

ESTUDO PRELIMINAR DE ROTAS, ASPECTOS E IMPACTOS PARA A DISPOSIÇÃO FINAL DE CASCALHO E FLUIDO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS OFFSHORE: PLATAFORMA, PORTO E ATERRO INDUSTRIAL

Gabriela Farinha Vaz e Alves (*), Alessandra S. M. Lopes, Bruno F. S. S. M. Barreto, Natasha V. Louzada, Cristina A. G. Nassar

* Programa de Engenharia Ambiental (PEA), Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, gabrielafarinha@poli.uffj.br

RESUMO

Em 2018 Instituto brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis instituiu a Instrução Normativa nº 01/2018, seria vetada o descarte dos cascalhos e fluidos de perfuração no ambiente marinho. Apesar de cancelada da IN despertou a atenção de diversos setores na busca de outras destinações para esses resíduos. O presente estudo listou os aspectos e impactos relacionados ao armazenamento temporário, transporte e destinação de resíduos de cascalho e fluidos de perfuração de poços offshore, bem como relacionou os portos e aterros industriais, do Estado do Rio de Janeiro, que poderiam receber esses resíduos. O levantamento dos principais aspectos e impactos da destinação final em aterros industriais dos resíduos de cascalho e fluido de perfuração das atividades offshore evidenciou um quadro complexo, sinalizando que outras fontes de destinação precisam ser avaliadas. O estudo indicou que todas as regiões portuárias destacadas, bem como os aterros apontados, terão um aumento significativo de atividade e de volume de resíduos recebidos, em especial os localizados no norte fluminense, devido à alta densidade de plataformas na Bacia de Campos.

PALAVRAS-CHAVE: disposição de resíduos, cascalho de perfuração, fluido de perfuração, impactos de poço offshore

INTRODUÇÃO

Em 2018 o Instituto brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) instituiu a Instrução Normativa nº 01/2018, na qual foi definido um novo modelo de gestão de fluidos e cascalhos de perfuração de atividades marítimas.

A partir de sua publicação seria dado aos operadores um prazo no qual não poderia mais ser realizado o descarte dos mencionados resíduos no mar. Em função desta normativa foi iniciada uma série de discussões e estudos, a fim de se definir as melhores alternativas de destinação final dos resíduos. Embora em 2019 a Instrução Normativa tenha sido revogada, as buscas por melhores práticas ainda estão em andamento.

O cascalho de perfuração é um material de granulometria variada, possuindo a composição química dependente do fluido com o qual entrou em contato durante a perfuração da rocha, tendo, majoritariamente, a composição da formação mineral perfurada (MENESES, 2015). Esse material é retirado do poço por meio de um fluido específico, chamado fluido de perfuração, em um processo considerado vital para o sistema de exploração de óleo e gás. Os fluidos podem ser de base aquosa ou não aquosa (GUIMARÃES, 2007). O cascalho impregnado com o fluido pode ser descartado de diferentes formas, no Brasil ele pode ser lançado na superfície da lâmina d'água ou no fundo oceânico, junto ao poço. A composição química desses resíduos é baseada, de forma geral, na composição do fluido utilizado no processo de perfuração e na composição das formações perfuradas, de acordo com suas proporções (GUIMARÃES, 2007). Dentre as diversas formas de disposição desse resíduos (Almeida et al 2017), uma das alternativas de descarte é o transporte em navios, a partir das plataformas de exploração, até um porto e o transporte terrestre até um aterro industrial.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo listar os aspectos e impactos relacionados ao armazenamento temporário, transporte e destinação de resíduos de cascalho e fluidos de perfuração de poços offshore, bem como relacionar os portos e aterros industriais, do Estado do Rio de Janeiro, que poderiam receber esses resíduos.

METODOLOGIA

Foram levantados os dados na literatura existente para o armazenamento e transporte dos cascalhos e fluidos de perfuração, correlacionando aspectos e impactos com determinada atividade ou local. Foram considerados os seguintes trechos: plataforma offshore; plataforma offshore e porto; porto; porto e aterro; aterro.

A localização das plataformas offshore existentes na Bacia de Campos e na Bacia de Santos foi obtida no site da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (www.anp.gov.br). A partir das informações coletadas, a pesquisa foi restringida ao estado do Rio de Janeiro. Em relação aos portos e aterros industriais no estado do Rio de Janeiro, a pesquisa foi realizada nos arquivos sobre licenciamento no site do Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Foram selecionados apenas aterros industriais, uma vez que os resíduos podem estar contaminados por óleo (Classe I, segundo NBR 10004-2004).

Posteriormente, as plataformas, portos e aterros industriais considerados neste estudo foram plotados no programa Google Earth. De posse dessas informações, as plataformas foram agrupadas segundo a proximidade geográfica entre elas e entre o porto mais próximo para o recebimento dos resíduos. O critério utilizado foi a menor distância, que, por sua vez, foi estimada por meio de uma linha reta entre as plataformas e os portos. O mesmo processo foi feito para avaliar quais aterros receberiam os resíduos de cada porto, ou seja, foi definido que os aterros industriais mais próximos aos portos (em linha reta) seriam o local de destinação final desses resíduos.

RESULTADOS

Em relação aos aspectos e impactos relacionados ao armazenamento temporário, transporte e destinação dos resíduos de cascalho e fluido de perfuração, considerando as atividades e locais avaliados, foi observado que muitos deles são constantes, como a possibilidade de contaminação do meio ambiente e a intoxicação dos operadores que manuseiam os resíduos.

Como pode ser observado no Quadro 1, nas plataformas os impactos ambientais (como a possível poluição do ambiente marinho) e os operacionais tiveram uma ocorrência maior. A chegada do cascalho e fluidos no fundo marinho pode afetar diretamente os organismos marinhos, em especial os bentônicos, uma vez que altera significativamente o meio físico (substrato) onde os organismos ocorrem. No entanto, o estudo de Santos et al. (2004) aponta que esse efeito pode ser localizado e temporário.

Os impactos operacionais nesse caso estão, especialmente, relacionados ao grande volume de resíduos gerados e aos problemas que isso pode causar, bem como à exposição dos trabalhadores a essas substâncias. A geração de cascalho na perfuração de um poço pode chegar a um volume 20% maior que o volume geométrico do cilindro perfurado do poço, em uma proporção de 13m³ para cada 100m de caminho perfurado, dependendo do diâmetro do poço (FIALHO, 2012)

Quadro 1: Aspectos e impactos do resíduo na plataforma offshore.
Fonte: Elaboração própria.

Aspecto	Tipo de Impacto	Impacto
Geração de cascalho e fluidos durante a perfuração.	Ambiental	Alteração das características do sedimento próximo ao poço.
		Impacto nos organismos do entorno por meio, por exemplo, do consumo de substâncias tóxicas.
		Alteração momentânea da qualidade da água no entorno.
Risco de levantamento de sedimento durante a perfuração.	Ambiental	Supressão de luz (podendo afetar algas), soterramento de organismos e destruição de habitat.
Risco no armazenamento temporário na plataforma.	Ambiental	Possível contaminação do ambiente marinho com vazamento de resíduo.
Risco à saúde dos operadores expostos.	Técnico/Operacional	Intoxicação do operador e desenvolvimento de doenças ocupacionais relacionadas ao resíduo tóxico.
		Acidentes envolvendo o manuseio da carga entre a plataforma e o navio que irá retirar o resíduo.
Necessidade de aumentar a área destinada ao armazenamento temporário.	Técnico/Operacional e Econômico	Aumento dos custos de operação.
Risco de extrapolação da capacidade de armazenamento do resíduo na plataforma.	Técnico/Operacional e Econômico	Possível parada de produção.

Tanto no transporte do resíduo da plataforma para o porto, quanto do porto para o aterro, foram listados impactos ambientais, econômicos e técnico/operacionais. Em relação aos impactos ambientais pode-se citar a poluição atmosférica e a sonora, devido ao aumento da circulação de embarcações e veículos. No caso dos impactos do tipo técnico/operacional, durante o transporte dos resíduos da plataforma para o porto, deve ser mencionado o risco de condições climáticas adversas, impossibilitarem a retirada dos resíduos, o que pode afetar negativamente a produção da plataforma. Por outro lado, ocorreria um impacto positivo na economia através da geração de empregos. No entanto, a isto também está atrelado o aumento dos custos da operação o que gera um problema econômico, uma vez que haverá a necessidade de contratação adicional de pessoal e equipamentos (Quadros 2 e 3).

Quadro 2: Aspectos e impactos no transporte do resíduo da plataforma offshore para o porto.

Fonte: Elaboração própria.

Aspecto	Tipo de Impacto	Impacto
Risco de vazamento do resíduo no transporte marítimo da carga.	Ambiental	Possível contaminação do ambiente marinho.
Risco de tombamento durante o carregamento e descarga do resíduo.		
Risco de condições climáticas adversas no período programado de deslocamento dos navios.	Técnico/Operacional	Impossibilidade de retirada dos resíduos da plataforma levando à extrapolação da capacidade de armazenamento.
Necessidade de contratação adicional de pessoal, equipamentos e transporte.	Econômico	Aumento dos custos de operação. Geração de empregos.
Emissão de fumaça devido ao consumo de combustível pelos navios.	Ambiental	Poluição atmosférica.
Geração de ruído pelos navios e máquinas.	Ambiental	Poluição sonora.
Risco à saúde dos operadores expostos.	Técnico/Operacional	Intoxicação do operador e desenvolvimento de doenças ocupacionais relacionadas ao resíduo tóxico.

Quadro 3: Aspectos e impactos no transporte do resíduo do porto para o aterro industrial.

Fonte: Elaboração própria.

Aspecto	Tipo de Impacto	Impacto
Risco de vazamento do resíduo no transporte terrestre da carga.	Ambiental	Possível contaminação do ambiente terrestre.
Risco de tombamento durante o carregamento e descarga do resíduo.		
Emissão de fumaça devido ao consumo de combustível pelos caminhões	Ambiental	Poluição atmosférica.
Geração de ruído pelos caminhões.	Ambiental	Poluição sonora.
Risco à saúde dos operadores expostos.	Técnico/Operacional	Intoxicação do operador e desenvolvimento de doenças ocupacionais relacionadas ao resíduo tóxico. Acidentes envolvendo o manuseio da carga entre o porto e o aterro que irá receber o resíduo.
Risco do aumento do trânsito de caminhões nas estradas.	Técnico/Operacional	Acidentes de trânsito.
	Econômico	Possível aumento dos custos de manutenção nas estradas.
Necessidade de contratação adicional de pessoal, equipamentos e transporte.	Econômico	Aumento dos custos de operação.
		Geração de empregos.

No que diz respeito aos portos, também foram elencados aspectos e impactos relacionados ao recebimento dos cascalhos. Ao contrário do que ocorreu nas outras atividades e locais, neste caso os impactos técnicos/operacionais e econômicos tiveram uma ocorrência maior que o ambiental. Dentre os citados no Quadro 4, pode-se destacar a possível contaminação do meio ambiente, caso ocorra algum vazamento e o local de armazenamento temporário não tenha as proteções adequadas. Também foi destacado o risco à saúde dos operadores, uma vez que podem ocorrer acidentes envolvendo o manuseio da carga entre o navio e o porto e, também, na estocagem.

Quadro 4: Aspectos e impactos do resíduo no porto. Fonte: Elaboração própria.

Aspecto	Tipo de Impacto	Impacto
Acondicionamento temporário da carga no porto.	Ambiental	Possível contaminação do solo, lençol freático e do ambiente marinho.
	Econômico	Aumento na arrecadação de impostos.
	Técnico/Operacional e Ambiental	Aumento no trânsito de navios e de pessoal.
Necessidade de contratação adicional de pessoal.	Econômico	Aumento dos custos de operação.
		Geração de empregos.
Risco à saúde dos operadores expostos.	Técnico/Operacional	Intoxicação do operador e desenvolvimento de doenças ocupacionais relacionadas ao resíduo tóxico.
		Acidentes envolvendo o manuseio da carga entre o navio e o porto, e na estocagem.

Em relação a disposição final no aterro industrial, novamente foram encontrados aspectos ambientais, econômicos e operacionais. Aqui, diferentemente do que foi observado nas situações anteriores, a ocorrência de impactos econômicos foi igual a de impactos ambientais. Dentre os listados no Quadro 5 é importante mencionar a questão da disponibilidade

de locais adequados para a disposição desses resíduos, tendo em vista que possivelmente a quantidade que será destinada a estes aterros será bastante volumosa, o que pode acarretar na redução da vida útil dos aterros industriais hoje em funcionamento. Soma-se a isso a questão de que para uma área receber um resíduo Classe I, ela precisa atender a diversos requisitos previstos na legislação, desse modo, encontrar outras localidades que possam receber novos aterros poderá ser uma dificuldade. Em terra a presença de sais nos resíduos de cascalhos pode trazer consequências graves ao meio ambiente. Altas concentrações de sal solúvel no solo aumentam o potencial osmótico, causando danos as plantas, além da possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos por lixiviação. Ainda segundo Fialho (2012) nesses resíduos podem estar presentes metais sob a forma de óxidos, além dos metais detectados no cascalho com o arsênio, bário, cádmio, chumbo, mercúrio, prata e selênio.

Quadro 5: Aspectos e impactos do resíduo nos aterros industriais. Fonte: Elaboração própria.

Aspecto	Tipo de Impacto	Impacto
Acondicionamento da carga no aterro.	Ambiental	Possível contaminação do solo e lençol freático.
	Econômico	Aumento na arrecadação de impostos.
	Econômico	Aumento dos custos de operação (para o gerador do resíduo).
	Econômico	Investimento em infraestrutura e monitoramento ambiental do resíduo.
	Técnico/Operacional e Ambiental	Aumento no trânsito de caminhões e de pessoal.
Geração de ruído pelo trânsito dos caminhões.	Ambiental	Poluição sonora.
Disponibilidade de local adequado para a disposição do resíduo	Ambiental	Diminuição da vida útil dos aterros industriais, criando uma demanda por mais aterros.
Risco à saúde dos operadores expostos.	Técnico/Operacional	Intoxicação do operador e desenvolvimento de doenças ocupacionais relacionadas ao resíduo tóxico.
		Acidentes envolvendo o manuseio da carga no aterro.

O estudo realizou ainda, uma análise relacionando os poços de extração, os portos e aterros industriais do Estado do Rio de Janeiro que poderiam receber os resíduos de cascalho e fluido de perfuração. Para isso, foram plotadas no Google Earth as plataformas das Bacias de Campos e Santos, selecionando apenas as que estavam mais próximas ao limite do Estado do Rio de Janeiro e excluindo desta forma, as plataformas da Bacia de Santos próximas ao Estado de São Paulo e as plataformas da Bacia de Campos próximas ao Estado do Espírito Santo. Das 22 plataformas da Bacia de Santos, foram consideradas 20 para o presente estudo. Já no caso da Bacia de Campos, 54 das 59 estão mais próximas à costa fluminense (Figura 1).

No estado do Rio de Janeiro existe mais de 20 portos com capacidade, seja instalada ou potencial, para recebimento e armazenamento temporário desses resíduos. Eles foram distribuídos em quatro regiões ao longo do litoral fluminense: Região de Angra dos Reis e Itaguaí; Região da Baía de Guanabara; Região de Arraial do Cabo e Região do Norte Fluminense. Além disso, foram localizados os aterros industriais e incineradores para resíduos industriais mais próximos das regiões de portos destacadas. Estes destinos para os resíduos foram separados por município: Resende, Magé, Belford Roxo e Quissamã.

A partir da Figura 1 pode-se observar que os resíduos recebidos na Região de Angra dos Reis e Itaguaí têm como melhor rota a cidade de Resende. No caso da Região da Baía de Guanabara, os resíduos podem ser destinados tanto para Magé como para Belford Roxo. A Região de Arraial do Cabo tem como opções a cidade de Magé e a cidade de Quissamã. Por fim, a Região do Norte Fluminense tem um caminho natural até a cidade de Quissamã. As cores semelhantes no mapa indicam as rotas naturais de chegada dos cascalhos.

Page et al (2003) destacam que apesar da opção pela disposição final de cascalho e fluidos de perfuração não seja incomum em outros países, no Brasil isso não ocorre. Cabe aqui destacar que a maior parte da produção de óleo e gás do Brasil vem de plataformas *offshore*, o que pode tornar a disposição desse resíduo em aterros bastante onerosa, dependendo das distâncias a serem percorridos. Não se pode deixar de descartar ainda, a possibilidade da ocorrência de acidentes ao longo da rota.

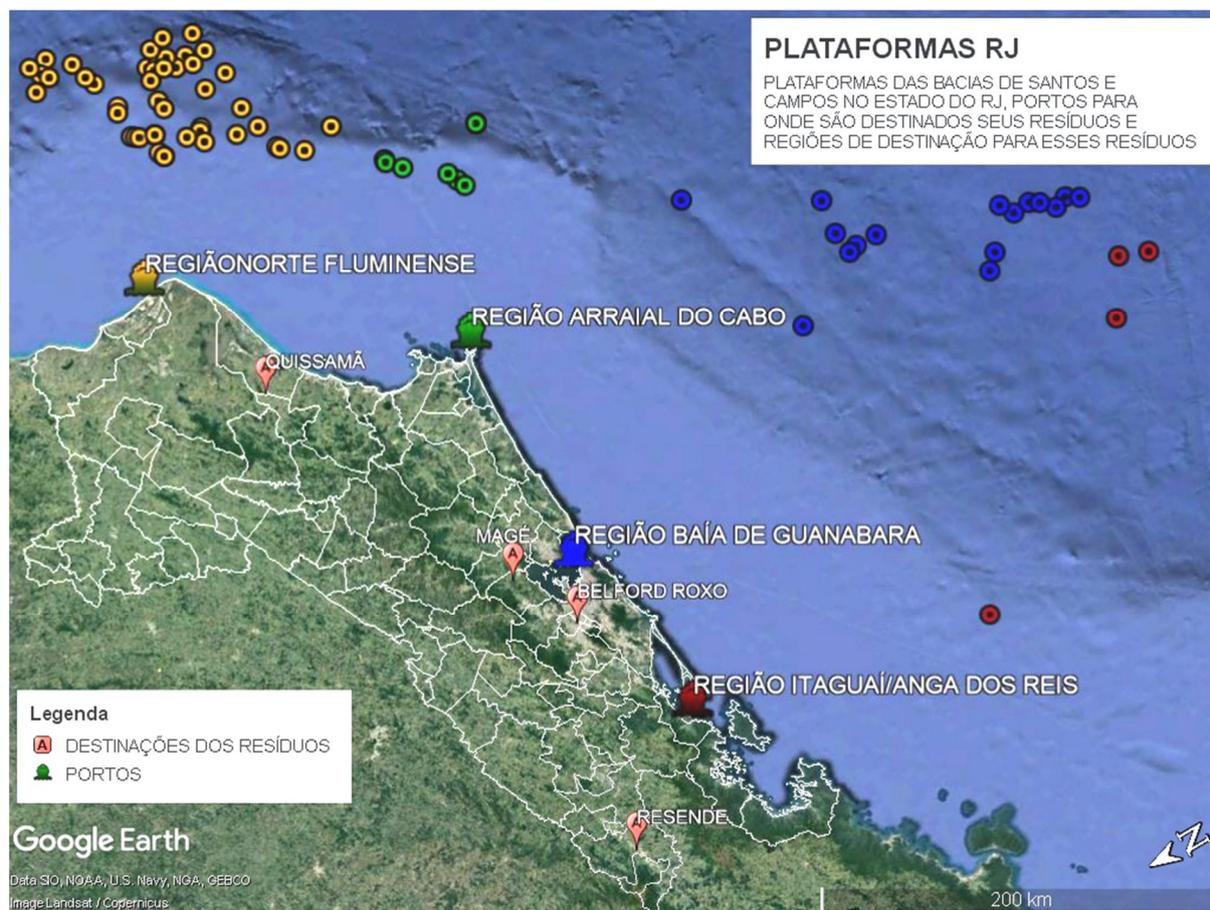


Figura 1: Distribuição das plataformas (círculo), portos (navios) e aterros industriais (ícones com a letra 'A') no Estado do Rio de Janeiro. As cores semelhantes indicam possíveis rotas entre as plataformas e os portos.

Fonte: Elaboração própria.

CONCLUSÕES

O estudo indica que todas as regiões portuárias destacadas, bem como os aterros sinalizados, terão um aumento significativo de atividade e de volume de resíduos recebidos, em especial os localizados no norte fluminense, devido à alta densidade de plataformas na Baía de Campos. Ademais, o levantamento dos principais aspectos e impactos da destinação final em aterros industriais dos resíduos de cascalho e fluido de perfuração das atividades offshore evidencia um quadro complexo, sinalizando que outras fontes de destinação precisam ser avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em <http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas>. Acesso: 15 junho de 2019.
2. Almeida, P. C. de. **Análise técnico-ambiental de alternativas de processamento de cascalho de perfuração offshore**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em <http://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli1723.pdf>. Acesso: 29 de julho de 2019.
3. Almeida, P. C. de; Araujo, O. de Q. F.; Medeiros, J. L. **Managing offshore drill cuttings waste for improved sustainability**. Journal of Cleaner Production 165:143-156.2017. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617314907>. Acesso: 25 de julho de 2019.
4. Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT). **NBR 10004 - 2004 - Classificação de resíduos Sólidos**. 2ª ed. 72f.
5. Caseli, R.; Gonçalves, O.; Braga, S.; Jasmin, M. **O gerenciamento de resíduos na indústria de petróleo e gás: uma proposta de gestão integrada**. Interciencia 36 (11): 808-815. 2011. Disponível em <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/808-QUELHAS-8.pdf>. Acesso: 31 de julho de 2019.

6. Farias, E. M. M. **Gerenciamento de resíduos sólidos nas atividades de exploração offshore de óleo e gás. Dissertação.** Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ. 141 f. 2013. Disponível em <http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2013/peamb2013EmilyFarias.pdf>. Acesso: 28 de julho de 2019.
7. Fialho, P.F. **Cascalho de perfuração de poços de petróleo e gás. Estudo do potencial de aplicação em concreto.** Dissertação (Mestrado Engenharia Civil). Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. 2012.
8. Guimarães, I.B., Rossi, L.F.S. **Estudo dos constituintes dos fluidos de perfuração: proposta de uma formulação otimizada e ambientalmente correta.** 4º PDPETRO, Campinas, SP, 2007. Disponível em http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/4/resumos/4PDPETRO_2_2_0041-1.pdf. Acesso: 01 de agosto de 2019.
9. Gurgel, C. A. V.; Queiroz, G. B. de; Santos, E. L. S. C. dos; Galvão, M. L. de M. **Impactos de extração do petróleo (óleo e gás) no Rio Grande do Norte, na Região do Alto do Rodrigues/RN.** Revista Holos 3: 130-147. 2013. Disponível em <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/715>. Acesso: 02 de agosto de 2019.
10. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). **Instrução Normativa no 01, 2018.** Define Diretrizes Que Regulamentam As Condições Ambientais de Uso e Descarte de Fluidos, Cascalhos e Pastas de Cimento nas Atividades de Perfuração Marítima de Poços e Produção de Petróleo e Gás, Estabelece O Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos, e dá outras providências.
11. Meneses, C.G., Paula, G.A. **Avaliação do resíduo de cascalho de perfuração de poços de petróleo da Bacia Potiguar e alternativas para sua destinação e reaproveitamento.** Revista eletrônica de Petróleo e Gás. 3(1): 29-38. 2014-2015. Disponível em <https://repositorio.unp.br/index.php/runpetro/article/view/861>. Acesso: 26 de julho de 2019.
12. Page, P.W., Greaves, C., Lawson, R., Hayes, S., Boyle, F. **Options for the recycling of drill cuttings.** In: Proceedings SPE/EPA/DOE Exploration and Production Environmental Conference, 10-12 March, San Antonio, Texas, U.S.A. 2003.
13. PETROBRAS/ANP. **Cláusulas de investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica: Plano de trabalho de projeto ou programa - PTR Parte A.** 76 f.2016
14. Souza, A. S.de. **Acordo de Cooperação Técnica Nº 01/2013 - Medidas mitigadoras adotadas pelo IBAMA.** In: IBAMA/MMA - Workshop Rodolitos. Disponível em <https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2015/10/Mesa4-Apresenta%C3%A7%C3%A3o-Alexandre-Souza1.pdf>. Acesso: 30 de julho de 2019.