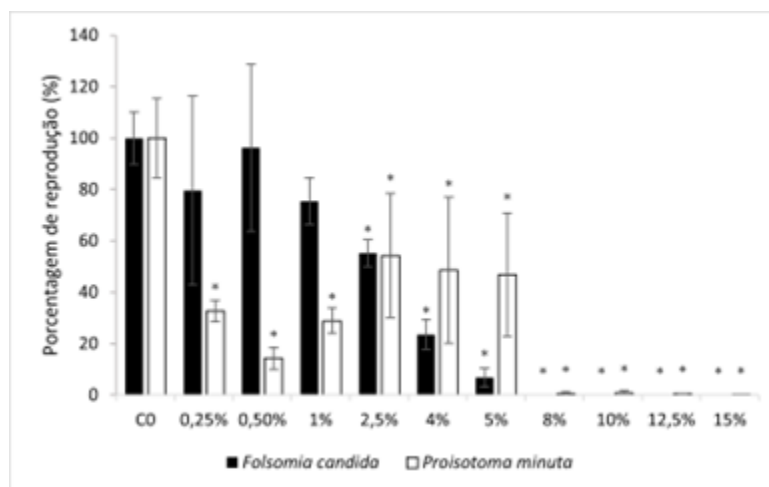
Espécie	Teste	Concentração de Cascalho Pré-Sal (%)	Limites	Modelo
<i>P. minuta</i>	CE50	0,13	0,02 - 0,23	Exponencial
	CE20	0,06	0,01 - 0,12	Exponencial
	CEO	0,25		
	CENO	<0,25		
<i>F. candida</i>	CE50	2,82		Logístico
	CE20	1,87		Logístico
	CEO	2,50		
	CENO	1,00		
<i>S. curviseta</i>	CE50	6,90		Linear
	CE20	2,76		Linear
	CEO	>5		
	CENO	≤ 5		

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.



Os ensaios dos colêmbolos da espécie *P. minuta* apresentaram uma redução significativa ($p < 0,05$) em todas concentrações e inibição total a partir de 7,5%. Os valores de CE_{50} , CE_{20} , CENO e CEO estão listados na tabela 2. Buch (2016) traz que o *P. minuta* possui menor (EC_{50} : 4.43 mg.Hg.kg⁻¹) sensibilidade quando comparado à espécie *F. candida* (EC_{50} : 3.81 mg.Hg.kg⁻¹) ao serem expostos à ensaios ecotoxicológicos com mercúrio. Entretanto, para as características do resíduo testado, rico em sais, a espécie *P. minuta* (EC_{50} : 0,13% ou 130 mg.kg⁻¹), apresentou-se muito mais sensível em comparação ao *F. candida* (EC_{50} : 2,82% ou 2820 mg.kg⁻¹).

Figura 1 - Porcentagem de juvenis de colêmbolos das espécies *Folsomia candida* (A) e *Proisotoma minuta* (B) (média \pm desvio padrão) em ensaio de reprodução com as concentrações de cascalho.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Como resultado dos ensaios da espécie *S. curviseta*, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) em nenhuma das concentrações testadas. Os valores de CE_{50} , CE_{20} , CENO e CEO estão listados na Tabela 2.

Analisando os dados de sensibilidade das espécies de colêmbolo ao cascalho, observa-se na tabela 2 que a espécie *P. minuta* apresentou maior sensibilidade que as demais, enquanto a *S. curviseta* se destaca com maior resistência ao resíduo.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a sensibilidade para resíduos de cascalho da camada Pré-sal entre as espécies de colêmbolo é distinta. Ademais, *P. minuta* apresenta, para este resíduo, maior sensibilidade quando comparado

com a espécie padronizada *F. candida* (ABNT NBR/ISO 11267). Consequentemente, demonstra a relevância do uso de mais espécies, do mesmo grupo funcional ecológico, para avaliação de resíduos e poluentes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 11267**: Qualidade do solo. Inibição da reprodução de *Collembola (Folsomia candida)* por poluentes do solo. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 11269- 2**: Qualidade do solo. Determinação dos efeitos de poluente na flora terrestre. ABNT. ABNT: Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 17512-1**: Qualidade do solo – Ensaio de fuga para avaliar a qualidade de solos e efeitos de substâncias químicas no comportamento Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

BUCH, A. C. *et al.* Ecotoxicity of mercury to *Folsomia candida* and *Proisotoma minuta* (Collembola: Isotomidae) in tropical soils: baseline for ecological risk assessment. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 127, p. 22-29, 2016.

DAFLON, S. D. A. *et al.* **Estudo comparativo da sensibilidade de dois organismos expostos a efluentes líquidos**. 2010.

KOEHLER, P. H. W. **Diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural nas bacias sedimentares marítimas do Brasil**. Brasília: IPEA, p. 40, 2012.

RESGALLA J. R., C.; LAITANO, K. S. Sensibilidade dos organismos marinhos utilizados em testes de toxicidade no Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 6, n. 1, p. 153-163, 2002.

