AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DE UM FLUIDO DE PERFURAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO NA MICROBIOTA NATIVA DO SOLO

Aurélio Mateus Medeiros Antas[(1)]
Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental. IFRN - Campus Natal Central.

Sinara Cybelle Turíbio e Silva Nicodemo[(2)]
Professora efetiva. IFRN – Campus Natal Central.

Cleonilson Mafra Barbosa[(3)]
Professor efetivo. IFRN – Campus Natal Central.

Juliana Pivotto Nicodemo de Oliveira[(4)]
Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais UFRN.

Alisson Diego da Silva Rodrigues[(5)]
Estudante do curso técnico de Controle Ambiental. IFRN - Campus Natal Central.

Endereço[(1)]**:** Avenida Senador Salgado Filho, 1559 - Tirol - Natal - RN - CEP: 59015-000 - Brasil - Tel: (84) 9677-3076 - e-mail: antas.aurelio@escolar.ifrn.edu.br

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar os resultados ecotoxicológicos envolvendo um fluido de perfuração em desenvolvimento com o objetivo de verificar os impactos causados pelo fluido à microbiota nativa em um solo de área com vegetação preservada de mata atlântica. Alternativamente, foi possível selecionar as colônias de bactérias que se apresentaram resistentes aos efeitos do fluido, isolando-as para uma futura avaliação do seu potencial biotecnológico e/ou biorremediador. A composição química do solo também foi analisada através da técnica de espectroscopia de fluorescência de raios-X (FRX). Os ensaios foram realizados através de experimentos de bancada e em microcosmos com solo coletado de uma área com vegetação preservada nas proximidades da Zona de Proteção Ambiental 09 do município de Natal, RN.

PALAVRAS-CHAVE: Ecotoxicologia, microbiota , Fluido de perfuração, FRX.

INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Americano de Petróleo (API), principal órgão regulamentador da indústria, "fluido de perfuração" é definido como um fluido circulante usado na perfuração rotativa para executar uma ou todas as várias funções necessárias nas operações de perfuração, exercendo importantes funçõescomo: transmissão de energia hidráulica para as ferramentas de perfuração, o controle da corrosão das ferramentas utilizadas no procedimento, o resfriamento da broca, a vedação de formações permeáveis, a retirada de detritos do poço, além de manter a estabilidade do mesmo (SANTOS, 2012).

Os fluidos de perfuração, segundo Thomas (2001), são classificados em função de sua composição, que pode ser à base de água, óleo, ar ou gás. Para os fluidos à base de água, leva-se em consideração principalmente a natureza da água e dos aditivos associados. A água utilizada pode ser doce ou salgada, e os aditivos, podem incluir alcalinizantes e controladores de pH, dispersantes, redutores de filtrado, floculantes, surfactantes, removedores de cálcio e magnésio além de bactericidas assim como outros produtos químicos mais específicos, como anticorrosivos e antiespumantes.

Nos fluidos à base óleo, o meio para dispersão dos sólidos é o óleo. A água ou a salmoura é emulsionada no óleo, que é a fase contínua (CAENN, DARLEY e GRAY, 2011). São fluidos estáveis em altas temperaturas, são aplicáveis para elevadas profundidades, são leves, conferem baixa corrosão, alto grau de inibição frente as rochas ativas, porém possuem maior custo inicial e podem causar danos ao meio ambiente (GUIMARÃES e ROSSI, 2007).
Nos fluidos à base gás, os cascalhos são removidos por um fluxo de alta velocidade de ar ou gás natural. Dentro desta classe estão incluídos o gás seco (ar, gás natural, gases de exaustão, gases de combustão), névoa, espuma e espuma estável (CAENN, DARLEY e GRAY, 2011).

O processo de perfuração de poços pode exercer diversos impactos negativos na microbiota do solo, destacando-se a contaminação química do mesmo e mudanças em suas características físico-químicas. Esses impactos podem ser associados diretamente aos fluidos de perfuração utilizados, que podem conter aditivos químicos de elevada toxicidade, afetando a diversidade e atividade dos microrganismos.

Nos ecossistemas terrestres, os microrganismos estão entre os principais responsáveis por diversos serviços ao ecossistema, destacando-se a regulação do ciclo de nutrientes e da qualidade da água, além de atuar diretamente nos ciclos do carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre, através da decomposição de matéria orgânica. É comum que indicadores físicos e químicos sejam utilizados para observar os efeitos de contaminantes no solo, entretanto, os impactos gerados podem ser mais facilmente identificados através dos efeitos gerados sobre as comunidades bióticas presentes no solo, pois os processos biológicos são sensíveis às mudanças no meio (ALVES, 2015).

Através de ensaios ecotoxicológicos, se faz possível avaliar os efeitos causados por substâncias químicas na sobrevivência dos componentes da microbiota. Através desse estudo, é possível realizar um procedimento de bioprospecção, selecionando microrganismos que se provem resistentes às características tóxicas do material estudado, demonstrando potencial biotecnológico e biorremediador.

Com isso, este trabalho tem como principal objetivo avaliar o impacto causado por um fluido de perfuração em desenvolvimento na microbiota nativa do solo de uma região preservada de mata atlântica próxima à ZPA 09 do município de Natal. Além disso, pretendeu-se isolar microrganismos que melhor se desenvolverem no solo contaminado pelo fluido de perfuração para futura análise do potencial biotecnológico e biorremediador dos mesmos. Este trabalho é de fundamental importância para o desenvolvimento do fluido em estudo, o qual está em fase de desenvolvimento cujo objetivo é ser um substituto ecofriendly aos fluidos de base sintética atualmente utilizados, que apresentam elevada toxicidade e características cancerígenas, apesar de possuirem boas propriedades físico-quimicas e mecânicas.

OBJETIVOS

Objetivo geral:
Avaliar o impacto ecotoxicológico causado pelo fluido de perfuração em desenvolvimento na microbiota nativa do solo de uma região preservada de mata atlântica próxima à ZPA 9 do município de Natal/RN.

Objetivos específicos:
Quantificar os efeitos tóxicos que o fluido de estudo pode causar tanto no número de colônias (UFC/g) como na diversidade da microbiota do solo;

Isolar os microrganismos que melhor se desenvolveram ao longo do experimento nas amostras adicionadas com o fluido de perfuração em desenvolvimento;

Analisar as mudanças na composição química do solo ao final do experimento.

COLETA E PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Aproximadamente, 5 kg de solo foram coletados, após remoção da camada superficial de matéria orgânica com auxílio de uma enxada. Para preservar a microbiota, os sacos contendo o material foram deixados em um ambiente arejado e não foram fechados, de forma a manter a circulação de ar para o solo.

Na preparação das amostras, o solo foi peneirado em malha de 2,0 mm (higienizada com álcool) com o intuito de reter raízes e reduzir a granulometria geral da amostra para auxiliar na montagem dos tratamentos.

DESENHO EXPERIMENTAL

O solo peneirado foi distribuído em 16 béqueres (microcosmos), dos quais oito armazenaram 100 g do solo, sem qualquer adição de fluido, enquanto os demais armazenaram 90 g de solo adicionado com 10 g do fluido de perfuração. Metade dos béqueres contendo solo natural e adicionado com fluido foram então autoclavados, e utilizados como controle para o experimento. Para cada tratamento, um dos béqueres serviu para controle do pH e da umidade. O experimento foi mantido em um ambiente com luz natural difusa e temperatura controlada (29 +- 2º C) e teve duração de 53 dias, sendo a avaliação da microbiota realizada a cada 14 dias.

AVALIAÇÃO DAS BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS DO SOLO

Para avaliar o desenvolvimento da microbiota nas amostras, o método escolhido foi o de espalhamento (spread plate). Por tratamento, 1,0 g foi coletado de cada réplica e diluído em 10 mL de água destilada esterilizada em um tubo de ensaio, e homogeneizado com auxílio de um vórtex. As diluições foram realizadas até a ordem de 10-3. Em placas de Petri, contendo meio de cultura PCA, foram colocados 0,1 mL da solução. O processo foi realizado em triplicata por tratamento, totalizando 9 réplicas para cada. As placas de Petri foram, então, identificadas e colocadas em uma estufa à 30º C, por 3 dias. Esse procedimento foi realizado a cada 14 dias.

SELEÇÃO DE MICRORGANISMOS COM POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO (BIOPROSPECÇÃO)

Após aproximadamente um mês do início do estudo, foram selecionadas colônias de microrganismos que aparentavam ter morfologias distintas. Com uma alça de platina esterilizada na chama de um bico de Bunsen e resfriada próxima a mesma para minimizar a possibilidade de contaminação, algumas bactérias das colônias formadas no último tratamento adicionado de fluido não autoclavado foram transferidas para uma nova placa de Petri (repiques), permitindo que as bactérias isoladas se desenvolvessem sem interferência de outros microrganismos. Essas colônias foram armazenadas sob refrigeração à 4º C e vem sendo mantidas desde então com repiques periódicos.

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO

A caracterização química do solo estudado foi realizada no Centro de Tecnologia Mineral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (CT Mineral do IFRN), localizado no Campus Currais Novos, através do método de fluorescência de raios-X, utilizando o equipamento ARL™ QUANT'X EDXRF Spectrometer.

Amostras do solo natural e de cada um dos tratamentos foram preparadas para análise, tendo sido cominuídos para que passassem numa peneira de #200# com o objetivo de garantir que o equipamento pudesse ser utilizado da forma mais precisa possível, aumentando a área de contato com a amostra

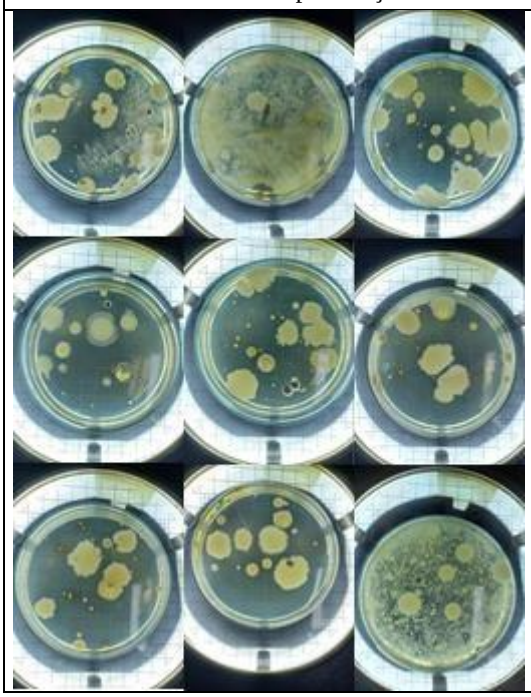
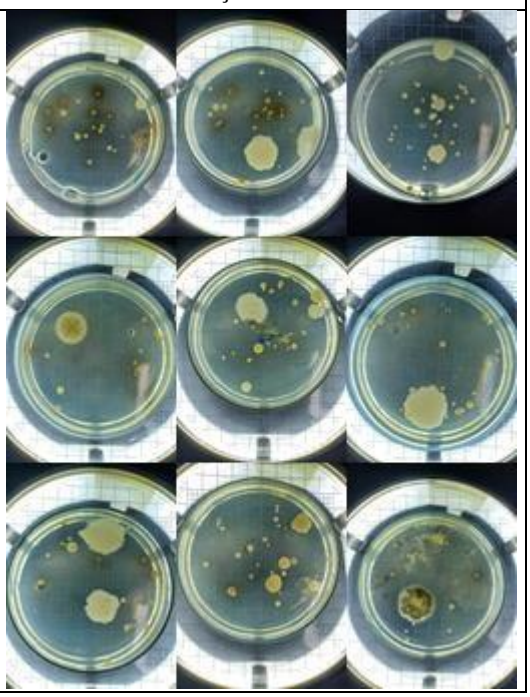
RESULTADOS

Ao final dos procedimentos aplicados ao estudo, foi possível observar como se desenvolveram as colônias de microrganismos associadas ao solo adicionado de fluido em paralelo com as colônias que se apresentaram no solo sem o fluido de contaminantes (atenuação natural), ao longo experimento, representadas nos quadros 1, 2 e 3 e nas figuras 1 e 2.

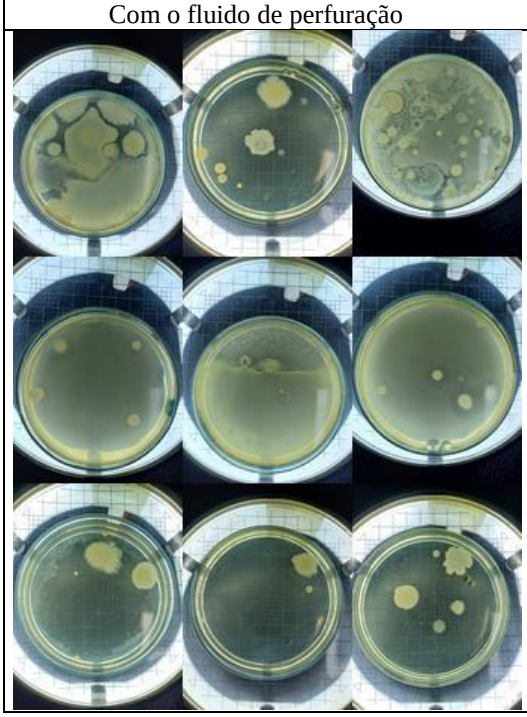
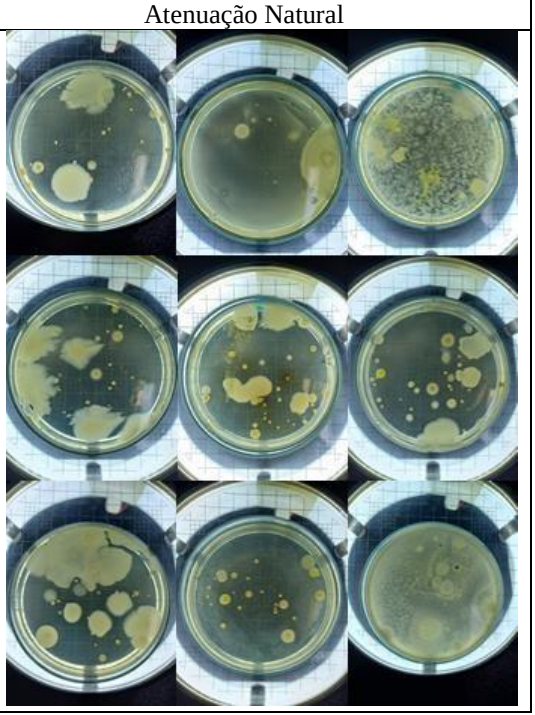
Observando-se as imagens das colônias contidas nos quadros 1, 2 e 3, é possível perceber que no tratamento da atenuação natural ocorre uma manutenção da quantidade de colônias ao longo do tempo maior do que no tratamento com o fluido de perfuração. Além disso, percebe-se também na atenuação natural uma diversidade maior de microrganismos no decorrer do experimento. Esses padrões ficam mais claros nas figuras 1 e 2.

Nos tratamentos com solo e fluido de perfuração, é possível observar poucas colônias, em sua maioria, semelhantes. Isso se deve ao fato da presença do fluido no tratamento ter isolado e beneficiado microrganismos mais resistentes. Novas pesquisas poderão ser feitas para a averiguação do potencial biotecnológico desses microrganismos no que se refere a sua capacidade de degradação de xenobióticos. Essas colônias estão representadas no quadro 4.

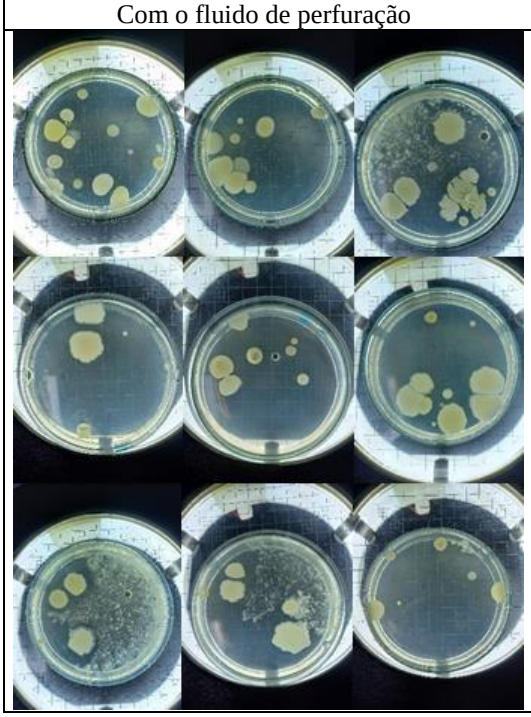
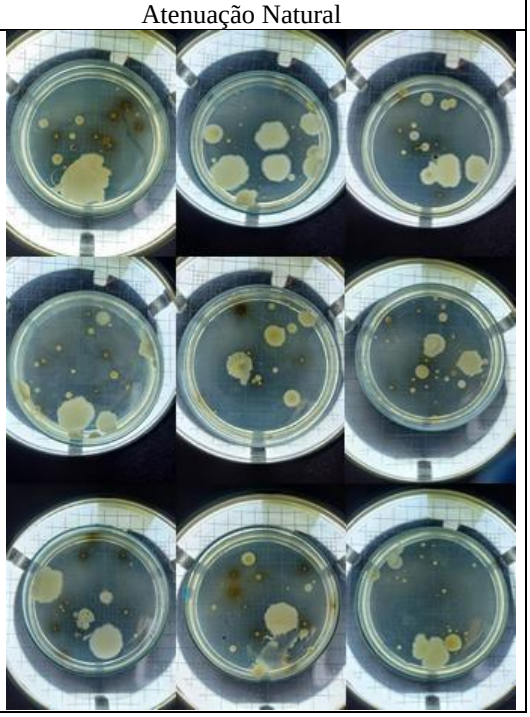
Quadro 1: Placas de petri (primeira contagem de colônias).

T1 (08/09/2022)	
Com o fluido de perfuração	Atenuação Natural
	

Quadro 2: Placas de petri (segunda contagem de colônias).

T2 (22/09/2022)	
Com o fluido de perfuração	Atenuação Natural
	

Quadro 3: Placas de petri (terceira contagem de colônias).

T3 (17/10/2022)	
Com o fluido de perfuração	Atenuação Natural
	

Quadro 4: Placas de petri (repiques).

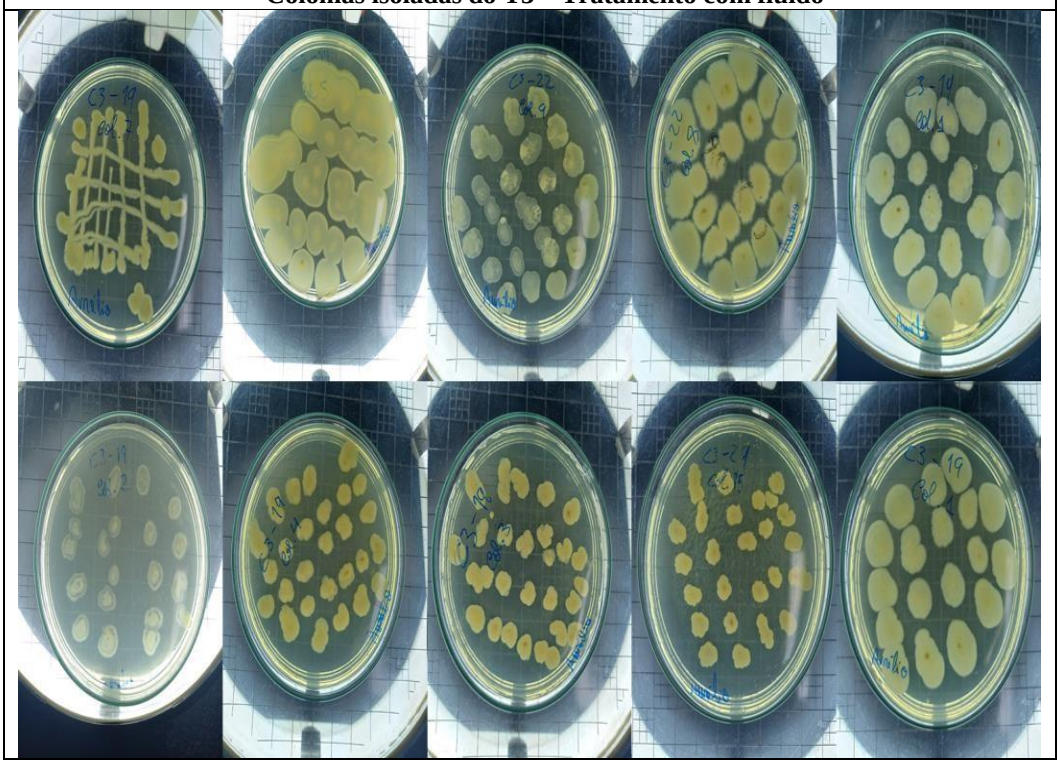
Colônias isoladas do T3 – Tratamento com fluido


Imagem 1: Contagem das UFC/g.

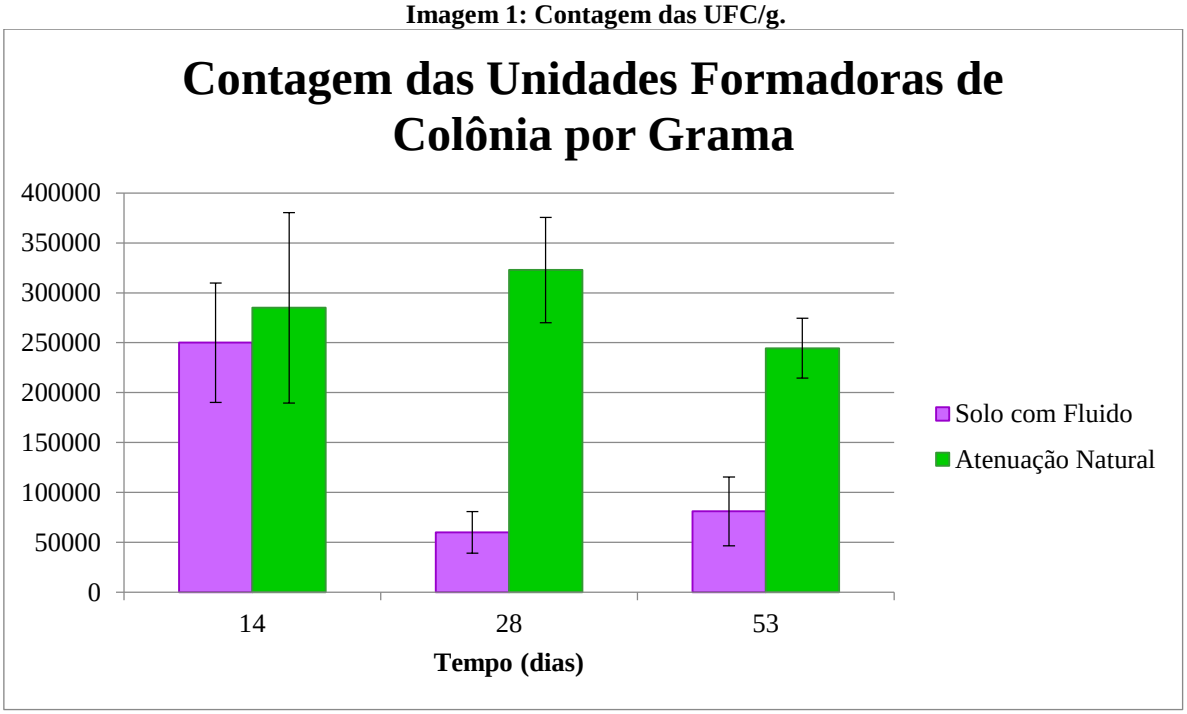
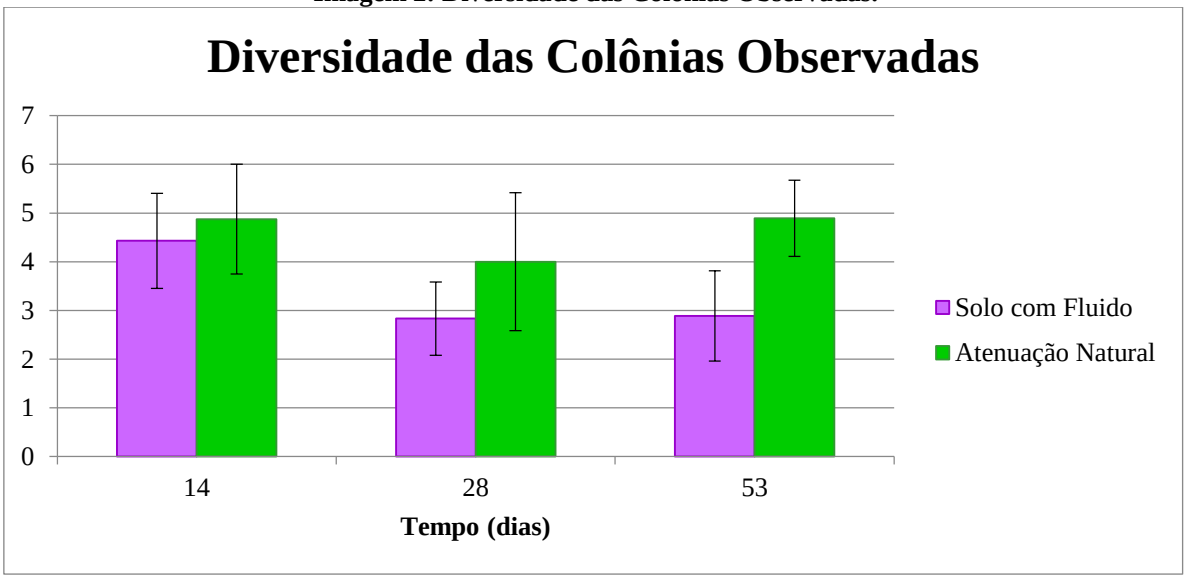


Imagem 2: Diversidade das Colônias Observadas.



Quadro 5: Caracterização química do solo.

Solo Natural		Atenuação Natural		Contaminado	
Composto	%	Composto	%	Composto	%
SiO2	51,320	SiO2	78,110	SiO2	87,190
Al2O3	24,620	Al2O3	12,400	Al2O3	8,340
Fe2O3	7,470	K2O	3,420	Fe2O3	1,390
TiO2	5,490	Fe2O3	2,600	K2O	1,040
ZrO2	3,980	TiO2	1,330	TiO2	0,987
K2O	2,780	CaO	0,857	CaO	0,401
CaO	2,090	ZrO2	0,532	SO3	0,213
SO3	1,250	SO3	0,374	ZrO2	0,185
BaO	0,207	BaO	0,183	BaO	0,093
Cl	0,203	Co3O4	0,056	Cl	0,075
Co3O4	0,141	MnO	0,038	Co3O4	0,023
MnO	0,137	Cl	0,030	MnO	0,022
MoO3	0,064	SrO	0,027	SrO	0,012
Cr2O3	0,059	Cr2O3	0,012	-	-
Nb2O5	0,054	Nb2O5	0,010	-	-
SrO	0,042	Rb2O	0,009	-	-
Y2O3	0,032	MoO3	0,007	-	-
HfO2	0,018	-	-	-	-
ZnO	0,012	-	-	-	-
PbO	0,007	-	-	-	-
Rb2O	0,007	-	-	-	-
NiO	0,005	-	-	-	-

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com os resultados apresentados, foi possível constatar que o fluido de perfuração em desenvolvimento estudado demonstrou-se tóxico para a microbiota do solo da área preservada de mata atlântica, uma vez que se verificou efeitos significativos na quantidade de colônias no decorrer do tempo, bem como na sua diversidade. Como o fluido encontra-se em desenvolvimento, esses resultados poderão ser úteis na avaliação ambiental do produto para fins de comercialização e, dessa forma, poderá ser reformulado no intuito de diminuir seu potencial tóxico e tornar-se mais sustentável.

Alternativamente, foi possível isolar aproximadamente cinco tipos distintos de microrganismos que demonstraram resistência à toxicidade do fluido e apresentam potencial biotecnológico que, posteriormente, deverá ser avaliado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, Paulo Roger Lopes. Avaliação ecotoxicológica da vinhaça de cana-de- açúcar no solo. 2015. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
2. CAENN, R.; DARLEY, H. C. H.; GRAY, G. R. Fluidos de Perfuração e Completação - Composição e Propriedades - Série Engenharia de Petróleo. 6ª. ed. Elsevier, 2011.
3. GUIMARÃES, I. B.; ROSSI, L. F. S. Estudo dos Constituintes dos fluidos de perfuração: proposta de uma formulação otimizada e ambientalmente correta. In: 4º PDPETRO. Disponível em: < http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/4/resumos/4PDPETRO_2_2_0041-1.pdf >. Campinas, SP, 2007.
4. SANTOS, Matheus Barreto. Perfuração de poços de petróleo: fluidos de perfuração. Revista de divulgação do projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense, v. 2, n. 1, p. 121-127, 2012.
5. THOMAS, José Eduardo et al. Fundamentos de engenharia de petróleo, Ed. Interciência, Rio de Janeiro, Petrobrás, 2001.