

II-196 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA OLEOSA DE UM SISTEMA DE TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS

Ana Paula Camargo de Vicente⁽¹⁾

Administradora com Habilitação em Gestão Ambiental pela Faculdade Ávila de Ciências Humanas e Exatas. Especialista em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Profissional de Meio Ambiente da empresa Elfe Soluções em Serviços Ltda., a serviço da Petrobras Transporte S/A – Transpetro.

Carlos Alberto Rodrigues Torres⁽²⁾

Graduado em Química Tecnológica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Mestre em Gestão de Negócios pela Universidade Católica de Santos (Unisantos). Químico de petróleo da empresa Petróleo Brasileiro S/A – Petrobras, cedido para a Petrobras Transporte S/A – Transpetro.

Andrea Dietrich Martini⁽³⁾

Engenharia Química pela Escola de Engenharia Mauá. Mestre em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo (USP). Coordenadora de Meio Ambiente da Regional São Paulo Planalto Centro-Oeste da Petrobras Transporte S/A – Transpetro.

Rogério de Araújo Almeida⁽⁴⁾

Graduado, Mestre e Doutor em Agronomia, pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Especialista em Máquinas Agrícolas (UFLA) e em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos (UFG). Professor da Escola de Agronomia e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Meio Ambiente (UFG).

Endereço⁽¹⁾: Rodovia SEN 001, Km 01, s/nº, Zona Industrial, Senador Canedo – GO – CEP 75.250-000 - Brasil - Tel: (62) 4005-0349 - e-mail: anapaulacamargo.elfe@petrobras.com.br

RESUMO

O presente trabalho objetivou caracterizar qualitativamente e quantitativamente a água oleosa gerada por terminais de armazenamento de combustíveis de um sistema de oleoduto para fins de definição de uma alternativa viável para o seu tratamento; bem como, verificar o atendimento à legislação aplicável à atividade de descarte de efluentes. A caracterização foi realizada no período de julho/09 a junho/10 e foram analisados os volumes gerados e os parâmetros relacionados pelo Artigo 1º da Resolução nº 397 (CONAMA, 2008) que são: Arsênio, Bário, Boro, Cádmio, Chumbo, Cianeto Livre, Cianeto Total, Clorofórmio, Cobre Dissolvido, Cromo Hexavalente, Cromo Trivalente, DBO, Detergentes, Dicloroetano, DQO, Estanho, Fenóis Totais, Ferro Solúvel, Fluoretos, Manganês, Materiais Flutuantes, Materiais (sólidos) Sedimentáveis, Mercúrio, Níquel, Nitrogênio Amoniacal, Óleos e Graxas, pH, Prata Total, Selênio, Sólidos Suspensos Totais, Sulfetos, Temperatura Ambiente, Temperatura da Amostra, Tetracloroeto de Carbono, Tricloroetano e Zinco. A análise quantitativa revelou que a geração de efluentes é sazonal, evidenciando-se a afirmativa da empresa de que é inviável dispor de uma unidade fixa de tratamento de efluentes, portanto uma unidade móvel de tratamento de efluentes seria uma alternativa destacável para a gestão da água oleosa dos cinco terminais do sistema estudado. Foram identificados como parâmetros prioritários a serem considerados pela empresa para fins de definição de viabilidade técnica de tratamento do efluente de água oleosa: cianeto livre; DBO; DQO; fenóis; ferro solúvel; manganês; nitrogênio amoniacal total; óleos e graxas; pH; prata e sólidos suspensos.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente industrial, indústria petroquímica, tratamento de efluentes.

INTRODUÇÃO

O sistema de armazenamento e transporte de combustíveis estudado (Oleoduto São Paulo – Brasília) tem como função escoar gasolina, diesel e gás liquefeito de petróleo – GLP para toda a região Centro-Oeste do Brasil. O Sistema compõe-se principalmente de cinco terminais (Ribeirão Preto, Uberaba, Uberlândia, Senador Canedo e Brasília) e duas Estações de Bombeamento (Pirassununga e Buriti Alegre) e um poliduto de 964 quilômetros de extensão conforme o representado na Figura 1.

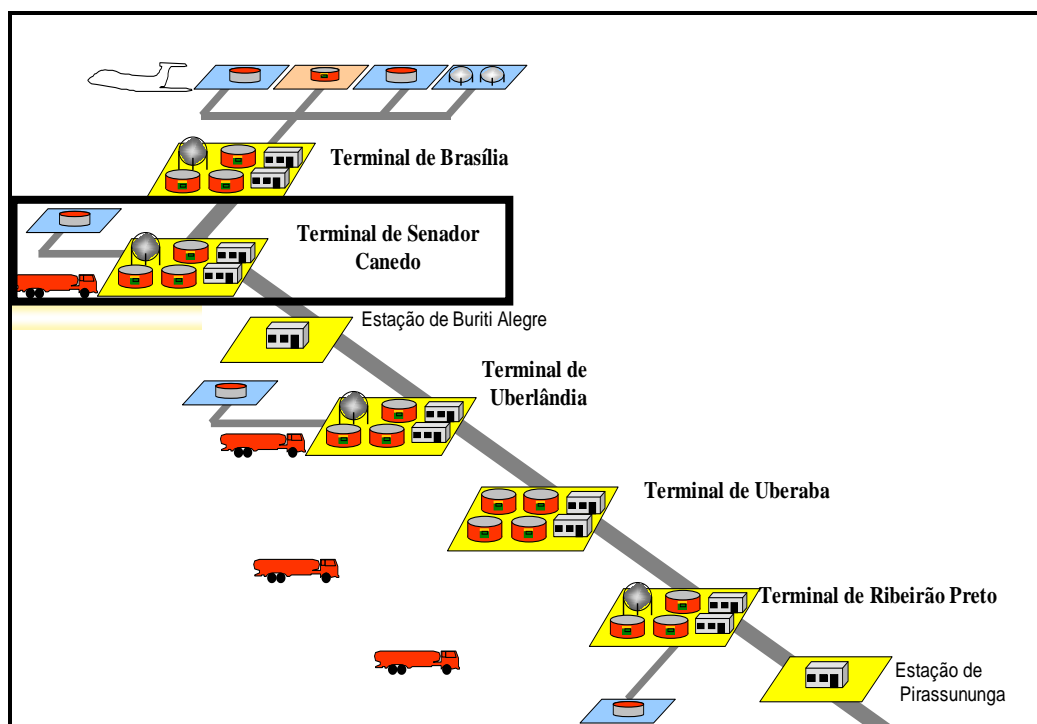


Figura 1: Representação do Oleoduto São Paulo – Brasília. Fonte: Transpetro (2009).

Na maioria dos locais onde foram instalados os terminais do Oleoduto não havia disponibilidade de água tratada e nem de corpo receptor para destinação final de efluentes. Dentre os sistemas de efluentes existentes nestes terminais encontra-se o sistema oleoso. Tal sistema consiste naquele para o qual são enviadas as correntes aquosas caracterizadas pela presença constante de hidrocarbonetos, podendo conter sólidos suspensos e dissolvidos e outros contaminantes. Suas principais contribuições são águas de chuva, de controle de emergência, de lavagem de pisos e de drenagem, coletadas em locais tais como: fundo dos tanques; casa de bombas; áreas de carga e descarga de caminhões para petróleo ou seus derivados; manifolds e scrapers e laboratório. O efluente oleoso, denominado também de água oleosa, é o que é gerado em maior quantidade nestes terminais.

Estes terminais não dispõem de sistema de tratamento de efluentes, mas, somente, de sistema de drenagem e armazenamento. Com isso a água oleosa é recolhida por empresa terceirizada, devidamente licenciada, que realiza o tratamento e a destinação final do efluente fora dos terminais. A terceirização do tratamento da água oleosa foi considerada, pela empresa, mais apropriada do que dispor de uma estação de tratamento fixa, já que a geração destes efluentes é sazonal. Se tais unidades tivessem sua própria estação de tratamento de efluentes, tal estação passaria boa parte dos dias de um ano inoperante por falta de efluente a ser tratado. A medida adotada pela empresa é considerada dispendiosa e a atividade de transporte de efluentes envolve uma série de riscos para o tráfego nas rodovias da região. Estes fatores motivam a busca de uma alternativa para a minimização dos custos no tratamento e disposição final de seus efluentes e a diminuição de volume de cargas perigosas transitadas nas rodovias. Neste contexto o ponto de partida para o alinhamento de uma solução viável para o tratamento de águas oleosas da empresa em estudo se faz com a caracterização do efluente. Assim, este trabalho objetivou caracterizar qualitativamente e quantitativamente a água oleosa gerada pelos terminais armazenamento de combustíveis de um sistema de oleoduto para fins de definição de uma alternativa viável para o seu tratamento.

As águas oleosas podem ainda ser encontradas em outras empresas tais como postos de gasolina; concessionárias de automóveis; indústrias automobilísticas; indústrias alimentícias; indústrias de produtos de limpeza; etc. Parte destes empreendimentos citados também não dispõe de uma estação de tratamento de efluentes em suas plantas, seja pela indisponibilidade de espaço, seja pela falta de viabilidade de tal estrutura que ficaria ociosa grande parte do ano. Com isso seus efluentes também são transportados por empresas terceirizadas para tratamento em plantas fixas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada a caracterização qualitativa e quantitativa do efluente de água oleosa gerada nos cinco terminais de armazenamento de combustíveis integrantes do sistema de armazenamento e transporte de combustíveis em estudo.

Procedeu-se ao levantamento dos volumes gerados de água oleosa pelos terminais no período de julho/09 a junho/10 quando foi registrada a geração mensal de efluentes em m³. Concomitantemente, foi realizada a caracterização qualitativa dos efluentes.

As amostragens e análises foram realizadas por um laboratório terceirizado, que atendeu a um planejamento de amostragem tal como o determinado pela Norma n° 9.897 (ABNT, 1987a) e seguiu metodologia preconizada pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WPCF, 1995), além da Norma n° 9.898 (ABNT, 1987b). Os serviços de planejamento, amostragem e análises foram fiscalizados para a validação dos resultados.

Nos laudos analíticos foram considerados os parâmetros relacionados pelo Artigo 1° da Resolução n° 397 (CONAMA, 2008), que altera a Resolução n° 357 (CONAMA, 2005) e orienta as condições e parâmetros de lançamento de efluentes. Na Tabela 1 são apresentados tais parâmetros.

Tabela 1: Concentrações máximas permitidas para a disposição de efluentes em corpos d' água.

PARÂMETROS	VMP ¹	PARÂMETROS	VMP
Arsênio total	0,5 mg L ⁻¹ As	Manganês	1 mg L ⁻¹ Mn
Bário	5 mg L ⁻¹ Ba	Materiais flutuantes	Ausentes
Boro	5 mg L ⁻¹ B	Materiais (sólidos) sedimentáveis	1 mL L ⁻¹
Cádmio	0,2 mg L ⁻¹ Cd	Mercúrio	0,01 mg L ⁻¹ Hg
Chumbo	0,5 mg L ⁻¹ Pb	Níquel	2 mg L ⁻¹ Ni
Cianeto total	1 mg L ⁻¹ Cn	Nitrogênio amoniacal	20 mg L ⁻¹ N
Cianeto livre	0,2 mg L ⁻¹ Cn	Óleos e graxas ²	20 mg L ⁻¹
Clorofórmio	1 mg L ⁻¹	Óleos e graxas ³	50 mg L ⁻¹
Cobre	1 mg L ⁻¹ Cu	pH	5 < pH < 9
Cromo hexavalente	0,1 mg L ⁻¹ Cr ⁻⁶⁺	Prata	0,1 mg L ⁻¹ Ag
Cromo trivalente	1 mg L ⁻¹ Cr ⁻³⁺	Selênio	0,3 mg L ⁻¹ Se
Dicloroetano	1 mg L ⁻¹	Sulfetos	1 mg L ⁻¹ S
Estanho	4 mg L ⁻¹ Sn	Temperatura do líquido	40°C
Fenóis	0,5 mg L ⁻¹ C ₆ H ₅ OH	Tetracloroeto de carbono	1 mg L ⁻¹
Ferro solúvel	15 mg L ⁻¹ Fe	Tricloroetano	1 mg L ⁻¹
Fluoretos	10 mg L ⁻¹ F	Zinco	5 mg L ⁻¹ Zn

¹ VMP: Valor máximo permitido; ² Óleos e graxas minerais; ³ Óleos e graxas (óleos vegetais e gorduras animais). FONTE: Adaptado de Conama (2008).

Os laudos passaram por uma análise crítica em que os resultados obtidos foram relacionados com os parâmetros legais vigentes constantes na Resolução n° 397 (CONAMA, 2008), não tendo sido utilizada a Resolução n° 430 (CONAMA, 2011) em decorrência do período de realização das amostragens preceder sua promulgação.

Os dados obtidos, quantitativos e qualitativos, foram dispostos em planilhas de forma que pudessem ser identificados os parâmetros prioritários a serem abordados pela empresa diante de seu estudo de utilização de uma unidade móvel de tratamento de efluentes.

RESULTADOS

Na Tabela 2 é apresentada a caracterização quantitativa da água oleosa gerada pelo sistema de oleoduto estudado no período de julho/09 a junho/10.

Tabela 2: Caracterização quantitativa (m³) da água oleosa no período de julho/09 a junho/10

Jul./09	Ago./09	Set./09	Out./09	Nov./09	Dez./09
54	81	189	324	618	19,8
Jan./10	Fev./10	Mar./10	Abr./10	Mai./10	Jun./10
702	634	972	486	324	190,8

A partir da Tabela 2 verifica-se a sazonalidade da geração de efluentes. A maior geração ocorreu no período chuvoso. Desta forma é possível identificar que, dentre as contribuições da geração de efluentes para o sistema oleoso do terminal, a água de chuva é a de maior contribuição. A água de chuva entra em contato com o produto principalmente nos tanques de armazenamento de combustíveis com teto flutuante. O teto flutuante acompanha o volume do tanque na medida em que é recebido ou drenado o produto (diesel ou gasolina), desta forma a água pluvial, que tem contato com as paredes do costado do tanque e consequentemente com o produto, é drenada para o sistema oleoso.

Nas Tabelas de 3 a 7 são apresentadas as caracterizações qualitativas das águas oleosas geradas nos cinco terminais, cujas análises foram realizadas dentro do período chuvoso no período de julho/09 a julho/10. Os parâmetros cujos valores obtidos ficaram abaixo dos limites delimitados pela Resolução nº 397 (CONAMA, 2008), não foram citados nas Tabelas.

Tabela 3: Caracterização qualitativa da água oleosa do Terminal de Brasília

Parâmetros	Unidade	Resultados			VMP	Média	Mínimo	Máximo
		1	2	3				
Cianeto livre	mg L ⁻¹ CN	0,03	0,03	<0,005	0,2	0,02	<0,005	0,03
DBO	mg L ⁻¹	2.400	2.033	11.833	---	5.422	2.033	11.833
DQO	mg L ⁻¹	6.810	5.220	49.850	---	20.626,66	5.220	49.850
Fenóis	mg L ⁻¹ C ₅ H ₆ OH	<0,001	<0,001	0,004	0,5	0,001	<0,001	0,004
Ferro solúvel	mg L ⁻¹ Fe	22,60	16,25	178,50	15	72,45	16,25	178,5
Manganês	mg L ⁻¹ Mn	1,24	0,88	6,05	1	2,72	0,88	6,05
Nitrogênio amoniacal	mg L ⁻¹ N	170,24	117,04	554,40	20	280,56	117,04	554,4
Óleos e graxas	mg L ⁻¹	84,6	239,3	2.406,6	¹	910,17	84,6	2.406,6
pH	---	6,42	7,2	6,48	5 - 9	6,7	6,42	7,2
Prata	mg L ⁻¹ Ag	0,02	0,003	<0,001	0,1	0,007	<0,001	0,002
Sólidos suspensos	mg L ⁻¹	132	82,5	971	---	395,17	82,5	971

¹ Valor máximo permissível para Óleos Minerais = 20 mg/L e Óleos Vegetais e Gordura Animal = 50 mg/L

Tabela 4: Caracterização qualitativa da água oleosa do Terminal de Ribeirão Preto

Parâmetros	Unidade	Resultados			VMP	Média	Mínimo	Máximo
		1	2	3				
Cianeto livre	mg L ⁻¹ CN	0,01	0,1	0,008	0,2	0,04	0,01	0,1
DBO	mg L ⁻¹	1.566	2.410	2.715	---	2.230	1.566	2.715
DQO	mg L ⁻¹	3.720	3.970	3.000	---	2.563,33	3.000	3.970
Fenóis	mg L ⁻¹ C ₅ H ₆ OH	34	0,003	0,003	0,5	11,34	0,003	34
Ferro solúvel	mg L ⁻¹ Fe	4,19	2,41	2,86	15	3,15	2,41	4,19
Manganês	mg L ⁻¹ Mn	0,2	0,17	0,14	1	0,17	0,14	0,2
Nitrogênio amoniacal	mg L ⁻¹ N	13	123,2	28	20	54,73	13	123,2
Óleos e graxas	mg L ⁻¹	698	214,7	706,7	---	539,8	214,7	706,7
pH	---	6,65	6,73	5,64	5 - 9	6,34	5,64	6,73
Prata	mg L ⁻¹ Ag	0,03	0,004	0,004	0,1	0,01	<0,001	0,03
Sólidos suspensos	mg L ⁻¹	105	<10	25,5	---	65	<10	105

Tabela 5: Caracterização qualitativa da água oleosa do Terminal de Senador Canedo

Parâmetros	Unidade	Resultados			VMP	Média	Mínimo	Máximo
		1	2	3				
Cianeto livre	mg L ⁻¹ CN	0,24	0,19	0,19	0,2	0,21	0,19	0,24
DBO	mg L ⁻¹	1.600	2.000	2.466	---	1.200	1.600	2.000
DQO	mg L ⁻¹	4.290	3.940	5.220	---	4.483,33	3.940	5.220
Fenóis	mg L ⁻¹ C ₅ H ₆ OH	178	0,003	0,05	0,5	59,350	0,003	178
Ferro solúvel	mg L ⁻¹ Fe	4,62	1,49	6,9	15	4,34	1,49	6,9
Manganês	mg L ⁻¹ Mn	0,36	0,23	0,53	1	0,37	0,23	0,53
Nitrogênio amoniacal	mg L ⁻¹ N	89,6	98,56	156,8	20	114,99	89,6	156,8
Óleos e graxas	mg L ⁻¹	46,6	176,6	42,6	---	88,6	42,6	3
pH	---	6,87	7,74	6,91	5 - 9	7,17	6,87	7,74
Prata	mg L ⁻¹ Ag	0,03	<0,001	<0,001	0,1	0,01	<0,001	0,03
Sólidos suspensos	mg L ⁻¹	22	18	35	---	25	18	35

Tabela 6: Caracterização qualitativa da água oleosa do Terminal de Uberaba

Parâmetros	Unidade	Resultados			VMP	Média	Mínimo	Máximo
		1	2	3				
Cianeto livre	mg L ⁻¹ CN	0,02	<0,005	0,01	0,2	0,03	<0,005	0,02
DBO	mg L ⁻¹	12.000	9.040	44.000	---	21.680	9.040	44.000
DQO	mg L ⁻¹	49.250	23.000	95.900	---	56.050	23.000	95.900
Fenóis	mg L ⁻¹ C ₅ H ₆ OH	34,5	26	53,4	0,5	37,97	26	53,4
Ferro solúvel	mg L ⁻¹ Fe	6,09	3,65	<0,01	15	3,27	<0,01	6,09
Manganês	mg L ⁻¹ Mn	0,2	0,09	0,03	1	0,11	0,03	0,2
Nitrogênio amoniacal	mg L ⁻¹ N	34,16	20,72	56	20	36,96	20,72	56
Óleos e graxas	mg L ⁻¹	178,7	6.824,7	208,81	---	2.404,07	178,7	6.824,7
pH	---	6,49	6,18	6,51	5 - 9	6,39	6,18	6,51
Prata	mg L ⁻¹ Ag	0,03	<0,001	<0,001	0,1	0,01	<0,001	0,03
Sólidos suspensos	mg L ⁻¹	28	77,5	185,5	---	97	28	185,5

Tabela 7: Caracterização qualitativa da água oleosa do Terminal de Uberlândia

Parâmetros	Unidade	Resultados			VMP	Média	Mínimo	Máximo
		1	2	3				
Cianeto livre	mg L ⁻¹ CN	0,13	0,05	0,24	0,2	0,14	0,05	0,24
DBO	mg L ⁻¹	2.719	2.870	1.359	---	1.863	1.359	287
DQO	mg L ⁻¹	7.130	9.860	3.900	---	5.663,33	3.900	9.860
Fenóis	mg L ⁻¹ C ₅ H ₆ OH	125	34	258	0,5	139	0,003	258
Ferro solúvel	mg L ⁻¹ Fe	10	47,45	13,62	15	23,69	10	47,45
Manganês	mg L ⁻¹ Mn	1,24	1,36	0,96	1	1,19	0,96	1,36
Nitrogênio amoniacal	mg L ⁻¹ N	91,28	151,2	106,40	20	116,29	91	151,2
Óleos e graxas	mg L ⁻¹	43,2	88	14,6	---	48,6	14,6	88
pH	---	6,58	5,86	6,46	5 - 9	6,3	5,86	6,58
Prata	mg L ⁻¹ Ag	0,008	<0,001	<0,001	0,1	0,003	<0,001	0,008
Sólidos suspensos	mg L ⁻¹	44	127	17	---	63	10	127

No Terminal de Brasília observaram-se abaixo dos valores máximos permissíveis: 100% das amostras de DBO, DQO, ferro solúvel, nitrogênio amoniacal e óleos e graxas; 66% das amostras de manganês; e 33% das amostras de sólidos suspensos.

No Terminal de Ribeirão Preto observaram-se abaixo dos valores máximos permissíveis: 100% das amostras de DBO, DQO e óleos e graxas; 66% das amostras de nitrogênio amoniacal; 33% das amostras de fenóis, pH e prata.

No Terminal de Senador Canedo observaram-se abaixo dos valores máximos permissíveis: 100% das amostras de DBO, DQO, nitrogênio amoniacal e óleos e graxas; 33% das amostras de cianeto livre, cianeto total, fenóis e prata.

No Terminal de Uberaba observaram-se abaixo dos valores máximos permissíveis: 100% das amostras de DBO, DQO, fenóis, nitrogênio amoniacal e óleos e graxas; 33% das amostras de boro, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos.

No Terminal de Uberlândia observaram-se abaixo dos valores máximos permissíveis: 100% das amostras de DBO, DQO, fenóis e nitrogênio amoniacal; 66% das amostras de manganês e óleos e graxas; 33% das amostras de chumbo, cianeto livre, ferro solúvel, pH e sólidos suspensos.

A partir da caracterização qualitativa realizada foi possível conhecer o efluente bruto do sistema de armazenamento e transporte de combustíveis; orientar a definição tecnologia mínima esperada para a futura unidade móvel de tratamento de efluentes a ser testada no sistema e determinar os parâmetros relevantes a serem monitorados no decorrer da operação da unidade.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir dos resultados observados é possível concluir que:

A quantidade de efluentes gerados é sazonal, ou seja, durante o período chuvoso é maior o volume de efluentes, evidenciando-se assim a afirmativa da empresa que seria inviável dispor de uma unidade fixa de tratamento de efluentes. Neste contexto uma unidade móvel de tratamento de efluentes seria uma alternativa destacável para a gestão da água oleosa dos cinco terminais do sistema estudado.

Os parâmetros prioritários a serem considerados pela empresa para fins de definição de uma viável técnica de tratamento do efluente de água oleosa são cianeto livre; DBO; DQO; fenóis; ferro solúvel; manganês; nitrogênio amoniacal; óleos e graxas; pH; prata e sólidos suspensos. Entretanto em decorrência dos resultados

de Prata, recomenda-se análises complementares uma vez que tal parâmetro não é esperado no efluente água oleosa.

A caracterização qualitativa realizada possibilitou conhecer o efluente bruto do sistema de armazenamento e transporte de combustíveis de forma a orientar a definição de tecnologia mínima esperada para a futura unidade móvel de tratamento de efluentes a ser testada no sistema e determinar os parâmetros relevantes a serem monitorados no decorrer da operação da unidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 9.897: Planejamento de amostragem de efluentes hídricos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987a. 14 p.
2. _____. NBR 9.898: Preservação e técnicas de amostragem. Rio de Janeiro, 1987b. 22 p.
3. ARAXÁ A.. Relatório de Caracterização de Efluentes de Fundo de Tanques – OSBRA. Araxá, 2010.
4. APHA; AWWA; WPCF: Standard methods for the examination of water and wastewater. 19^a ed. Washington District of Columbia, USA: American Public Health Association, 1995.
5. BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo, 1979. 764 p.
6. TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. Reuso da Água: Conceitos, Teorias e Práticas. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007.
7. TRANSPETRO, Petrobras Transporte S/A. Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos e Efluentes dos Terminais e Estações de Bombeamento do OSBRA. 2009. 57 p.