	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 1 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

---

**RELATÓRIO TÉCNICO**

---



---

RELATÓRIO Nº:	003/2018	PROCESSO Nº:	010/2018
---------------	----------	--------------	----------

---

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS IMPACTOS AMBIENTAIS REFERENTE AO TRANSBORDO  
E LANÇAMENTOS IRREGULARES DE EFLUENTES DE LAMA VERMELHA NA CIDADE DE  
BARCARENA, ESTADO DO PARÁ**

**ELABORAÇÃO:**

**Marcelo de Oliveira Lima**

**Lorena de Cássia dos Santos Mendes**

**Thaís Karolina Lisboa de Queiroz**

**Brenda Natasha Souza Costa**

**Mônia Maria Carvalho da Silva**

**Danilo Patrick Moraes Ferreira**

**Neuton Trindade Vasconcelos Júnior**


**Bruno Santana Carneiro**

**Luis Carlos Amaral Marques**

**Kelson do Carmo Freitas Faial**

ANANINDEUA

2018

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 2 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

---

## RELATÓRIO TÉCNICO

---

### SUMÁRIO

#### 1 INTRODUÇÃO

#### 2 OBJETIVO

#### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

##### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

##### 3.2 ATIVIDADES DE CAMPO

##### 3.2.1 Amostragem

##### 3.3 ANÁLISES

#### 4 RESULTADOS

##### 4.1. EFLUENTES E RESÍDUOS

##### 4.1.1. Efluentes


#### 5 DISCUSSÃO

#### 6 CONCLUSÃO

#### 7 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

#### 8 VALIDAÇÃO

#### 9 REFERENCIAS

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 3 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

---

## RELATÓRIO TÉCNICO


---

### 1 INTRODUÇÃO

O Instituto Evandro Chagas (IEC) no mês de fevereiro emitiu a Nota Técnica SAMAM-IEC 002/2018 e na sequência o Relatório Técnico SAMAM-IEC 002/2018, a partir dos quais foram apresentados resultados químicos em águas superficiais do rio Murucupi, efluentes de lama vermelha da empresa Norsk Hydro Alunorte, referente ao seu processo de produção de alumina a partir da bauxita, e efluentes da lama vermelha lançados no ambiente a partir de tubo clandestino localizado também na área industrial da empresa Norsk Hydro Alunorte.

A partir dos resultados apresentados que permitiram constatar alterações na qualidade das águas superficiais do rio Murucupi em desacordo com a legislação brasileira e níveis regionais de *background*, situação que caracterizaram impactos ambientais e colocavam em risco a saúde das comunidades ribeirinhas que residem nas suas margens, o IEC foi novamente acionado pelo Ministério Público do Estado do Pará (MPE-PA) e Ministério Público Federal (MPF) para dar sequência nas ações de avaliação na qualidade das águas superficiais no rio Murucupi e estendendo estas para outros rios da região de Barcarena e Abaetetuba que também pudessem estar sendo afetados pelos impactos ambientais outrora relatados. Ressalte-se que o IEC também foi acionado pelo MPE-PA e MPF para avaliar outras formas de lançamentos irregulares de resíduos e efluentes não tratados a partir da planta industrial da Norsk Hydro Alunorte em Barcarena.

Desta forma, o IEC deslocou equipes até a Cidade de Barcarena e desenvolveu ações em parcerias com as Secretarias Municipais de Meio Ambiente de Barcarena (SEMAD) e Abaetetuba (SEMEIA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Centro de Perícias Ambientais do Instituto Médico Legal do Estado do Pará (CPA-IML) e Assessoria Técnicas do MPE-PA e MPF. Os resultados dessas atividades e imagens dessas ações são apresentados nesse relatório, acompanhados de interpretações técnicas para melhor balizamento das recomendações apresentadas.

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 4 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

---

## RELATÓRIO TÉCNICO

---

### 2 OBJETIVOS

- Avaliar a qualidade das águas superficiais em rios de Barcarena e Abaetetuba a partir de dados físico-químicos e concentrações de metais, incluindo o aprofundamento das avaliações no rio Murucupi;
- Avaliar o risco referente ao lançamento de efluentes de lama vermelha em trecho da rodovia PA-481 em situação de tombamento de caminhão que transportava esses materiais, a partir de dados físico-químicos e concentrações de metais;
- Avaliar o risco referente ao lançamento de resíduos e efluentes oriundos de canais irregulares localizados na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte, dados físico-químicos e concentrações de metais;
- Avaliar o risco referente ao lançamento de efluentes tratados através de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) na área da planta industrial da Norsk Hydro Alunorte, dados físico-químicos e concentrações de metais.


### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

Nesta avaliação foram coletadas amostras de águas superficiais em corpos hídricos que compõem as bacias hidrográficas dos rios Pará, Murucupi, São Francisco, Arienga, Arapiranga, Guajará do Beja, Maracapucu e Campupema, todos nos territórios de Barcarena e Abaetetuba. Todas as coletas de amostras de resíduos e efluentes foram coletadas dentro da área da Norsk Hydro Alunorte e nos seus arredores como ocorrido na estrada PA-481.

#### 3.2 ATIVIDADES DE CAMPO

Nas atividades de campo foram realizadas *in loco* análises por sonda multiparamétrica (HANNA) de quatro variáveis físico-químicas (pH, temperatura,

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 5 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

---

## RELATÓRIO TÉCNICO

---

condutividade e sólidos totais dissolvidos – TDS) diretamente na coluna d’água e nos locais de coleta de efluentes.


### 3.2.1. Amostragem

Durante as atividades de campo foram realizadas amostragens de águas superficiais e efluentes a partir da imersão direta dos frascos de coleta na coluna d’água. Todas as coletas obedeceram aos procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA/ AWWA/WEF, 2012).

**RELATÓRIO TÉCNICO**

Tabela 1: Identificação e localização dos pontos de coleta na Cidade de Barcarena, Estado do Pará.

Registro	Identificação	Coordenadas geográficas	Descrição	Responsável pela coleta	Data da coleta
0664/2018	PT-11	01°31'48.9"S 048°43'00.9"O	Igarapé Murucupi (Vila Nova) - Noite	Thais Queiroz e Lorena Mendes	27/02/2018
0665/2018	PT-12	01°31'48.9"S 048°43'00.12"O	Igarapé Murucupi (Vila Nova) - Noite	Thais Queiroz e Lorena Mendes	27/02/2018
0666/2018	PT-13	01°31'35.3"S 048°43'03.0"O	Igarapé Murucupi (trilha) - Dia	Thais Queiroz e Lorena Mendes	28/02/2018
0667/2018	PT-14	01°32'23.6"S 048°43'26.7"O	Igarapé Murucupi (trilha) - Dia	Thais Queiroz e Lorena Mendes	28/02/2018
0668/2018	PT-15	01°32'23.6"S 048°43'26.7"O	Igarapé Murucupi (trilha) - Dia	Thais Queiroz e Lorena Mendes	28/02/2018
0670/2018	PT-17	01°32'35.6"S 048°43'29.9"O	Igarapé Murucupi (trilha) - Dia	Thais Queiroz e Lorena Mendes	28/02/2018
0669/2018	PT-16	01°32'35.4"S 048°43'30.2"O	Igarapé Murucupi (nascente) - Dia	Thais Queiroz e Lorena Mendes	28/02/2018
0971/2018	PT-30	01°22'05.3"S 048°22'37.8"O	Igarapé Tributário do rio Tauá - Dia	Thais Queiroz	08/03/2018
0671/2018	PT-18	01°33'03.9"S 048°42'33.3"O	Efluente na Bacia DRS-2	Thais Queiroz e Lorena Mendes	27/02/2018
0672/2018	PT-19	01°33'10.5"S 048°42'18.6"O	Entre a Tubulação de Cimenta na DRS1 e a Mureta de Contenção (Samp 45)	Thais Queiroz e Lorena Mendes	27/02/2018
0673/2018	PT-20	01°33'10.5"S 048°42'19.4"O	Entre a Tubulação de Cimenta na DRS1 (Com Fissura) e a Mureta de Contenção (Samp 45)	Thais Queiroz e Lorena Mendes	27/02/2018

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		<b>Revisão: 00</b>
		<b>Página 7 de 51</b>
		<b>Data efetiva: 28/03/2018</b>

## RELATÓRIO TÉCNICO


Registro	Identificação	Coordenadas geográficas	Descrição	Responsável pela coleta	Data da coleta
0674/2018	PT-21	01°32'29,9"S 048°43'31,6"O	Efluente na Bacia DRS1 - Dentro da Tubulação de Cimento	Thais Queiroz e Lorena Mendes	27/02/2018
0675/2018	PT-22	01°32'29,9"S 048°43'33,8"O	Efluente de Vala na SAMP 45	Thais Queiroz e Lorena Mendes	27/02/2018
0685/2018	PT-23	01°23'51,5"S 048°26'50,8"O	Saída pós-tratamento (coletado direto do tanque com auxílio de um balde)	Thais Queiroz e Lorena Mendes	02/03/2018
0686/2018	PT-24	01°32'58,7"S 048°43'50,8"O	Saída do Efluente após o tratamento (rio Pará)	Thais Queiroz e Lorena Mendes	02/03/2018
0663/2018	-	01°33'11,20"S 048°42'40,80"O	Tombamento de caminhão na estrada	SEMADE - BARCARENA	25/02/2018
0758/2018	PT-26	01°32'28,6"S 048°44'01,0"O	Zona de Mistura - Água Limpa da Produção - Próxima ao Canal Antigo	Thais Queiroz	06/03/2018
0759/2018	PT-27	01°32'29,4"S 048°43'59,1"O	Zona de Mistura - Água Suja da Produção - Próxima ao Canal Antigo	Thais Queiroz	06/03/2018
0760/2018	PT-28	01°32'28,6"S 048°44'00,0"O	Dentro do Canal Antigo	Thais Queiroz	06/03/2018
0761/2018	PT-29	01°32'29,0"S 048°43'59,4"O	Tubo de Despejo do Canal Antigo	Thais Queiroz	06/03/2018
1389/2018	PT-33	01°32'35,7"S 048°44'17,0"O	Canaleta - Saída do Galpão de Carvão	Thais Queiroz	19/03/2018



## RELATÓRIO TÉCNICO

Registro	Identificação	Coordenadas geográficas	Descrição	Responsável pela coleta	Data da coleta
1390/2018	PT-34	01°32'32,7"S 048°44'16,2"O	Zona de Mistura Após Canaleta - Incluí Efluentes da ALBRAS e Efluentes de Cinzas de Caldeiras	Thais Queiroz	19/03/2018
1391/2018	PT-35	01°32'32,7"S 048°44'16,2"O	Dentro do Canal de Lançamento de Efluentes de Cinzas	Thais Queiroz	19/03/2018
0660/2018	-	-	Orla da Praia de beja	SEMEIA - ABAETETUBA	25/02/2018
0661/2018	-	-	Rio arapiranga	SEMEIA - ABAETETUBA	25/02/2018
0662/2018	-	-	Rio guajará de beja	SEMEIA - ABAETETUBA	25/02/2018
1076/2018	-	-	Orla da praia de beja	SEMEIA - ABAETETUBA	13/03/2018
1077/2018	-	-	Rio arienga	SEMEIA - ABAETETUBA	13/03/2018
1078/2018	-	-	Orla da cidade de abaetetuba	SEMEIA - ABAETETUBA	13/03/2018
1079/2018	-	-	Rio campupema	SEMEIA - ABAETETUBA	13/03/2018
1080/2018	-	-	Rio maracapucu	SEMEIA - ABAETETUBA	13/03/2018
1081/2018	-	-	Rio guajará de beja	SEMEIA - ABAETETUBA	13/03/2018
1082/2018	-	-	Rio arapiranga	SEMEIA - ABAETETUBA	13/03/2018




	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 9 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

---

**RELATÓRIO TÉCNICO**

---

Registro	Identificação	Coordenadas geográficas	Descrição	Responsável pela coleta	Data da coleta
0771/2018	-	-	Rio pará - praia de sirtuba	SEMEIA - ABAETETUBA	06/03/2018
0974/2018	-	01°34'26,28"S 048°45'55,46"O	Igarapé dendê	SEMADE - BARCARENA	08/03/2018
0975/2018	-	01°34'28,37"S 048°45'55,38"O	Igarapé curuperê	SEMADE - BARCARENA	08/03/2018

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 10 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

## RELATÓRIO TÉCNICO

### 3.3 ANÁLISES

Os métodos analíticos empregados para a determinação dos parâmetros analisados obedeceram aos procedimentos e recomendações, conforme tabela 2.


Tabela 2: Métodos analíticos empregados para a determinação dos parâmetros analisados.

Parâmetros	Método
Ag, Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Ti, Tl, U e Zn	SMEWW, 3125B
Cor verdadeira	SMEWW, 2120
Alcalinidade	SMEWW, 2320 B
STS	SMEWW, 2540 D
Temperatura, TDS, Condutividade Elétrica e pH	Sonda Multiparamétrica
Cl <sup>-</sup> e SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cromatografia iônica
Na, K, Mg e Ca	SMEWW, 3120B

Para controle de qualidade analítica dos resultados de metais foram utilizadas amostras de referência certificada e os resultados são apresentados na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Recuperações das amostras certificadas para os parâmetros analisados (%).

Parâmetro	NIST 1640 a Trace Elements in Natural Water	NIST 1643 e Trace Elements in Water	NIST 1641d e Trace Elements in Water	CRM TM- 27.3	CRM TM- 15.2
Ag	-	125,0	-	-	-
Al	95,2	99,4	-	129,6	-
As	123,1	102,4	-	109,3	-
Ba	93,5	88,2	-	121,7	-
Cd	78,0	113,1	-	101,0	116,9
Cr	97,0	102,3	-	-	-
Co	94,3	101,0	-	132,5	-
Cu	96,3	88,2	-	-	-
Fe	103,8	-	-	-	-
Hg	-	-	103,8	-	-
Pb	86,1	95,0	-	109,4	-

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 11 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018


---

**RELATÓRIO TÉCNICO**

---

Parâmetro	NIST 1640 a Trace Elements in Natural Water	NIST 1643 e Trace Elements in Water	NIST 1641d e Trace Elements in Water	CRM TM- 27.3	CRM TM- 15.2
<b>Mn</b>	<b>84,3</b>	<b>83,8</b>	-	-	-
<b>Ni</b>	<b>94,8</b>	<b>102,3</b>	-	-	-
<b>Se</b>	<b>118,0</b>	<b>83,7</b>	-	-	<b>94,0</b>
<b>Ti</b>	-	-	-	-	<b>88,9</b>
<b>Tl</b>	<b>93,3</b>	<b>92,0</b>	-	<b>112,1</b>	<b>126,5</b>
<b>U</b>	<b>88,1</b>	-	-	<b>121,7</b>	<b>126,4</b>
Ca	96,7	77,6			
K	82,8	99,2			
Mg	103,7	94,8			
Na	87,6	103,6			

---

	INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ RELATÓRIO TÉCNICO - RT	RT SAMAM 10.2 - 001
		Revisão: 00
		Página 12 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

---

## RELATÓRIO TÉCNICO

---

### 4 RESULTADOS

#### 4.1. EFLUENTES E RESÍDUOS

##### 4.1.1. Efluentes

Nas tabelas 4 a 7 e figuras de 1 a 23 são apresentados os dados físico-químicos e metais para todas as amostras de efluentes.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

Tabela 4: Resultados dos parâmetros analisados nas amostras de águas superficiais do município de Barcarena e padrões de qualidade de águas superficiais classe 2, segundo Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005.

Parâmetro	Und	Identificação								LQ	CONAMA 357/2005	
		0664/2018	0665/2018	0666/2018	0667/2018	0668/2018	0670/2018	0669/2018	0971/2018			
Ag Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,06	10
Al Dissolvido	µg/L	896,62	919,62	790,32	1005,31	1052,64	1157,85	2479,32	644,78	4,76	100	
As Total	µg/L	1,32	16,66	12,13	4,87	0,57	11,39	26,37	<LQ	0,57	10	
Ba Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	4,98	700	
Cd Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,14	1	
Co Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,60	50	
Cr Total	µg/L	4,86	4,47	11,94	18,96	13,94	17,41	35,01	11,90	0,52	50	
Cu Dissolvido	µg/L	5,05	2,99	2,08	2,00	0,67	1,53	1,14	15,96	0,88	9	
Fe Dissolvido	µg/L	663,12	579,26	548,76	363,41	357,94	386,47	353,52	590,63	8,98	300	
Hg Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,2	
Mn Total	µg/L	19,18	13,22	13,97	7,22	9,27	8,01	7,37	7,63	0,45	100	
Ni Total	µg/L	7,40	5,37	1,05	1,41	<LQ	<LQ	0,89	<LQ	0,69	25	
Pb Total	µg/L	<LQ	1,93	<LQ	<LQ	<LQ	0,75	1,13	2,20	0,60	10	
Se Total	µg/L	2,42	2,72	2,01	3,32	2,57	2,55	3,39	3,61	0,47	10	
Ti Total	µg/L	17,56	20,93	28,93	38,19	38,34	50,13	66,83	<LQ	5,96	-	
Tl Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,06	-	
U Total	µg/L	<LQ	0,06	<LQ	<LQ	<LQ	0,06	0,06	<LQ	0,05	20	
Zn Total	µg/L	11,38	20,46	<LQ	16,80	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	12,67	180	
COR VERDADEIRA	mg Co Pt/L	81,00	106,00	74,00	109,00	99,00	274,00	109,00	33,00	-	-	
ALCALINIDADE	mg/L	12,00	10,00	15,00	15,00	12,00	16,00	10,00	100,00	-	-	



INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS  
 COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ  
 RELATÓRIO TÉCNICO - RT

RT SAMAM 10.2 - 001

Revisão: 00

Página 14 de 51

Data efetiva: 28/03/2018

## RELATÓRIO TÉCNICO


Parâmetro	Und	Identificação								LQ	CONAMA 357/2005
		0664/2018	0665/2018	0666/2018	0667/2018	0668/2018	0670/2018	0669/2018	0971/2018		
STS	mg/L	4,00	8,00	5,00	8,00	8,00	22,00	10,00	7,00	-	-
TEMPERATURA	°C	23,12	25,81	25,56	25,57	25,62	25,73	25,63	25,95	-	-
Cl <sup>-</sup>	mg/L	9,30	7,04	6,06	7,09	6,71	5,86	7,46	2,87	-	250
TDS	mg/L	75,00	50,00	51,00	85,00	78,00	89,00	80,00	5,00	-	500
CONDUTIVIDADE	µS/cm	151,00	101,00	102,00	170,00	155,00	177,00	160,00	10,00	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	9,75	13,33	14,57	31,28	29,99	31,36	30,71	0,54	-	250
pH	-	6,82	4,43	4,85	5,23	5,06	5,08	5,15	4,21	-	-
Ca	mg/L	0,20	0,18	0,04	<LD	<LD	<LD	<LD	0,03	-	-
K	mg/L	0,15	0,14	0,11	0,14	0,14	0,16	0,14	0,03	-	-
Mg	mg/L	0,23	0,18	0,16	0,09	0,09	0,06	0,09	0,15	-	-
Na	mg/L	7,47	10,18	11,39	20,33	18,94	22,40	19,86	1,77	-	-

NA: não analisado.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

Tabela 5: Resultados dos parâmetros analisados nas amostras de águas superficiais do município de Abaetetuba e padrões de qualidade de águas superficiais classe 2, segundo Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005.

Parâmetro	Und	Identificação											LQ	CONAMA 357/2005
		0660/2018	0661/2018	0662/2018	1076/2018	1077/2018	1078/2018	1079/2018	1080/2018	1081/2018	1082/2018	0771/2018		
Ag Total	µg/L	0,10	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	NA	0,06	10
Al Dissolvido	µg/L	731,13	676,98	850,68	485,86	361,53	514,83	235,00	264,06	223,28	248,83	872,41	4,76	100
As Total	µg/L	17,43	13,96	26,92	9,06	21,77	23,10	14,35	16,21	22,43	18,79	NA	0,57	10
Ba Total	µg/L	130,62	192,06	166,91	148,58	235,12	244,90	234,85	305,92	261,26	224,96	NA	4,98	700
Cd Total	µg/L	0,64	0,18	0,23	0,19	<LQ	0,38	0,16	0,22	<LQ	0,15	NA	0,14	1
Co Total	µg/L	1,28	2,34	1,76	1,62	2,97	3,09	3,36	4,53	3,41	2,28	NA	0,6	50
Cr Total	µg/L	58,81	16,56	16,36	20,41	25,95	31,85	38,66	46,89	31,91	24,25	NA	0,52	50
Cu Dissolvido	µg/L	267,08	87,53	50,50	8,95	5,43	5,59	4,73	4,92	4,16	5,19	3,94	0,88	9
Fe Dissolvido	µg/L	954,59	1170,56	1256,31	1382,76	1249,32	1348,84	1040,46	1038,37	1017,19	1023,18	2072,98	8,98	300
Hg Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	NA	0,01	0,2
Mn Total	µg/L	92,57	226,09	257,66	117,32	143,51	157,79	161,42	204,86	153,83	110,10	NA	0,45	100
Ni Total	µg/L	7,23	8,93	7,65	7,05	13,06	18,67	15,68	20,01	14,78	11,23	NA	0,69	25
Pb Total	µg/L	12,95	4,48	5,37	4,66	6,17	7,29	7,79	10,81	7,44	4,67	NA	0,6	10
Se Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	NA	0,47	10
Ti Total	µg/L	707,90	316,07	286,27	381,20	484,39	547,31	532,41	693,00	542,34	573,80	NA	5,96	-
TI Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,08	0,07	0,10	0,18	0,15	0,08	NA	0,06	-
U Total	µg/L	0,38	0,46	0,30	0,30	0,27	0,42	0,41	0,73	0,35	0,23	NA	0,05	20
Zn Total	µg/L	20,68	18,24	21,21	19,44	28,50	30,47	35,51	40,53	26,36	18,01	NA	12,67	180
COR	mg Co													
VERDADEIRA	Pt/L	50,00	62,00	65,00	53,00	56,00	50,00	60,00	45,00	56,00	34,00	NA	-	-
ALCALINIDADE	mg/L	20,00	25,00	35,00	24,00	30,00	30,00	34,00	25,00	20,00	26,00	NA	-	-

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		<b>Revisão: 00</b>
		<b>Página 16 de 51</b>
		<b>Data efetiva: 28/03/2018</b>

## RELATÓRIO TÉCNICO

Parâmetro	Und	Identificação											LQ	CONAMA 357/2005
		0660/2018	0661/2018	0662/2018	1076/2018	1077/2018	1078/2018	1079/2018	1080/2018	1081/2018	1082/2018	0771/2018		
STS	mg/L	15,00	15,00	24,00	25,00	22,00	21,00	27,00	36,00	30,00	14,00	NA	-	-
TEMPERATURA	°C	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	-
Cl <sup>-</sup>	mg/L	1,58	1,66	1,52	15,74	5,57	2,87	2,38	1,86	1,24	1,60	NA	-	250
TDS	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	500
CONDUTIVIDADE	µS/cm	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	1,10	1,29	1,13	3,53	1,33	1,29	1,19	1,16	0,82	0,85	NA	-	250
pH	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	-
Ca	mg/L	2,44	3,01	2,23	2,085	1,733	1,724	1,688	1,613	1,731	1,602	NA	-	-
K	mg/L	0,94	1,15	0,69	1,437	1,506	1,322	1,298	1,263	1,539	1,467	NA	-	-
Mg	mg/L	1,02	1,25	0,87	1,333	1,383	1,313	1,298	1,267	1,453	1,351	NA	-	-
Na	mg/L	1,67	1,95	1,55	2,737	2,882	2,812	2,770	2,717	3,047	2,829	NA	-	-

NA: não analisado.



**RELATÓRIO TÉCNICO**

Tabela 6: Resultados dos parâmetros analisados nas amostras de efluentes tratados e não tratados de dentro da empresa e do tombamento de caminhão na estrada com efluentes Norsk Hydro Alunorte e padrões de qualidade de efluente, segundo Resolução CONAMA nº430, de 16 de maio de 2011.

Parâmetro	Unidade	Identificação								LQ	CONAMA 430/2011
		0671/2018	0672/2018	0673/2018	0674/2018	0675/2018	0663/2018	0685/2018	0686/2018		
Ag Total	µg/L	0,35	0,35	0,87	1,22	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,06	100
Al Dissolvido	µg/L	41147,67	33374,49	40219,04	605480,40	88253,30	6296,80	1865,98	882,76	4,76	-
As Total	µg/L	15,47	65,80	176,78	299,56	25,20	17,73	10,94	41,94	0,57	500
Ba Total	µg/L	16,82	150,93	319,82	231,23	4,98	52,81	4,98	4,98	4,98	5000
Cd Total	µg/L	0,73	0,50	1,93	2,25	0,22	<LQ	1,01	0,27	0,14	200
Co Total	µg/L	<LQ	196,25	4,97	2,57	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,6	-
Cr Total	µg/L	150,17	179,02	422,68	447,28	125,81	27,45	137,77	116,63	0,52	-
Cu Dissolvido	µg/L	1,32	13,22	20,74	17,26	85,05	18,61	4,19	4,48	0,88	1000
Fe Dissolvido	µg/L	324,07	501,07	598,06	902,64	1584,26	562,18	597,90	588,94	8,98	15000
Hg Total	µg/L	2,31	3,24	2,80	3,21	2,94	<LQ	3,37	2,87	0,01	10
Mn Total	µg/L	36,22	230,85	363,71	154,74	11,40	152,16	13,55	21,71	0,45	1000
Ni Total	µg/L	4,62	37,43	39,36	22,39	7,77	8,86	13,34	10,07	0,69	2000
Pb Total	µg/L	27,37	28,03	53,76	42,92	0,45	4,34	0,45	0,45	0,6	500
Se Total	µg/L	4,39	19,66	66,94	167,72	82,07	5,97	101,56	87,70	0,47	300
Ti Total	µg/L	3020,15	3241,61	9365,66	11180,54	3144,45	453,49	3788,64	3484,32	5,96	-
Tl Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,06	-
U Total	µg/L	0,89	1,95	5,07	6,92	0,22	0,60	<LQ	0,15	0,05	-
Zn Total	µg/L	48,33	804,60	766,56	124,95	25,83	46,64	27,34	26,49	12,67	5000
COR VERDADEIRA	mg Co Pt/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	-



INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS  
 COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ  
 RELATÓRIO TÉCNICO - RT

RT SAMAM 10.2 - 001

Revisão: 00


Página 18 de 51

Data efetiva: 28/03/2018

## RELATÓRIO TÉCNICO

Parâmetro	Unidade	Identificação								LQ	CONAMA 430/2011
		0671/2018	0672/2018	0673/2018	0674/2018	0675/2018	0663/2018	0685/2018	0686/2018		
ALCALINIDADE	mg/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	-
STS	mg/L	69,00	105,00	210,00	642,00	1340,00	25,00	<LQ	1,00	-	-
TEMPERATURA	°C	28,62	26,28	24,59	27,37	26,87	NA	30,26	31,88	-	<40
Cl <sup>-</sup>	mg/L	12,70	10,60	23,60	77,10	28,40	2,90	9,60	3,00	-	-
TDS	mg/L	207,00	500,00	1253,00	2514,00	72,00	NA	2143,00	23,69	-	-
CONDUTIVIDADE	µS/cm	415,00	999,00	2506,00	5029,00	143,00	NA	4287,00	4338,00	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	<LQ	63,00	11,00	65,00	<LQ	26,20	<LQ	<LQ	-	-
pH	-	9,64	10,60	11,16	11,57	8,87	NA	7,73	7,74	-	5 - 9
Ca	mg/L	0,47	5,08	4,19	0,98	12,08	8,53	1,40	1,29	-	-
K	mg/L	0,18	1,80	3,81	5,27	1,12	2,50	6,71	5,11	-	-
Mg	mg/L	<LQ	0,15	0,10	<LQ	0,43	0,30	0,03	0,03	-	-
Na	mg/L	61,15	152,06	301,24	418,64	27,45	34,14	408,61	409,17	-	-

NA: não analisado.

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 19 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

## RELATÓRIO TÉCNICO

Tabela 7: Resultados dos parâmetros analisados nas amostras com características de efluentes não tratados de dentro da empresa Norsk Hydro Alunorte e padrões de qualidade de efluente, segundo Resolução CONAMA nº430, de 16 de maio de 2011.

Parâmetro	Unidade	Identificação							LQ	CONAMA 430/2011
		0758/2018	0759/2018	0760/2018	0761/2018	1389/2018	1390/2018	1391/2018		
Ag Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,41	<LQ	<LQ	0,06	100
Al Dissolvido	µg/L	52,40	87,42	2425,83	184,48	2279,04	8866,43	1769,50	4,76	-
As Total	µg/L	51,75	47,30	5,30	0,57	24,62	33,26	0,57	0,57	500
Ba Total	µg/L	28,44	130,19	10,96	4,98	1105,30	4,98	87,59	4,98	5000
Cd Total	µg/L	0,10	0,14	0,14	0,36	1,77	0,61	0,14	0,14	200
Co Total	µg/L	0,96	2,96	<LQ	<LQ	13,77	<LQ	1,17	0,6	-
Cr Total	µg/L	27,20	56,37	10,75	16,29	243,50	37,29	38,57	0,52	-
Cu Dissolvido	µg/L	3,30	1,51	9,75	8,42	9,98	27,36	22,65	0,88	1000
Fe Dissolvido	µg/L	689,48	723,51	984,08	975,52	1263,82	475,19	271,03	8,98	15000
Hg Total	µg/L	8,02	8,51	2,07	2,06	1,69	2,55	1,51	0,01	10
Mn Total	µg/L	476,86	627,09	530,33	1562,02	697,22	118,64	292,15	0,45	1000
Ni Total	µg/L	6,73	17,36	5,68	3,85	85,51	10,15	75,47	0,69	2000
Pb Total	µg/L	1,03	9,94	0,45	5,85	26,90	0,45	5,68	0,6	500
Se Total	µg/L	2,60	0,47	3,40	0,47	0,47	45,02	0,47	0,47	300
Ti Total	µg/L	762,73	1692,54	480,05	766,39	4270,41	3648,21	1432,59	5,96	-
Tl Total	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,70	<LQ	<LQ	0,06	-
U Total	µg/L	1,71	1,63	<LQ	<LQ	1,67	<LQ	0,24	0,05	-
Zn Total	µg/L	129,01	205,79	50,28	136,33	499,64	12,67	176,77	12,67	5000
COR VERDADEIRA	mg Co Pt/L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	-
ALCALINIDADE	mg/L	NA	NA	NA	NA	70,0	87,0	335,0	-	-

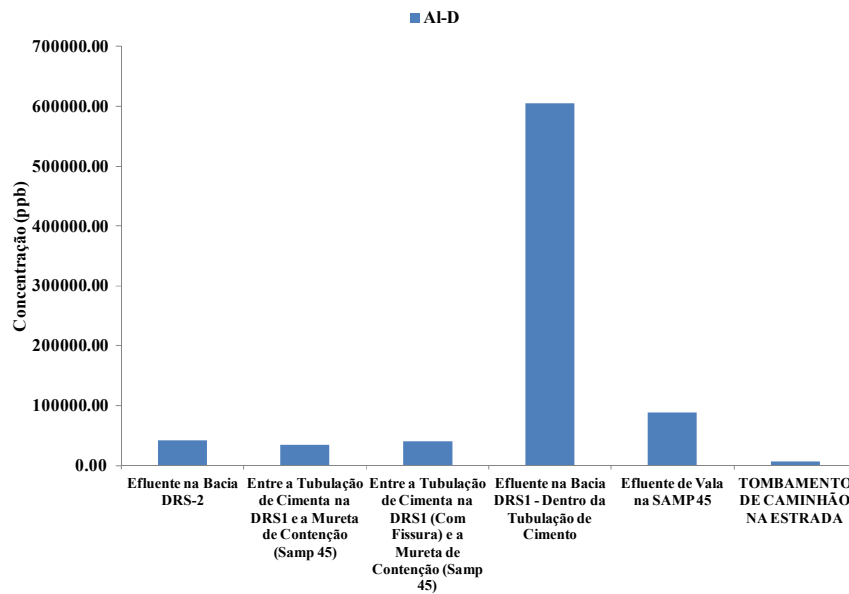


## RELATÓRIO TÉCNICO

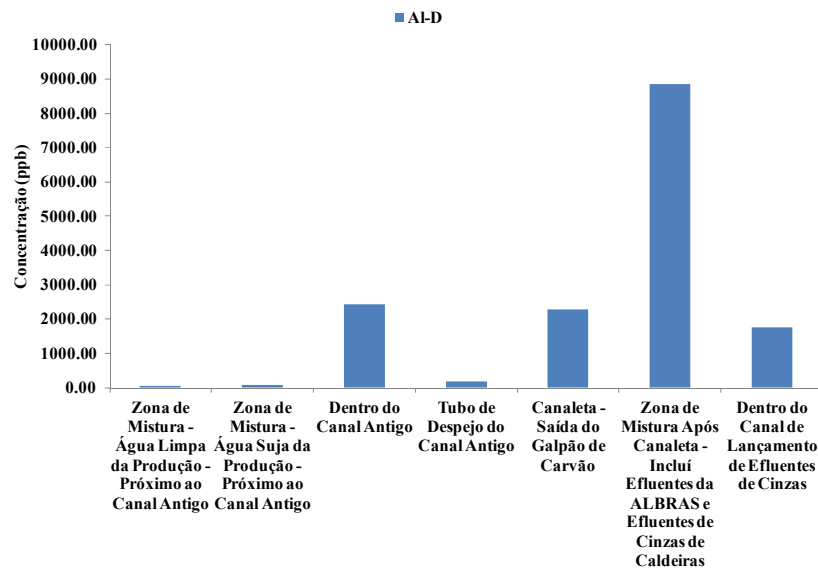
Parâmetro	Unidade	Identificação							LQ	CONAMA 430/2011
		0758/2018	0759/2018	0760/2018	0761/2018	1389/2018	1390/2018	1391/2018		
STS	mg/L	7,00	49,00	NA	3,00	753,00	183,00	1,00	-	-
TEMPERATURA	°C	46,29	45,94	32,88	32,30	27,08	25,51	33,96	-	<40
Cl <sup>-</sup>	mg/L	10,40	10,10	5,60	6,30	24,00	4,10	4,30	-	-
TDS	mg/L	374,00	334,00	34,00	20,00	183,00	152,00	2188,00	-	-
CONDUTIVIDADE	µS/cm	747,00	668,00	68,00	40,00	365,00	304,00	4376,00	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/L	15,00	29,00	5,00	<LQ	1079,20	41,40	277,30	-	-
pH	-	10,50	10,37	7,90	7,27	7,38	8,77	7,48	-	5 - 9
Ca	mg/L	1,18	1,60	5,44	3,15	36,80	12,37	1,87	-	-
K	mg/L	2,39	2,77	0,65	0,27	2,92	1,47	6,21	-	-
Mg	mg/L	0,10	0,16	0,42	0,34	13,69	1,65	0,12	-	-
Na	mg/L	131,29	119,48	6,76	2,78	43,66	43,55	371,01	-	-

NA: não analisado.

**RELATÓRIO TÉCNICO**



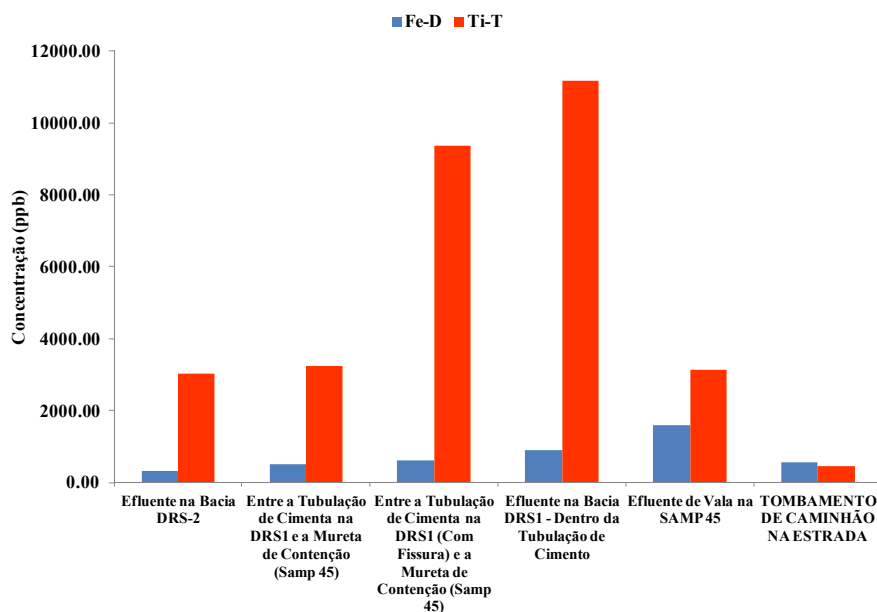
(A)



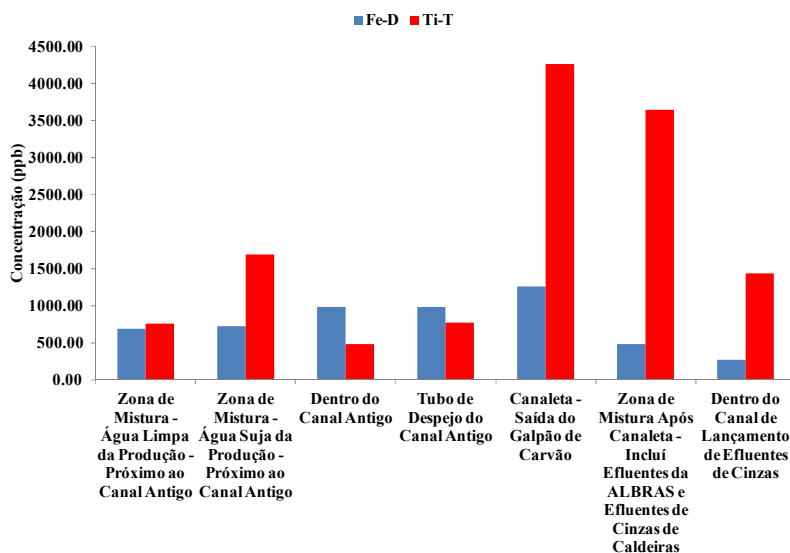
(B)

Figura 1: Níveis de alumínio dissolvido (Al-D) em efluentes não tratados que: A) circulavam na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte e na estrada PA-481 após tombamento de caminhão; B) nos canais irregulares.

**RELATÓRIO TÉCNICO**



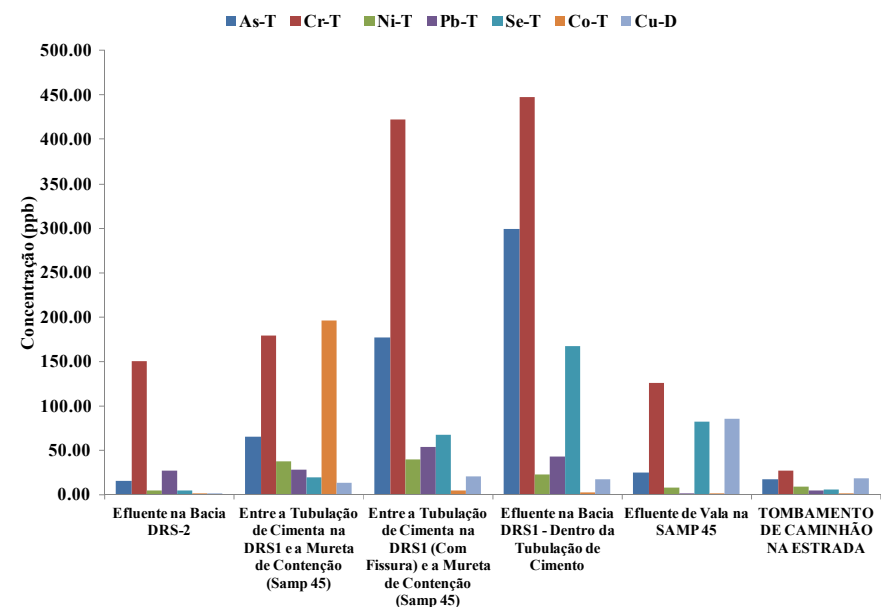
(A)



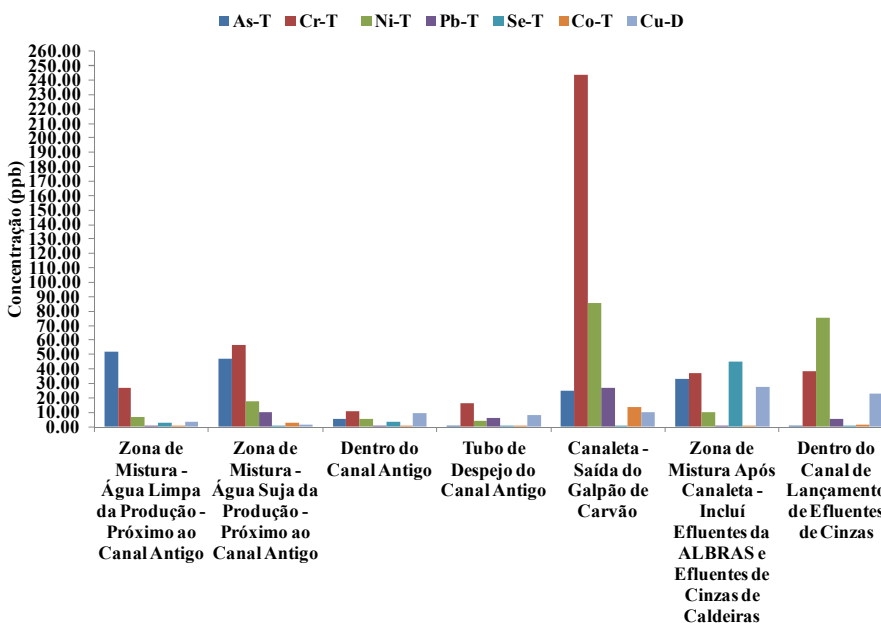
(B)

Figura 2: Níveis de ferro dissolvido (Fe-D) e titânio total (Ti-T) em efluentes não tratados que: A) circulavam na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte e na estrada PA-481 após tombamento de caminhão; B) nos canais irregulares.

**RELATÓRIO TÉCNICO**



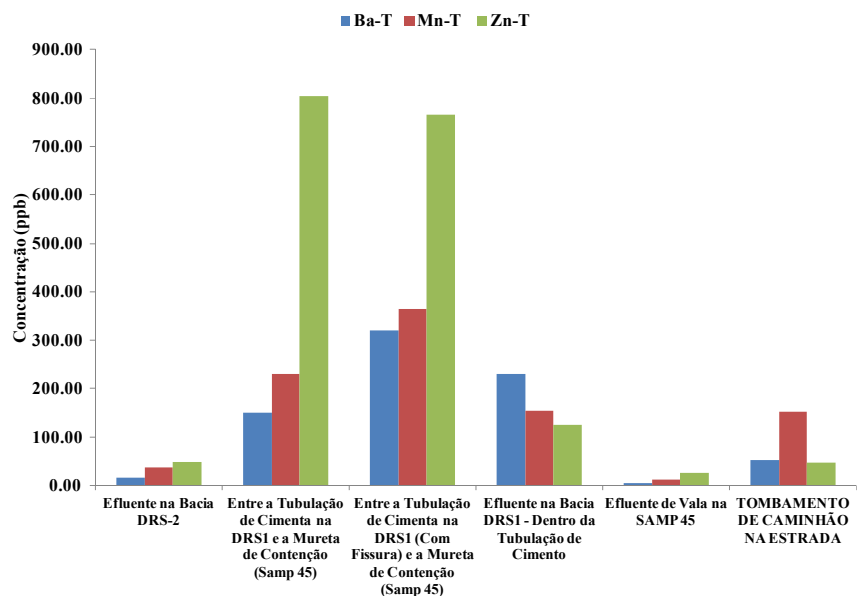
(A)



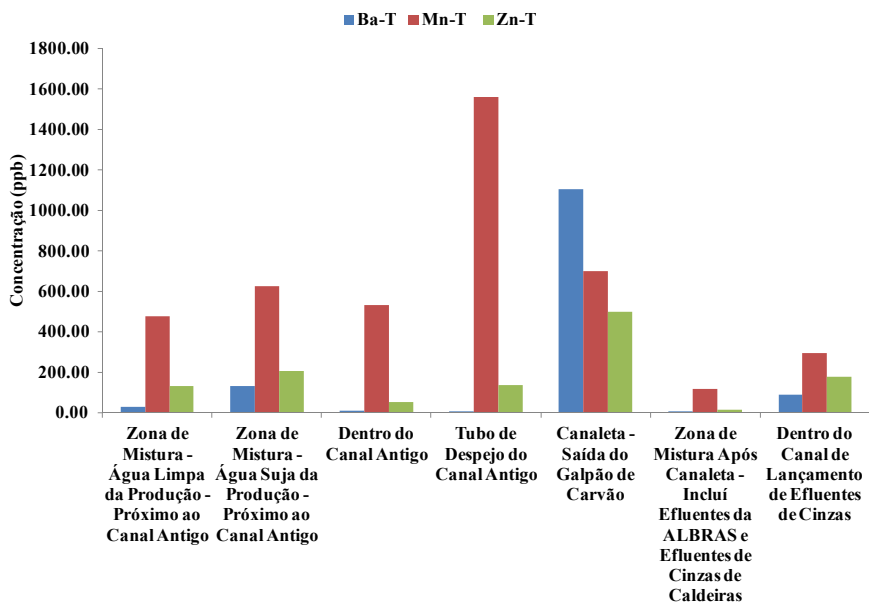
(B)

Figura 3: Níveis de arsênio total (As-T), cromo total (Cr-T), níquel total (Ni-T), chumbo total (Pb-T), selênio total (Se-T), cobalto total (Co-T) e cobre dissolvido (Cu-D) em efluentes não tratados que: A) circulavam na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte e na estrada PA-481 após tombamento de caminhão; B) nos canais irregulares.

**RELATÓRIO TÉCNICO**



(A)

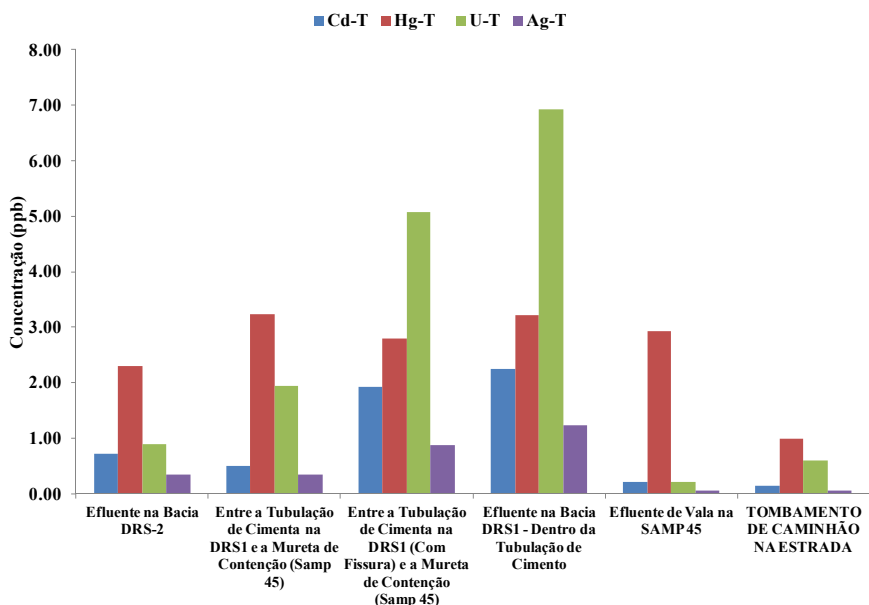


(B)

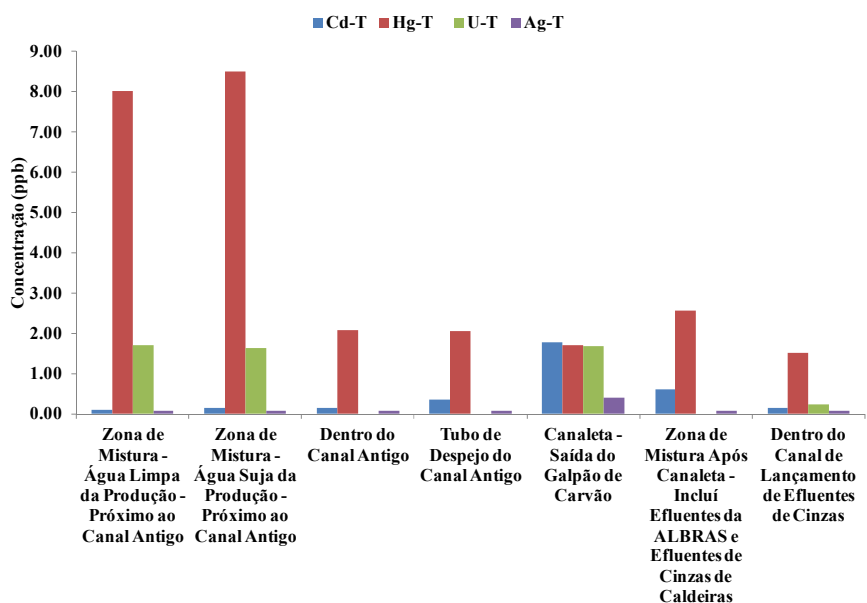
Figura 4: Níveis de bário total (Ba-T), manganês total (Mn-T) e zinco total (Zn-T) em efluentes não tratados que: A) circulavam na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte e na estrada PA-481 após tombamento de caminhão; B) nos canais irregulares.



**RELATÓRIO TÉCNICO**



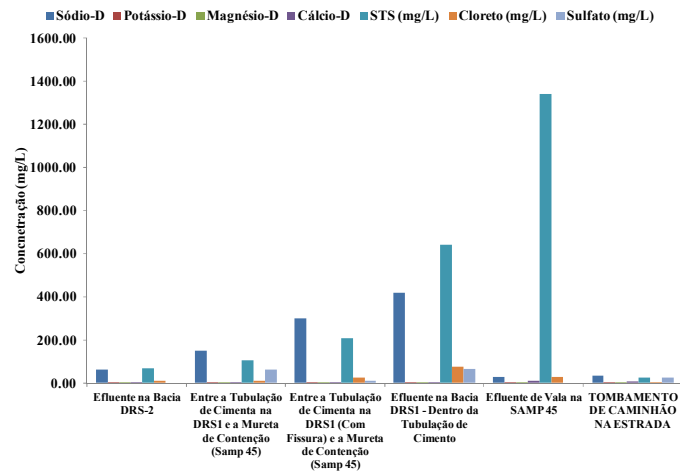
(A)



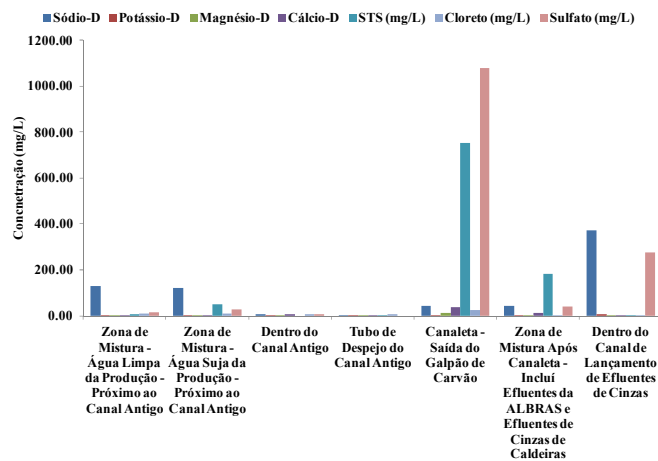
(B)

Figura 5: Níveis de cádmio total (Cd-T), mercúrio total (Hg-T), urânio total (U-T) e prata total (Ag-T) em efluentes não tratados que: A) circulavam na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte e na estrada PA-481 após tombamento de caminhão; B) nos canais irregulares.

**RELATÓRIO TÉCNICO**



(A)



(B)

Figura 6: Níveis de sódio dissolvido (Na-D), potássio dissolvido (K-D), magnésio dissolvido (Mg-D), cálcio dissolvido (Ca-D), STS, cloreto e sulfato em efluentes não tratados que: A) circulavam na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte e na estrada PA-481 após tombamento de caminhão; B) nos canais irregulares.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

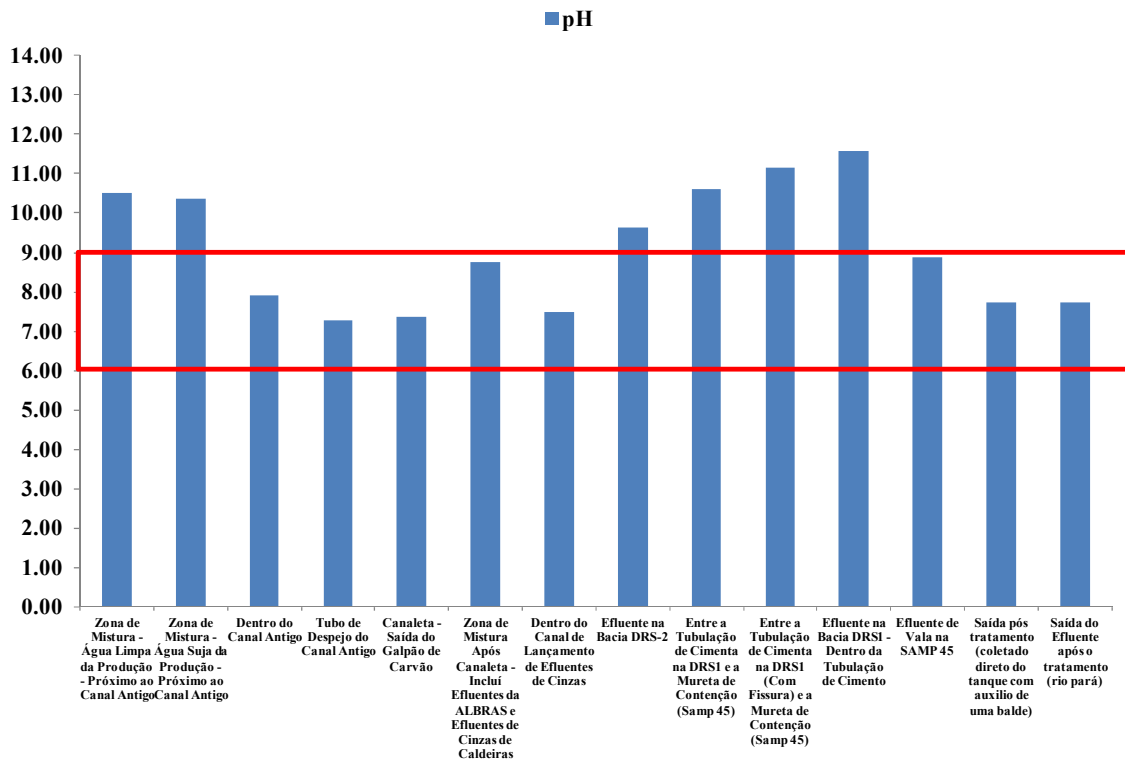


Figura 7: pH em efluentes não tratados que circulavam na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte e nos canais irregulares.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

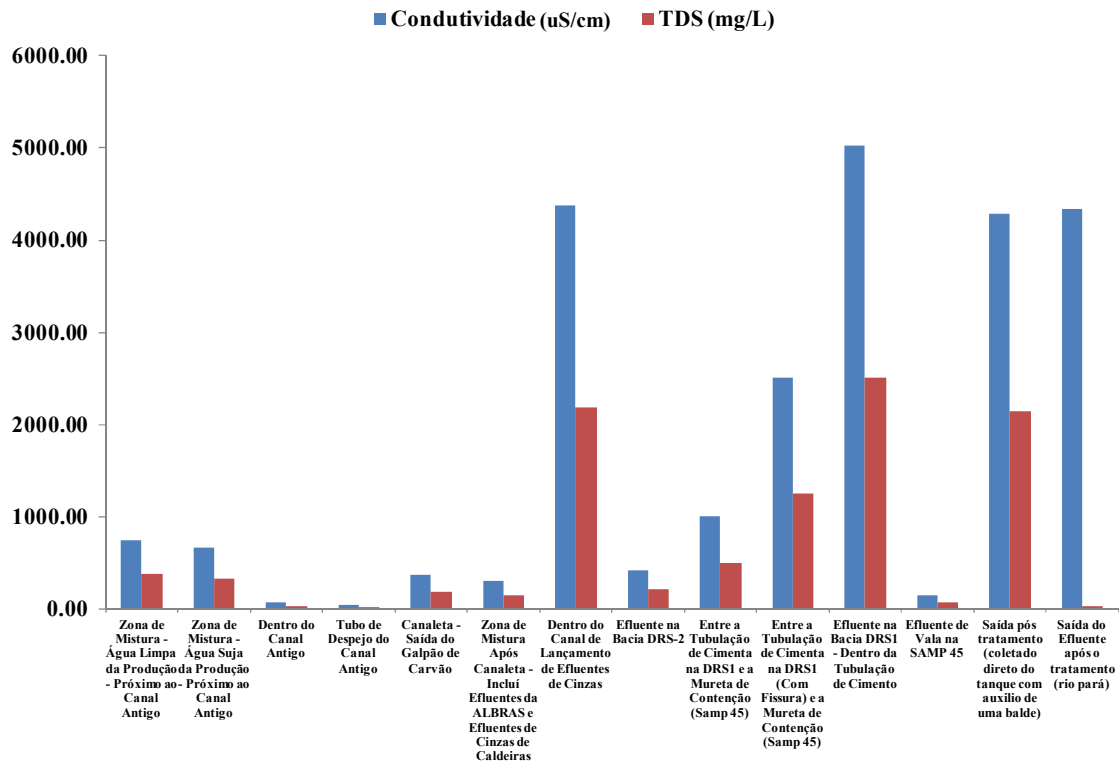


Figura 8: Condutividade e Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) em efluentes não tratados que circulavam na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte e nos canais irregulares.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

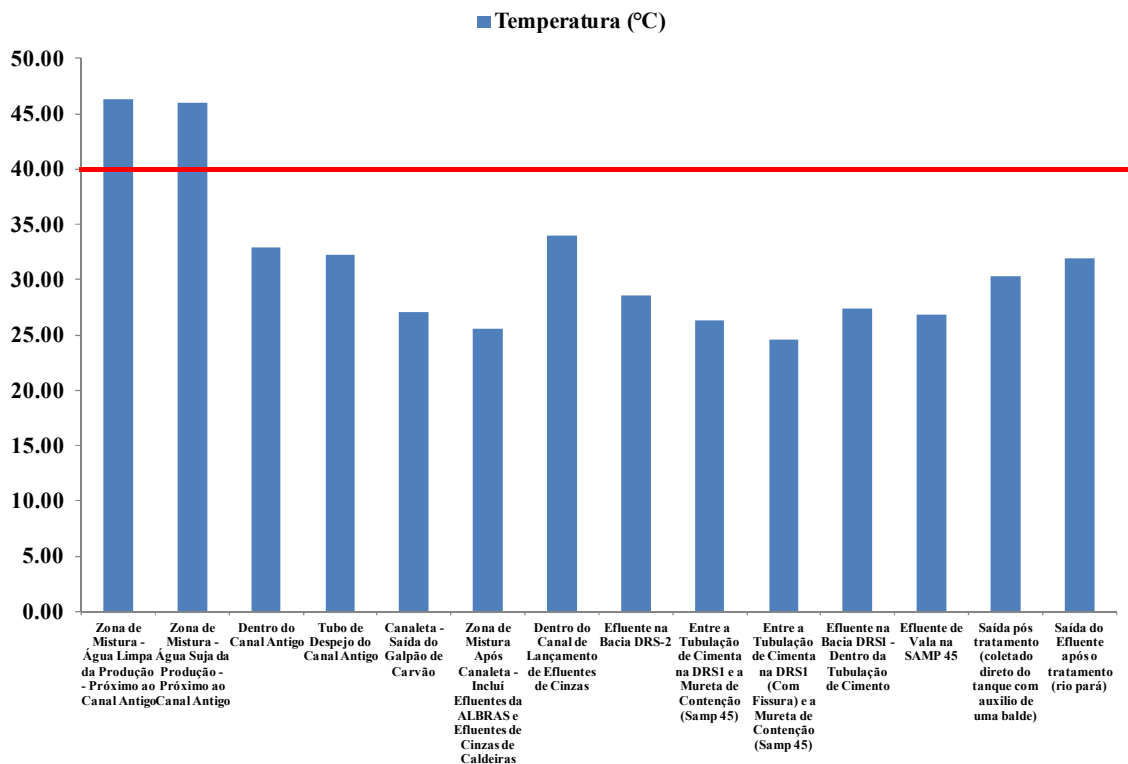


Figura 9: Temperatura em efluentes não tratados que circulavam na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte e nos canais irregulares.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

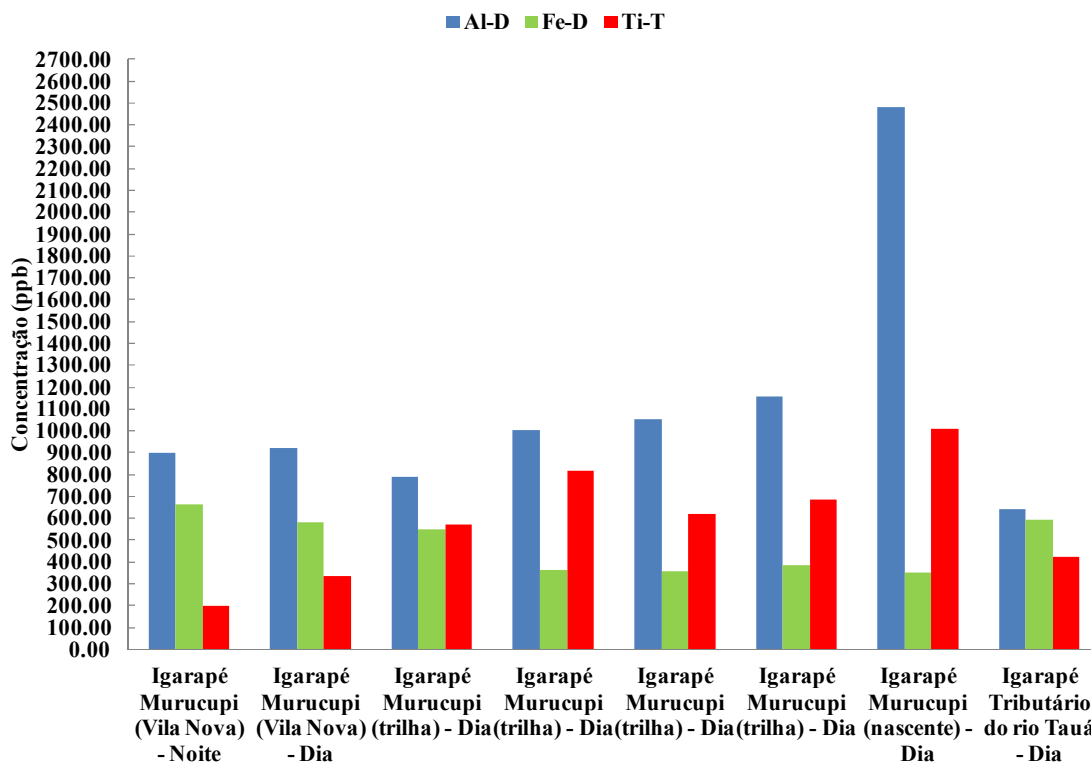


Figura 10: Níveis de alumínio dissolvido (Al-D), ferro dissolvido (Fe-D) e titânio total (Ti-T) em águas superficiais do rio Murucupi no trecho entre o Vila Nova e as Nascentes.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

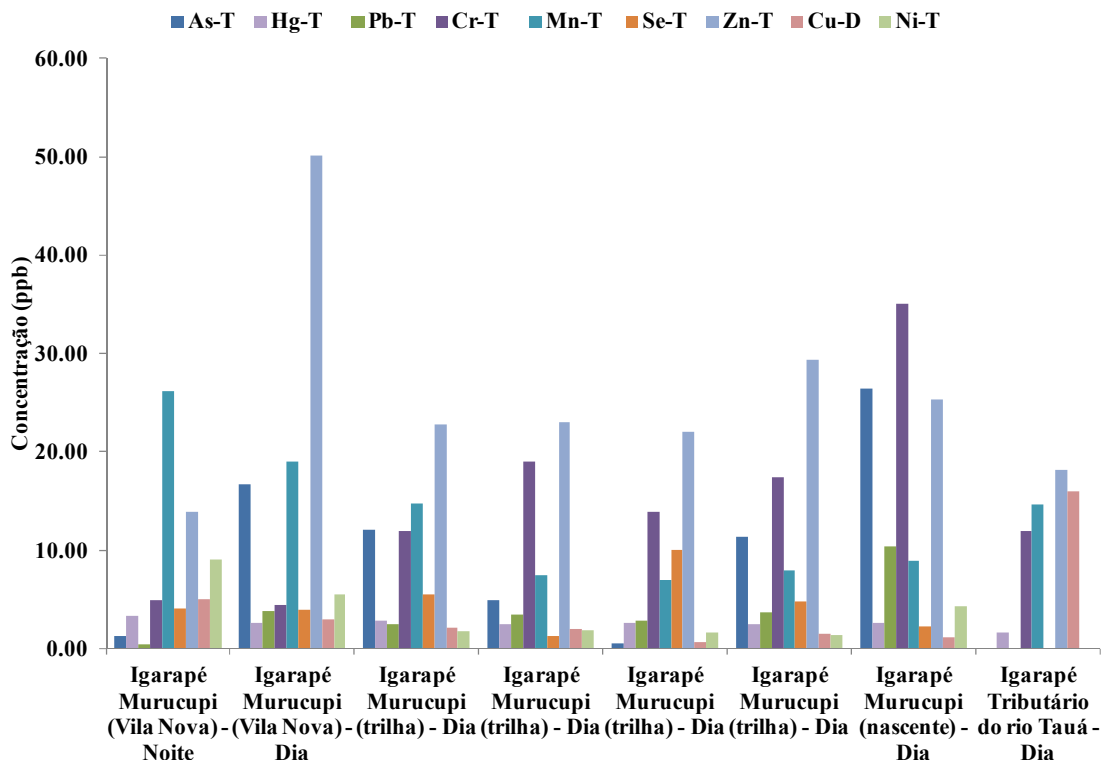


Figura 11: Níveis de arsênio total (As-T), mercúrio total (Hg-T), chumbo total (Pb-T), cromo total (Cr-T), manganês total (Mn-T), selênio total (Se-T), zinco total (Zn-T), cobre dissolvido (Cu-D) e níquel total (Ni-T) em águas superficiais do rio Murucupi no trecho entre o Vila Nova e as Nascentes.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

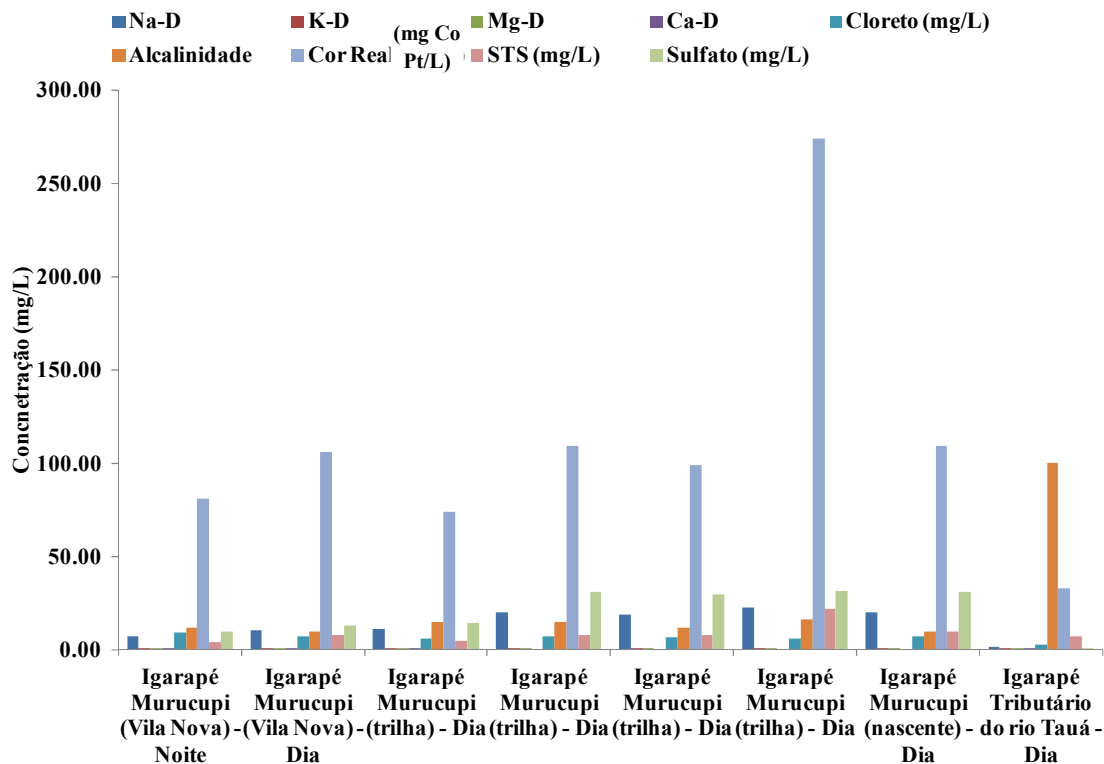


Figura 12: Níveis de sódio dissolvido (Na-D), potássio dissolvido (K-D), magnésio dissolvido (Mg-D), cálcio dissolvido (Ca-D), cloreto, alcalinidade, cor real, STS e sulfato em águas superficiais do rio Murucupi no trecho entre o Vila Nova e as Nascentes.



## RELATÓRIO TÉCNICO

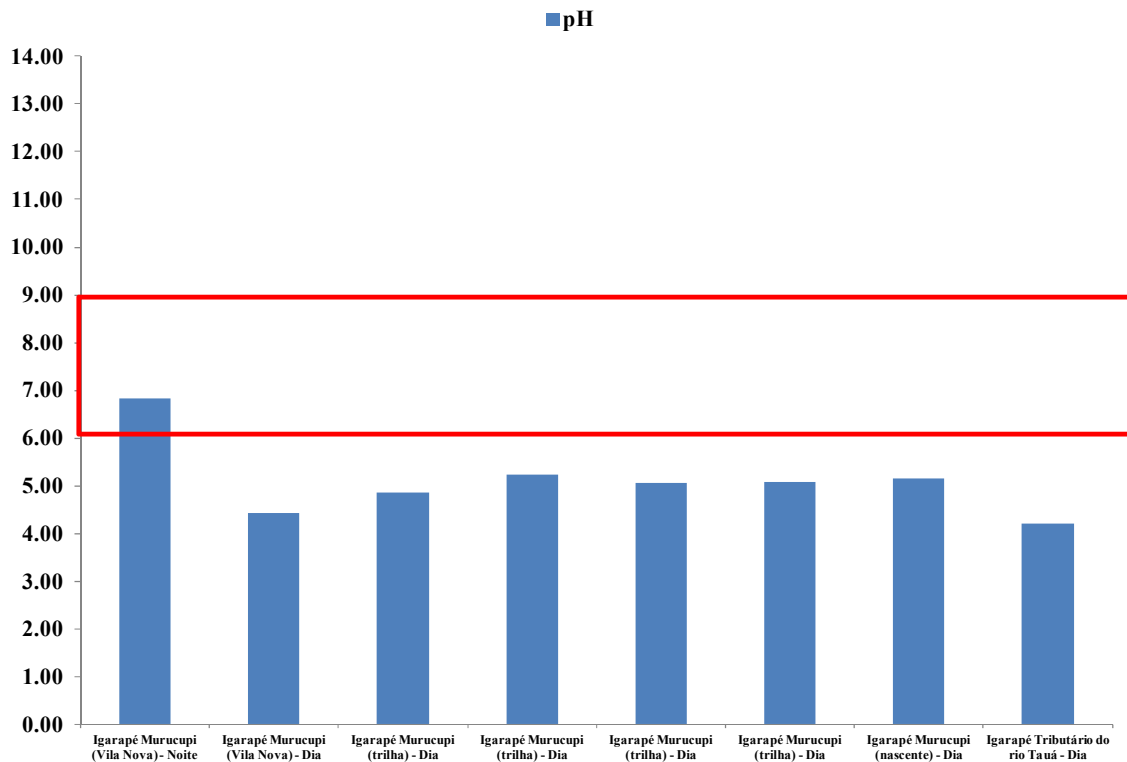


Figura 13: pH em águas superficiais do rio Murucupi no trecho entre o Vila Nova e as Nascentes.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

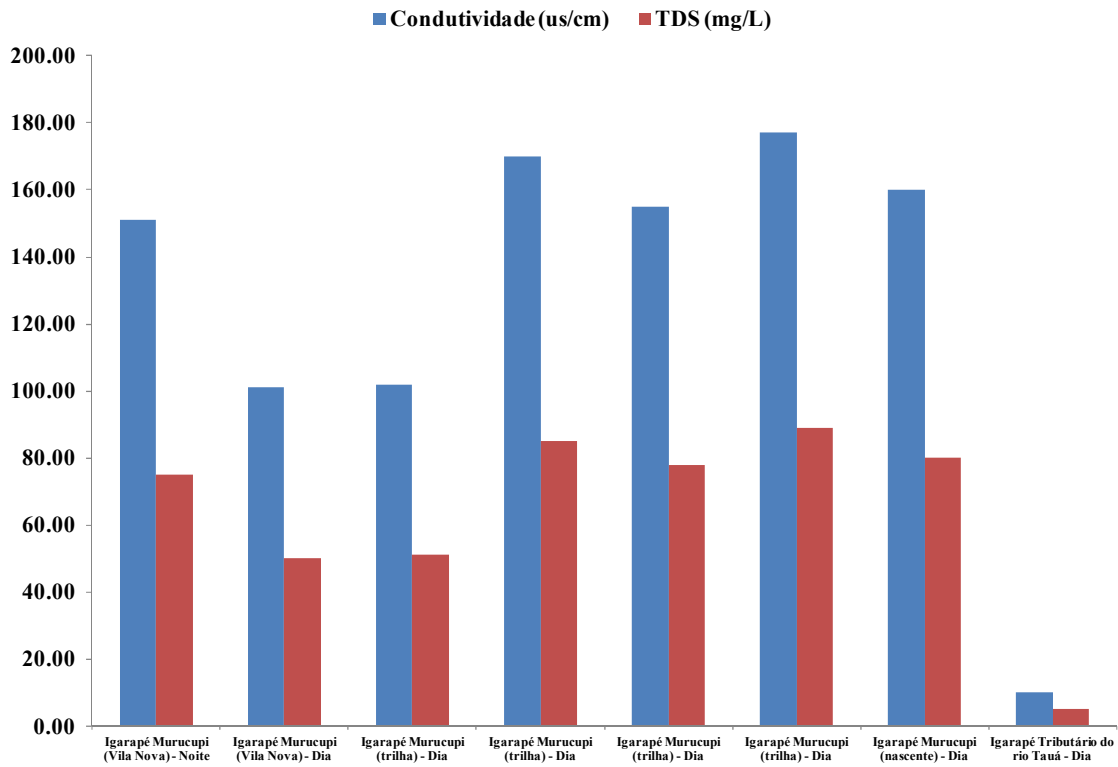


Figura 14: Condutividade e TDS em águas superficiais do rio Murucupi no trecho entre o Vila Nova e as Nascentes.

## RELATÓRIO TÉCNICO

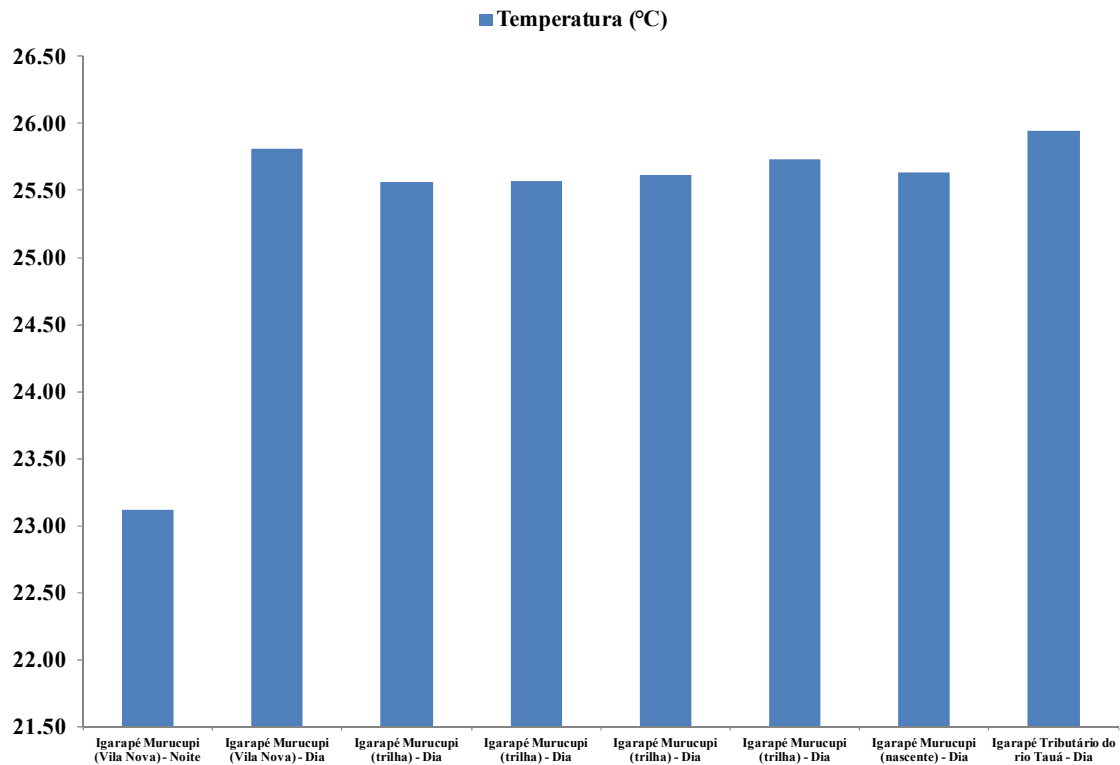


Figura 15: temperatura em águas superficiais do rio Murucupi no trecho entre o Vila Nova e as Nascentes.

## RELATÓRIO TÉCNICO

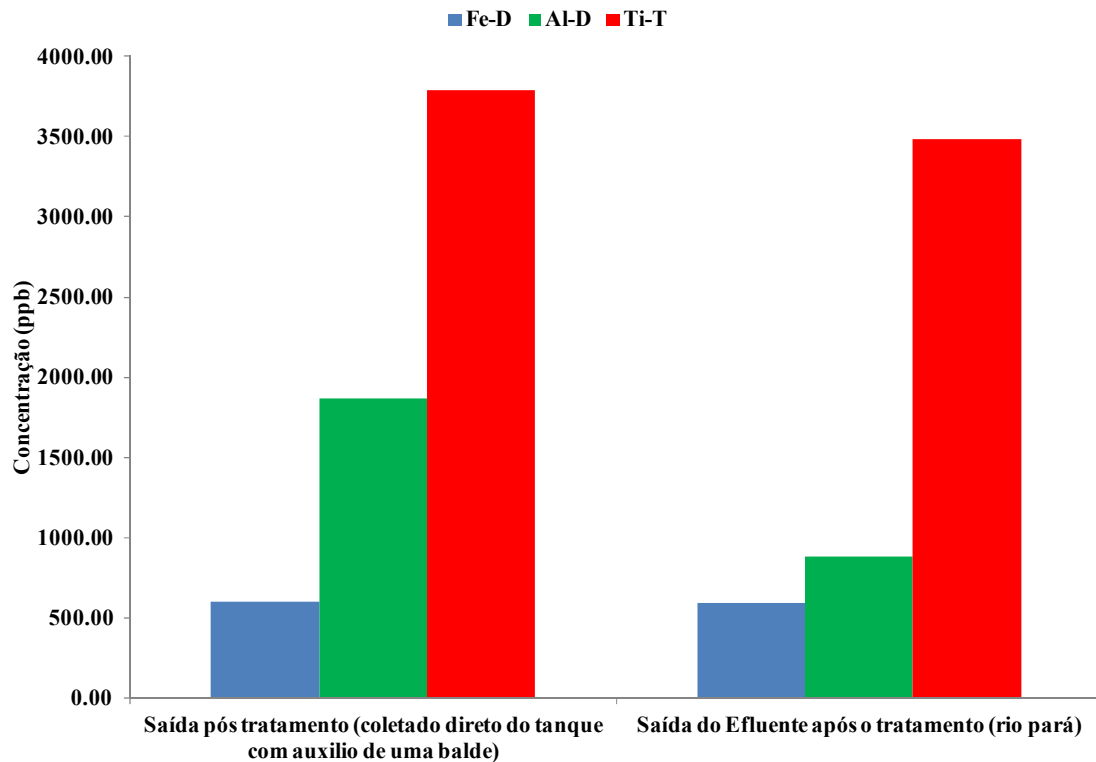


Figura 16: Níveis de ferro dissolvido (Fe-D), alumínio dissolvido (Al-D), e titânio total (Ti-T) em efluentes declarados como tratados pela empresa Norsk Hydro Alunorte.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

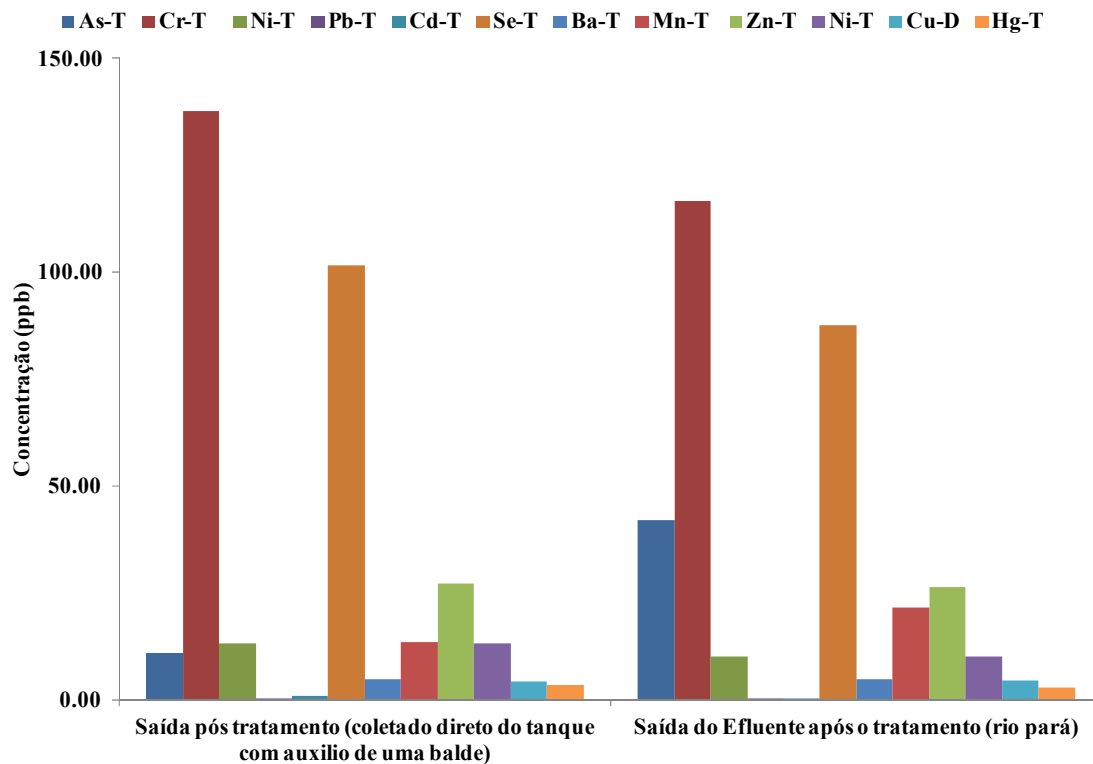


Figura 17: Níveis de arsênio total (As-T), cromo total (Cr-T), níquel total (Ni-T), chumbo total (Pb-T), cádmio total (Cd-T), selênio total (Se-T), manganês total (Mn-T), bário total (Ba-T), zinco total (Zn-T), níquel total (Ni-T) cobre dissolvido (Cu-D) e mercúrio total (Hg-T) em efluentes declarados como tratados pela empresa Norsk Hydro Alunorte.

## RELATÓRIO TÉCNICO

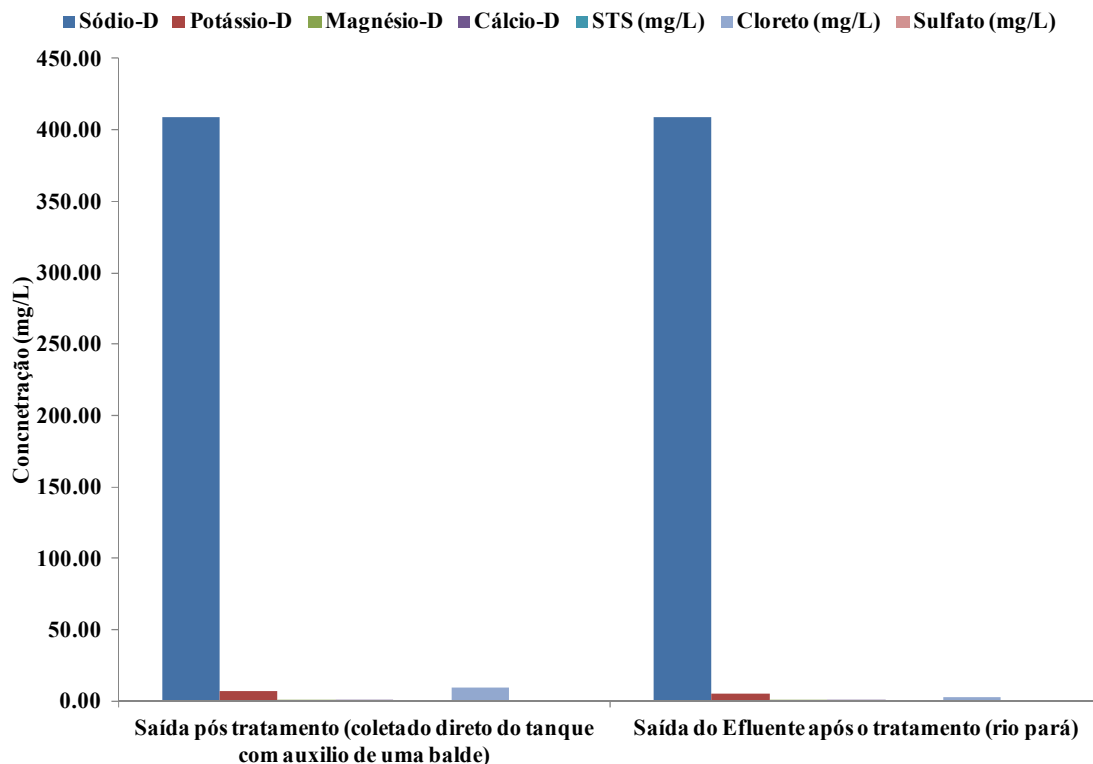


Figura 18: Níveis de sódio dissolvido (Na-D), potássio dissolvido (K-D), magnésio dissolvido (Mg-D) e cálcio dissolvido (Ca-T), cloreto e sulfato em efluentes declarados como tratados pela empresa Norsk Hydro Alunorte.

## RELATÓRIO TÉCNICO

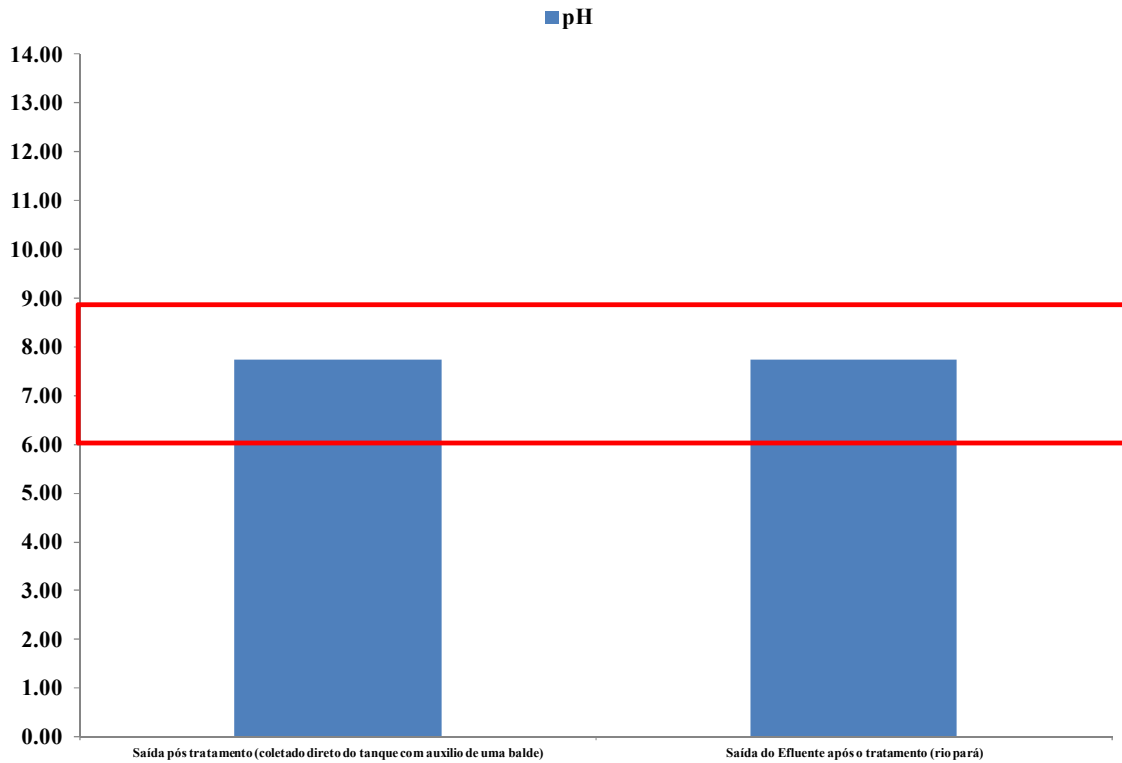


Figura 19: pH em efluentes declarados como tratados pela empresa Norsk Hydro Alunorte.

## RELATÓRIO TÉCNICO

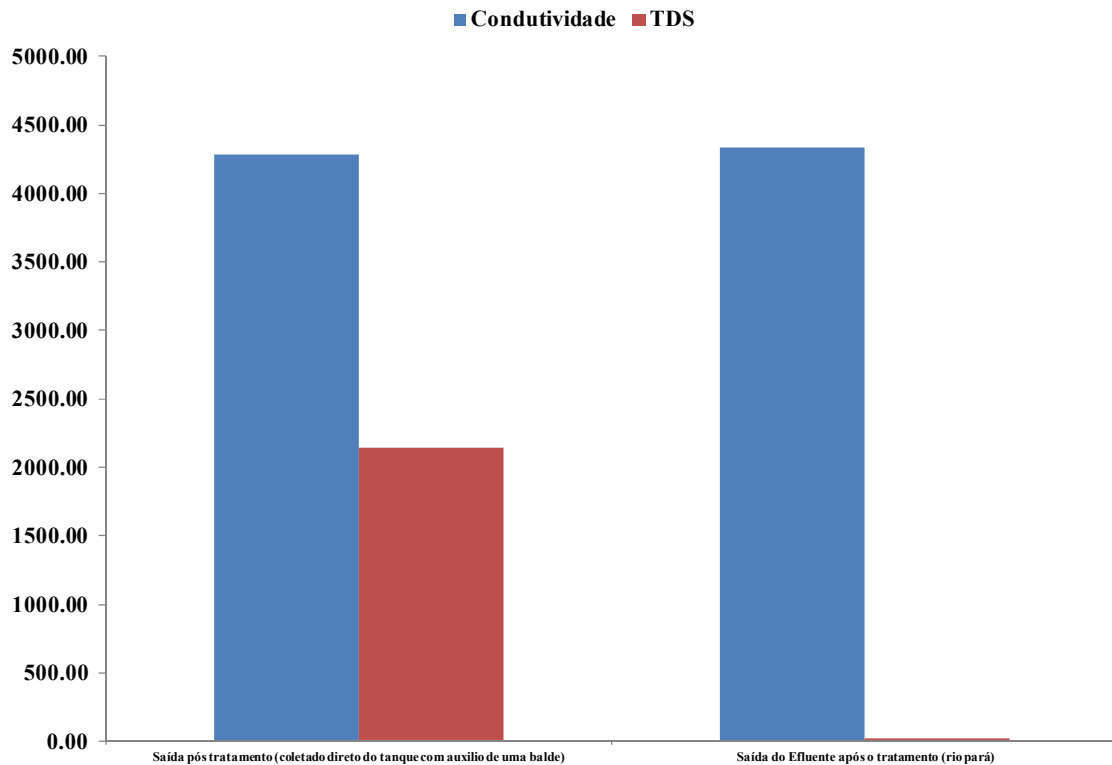


Figura 20: Condutividade e TDS em efluentes declarados como tratados pela empresa Norsk Hydro Alunorte.



**RELATÓRIO TÉCNICO**

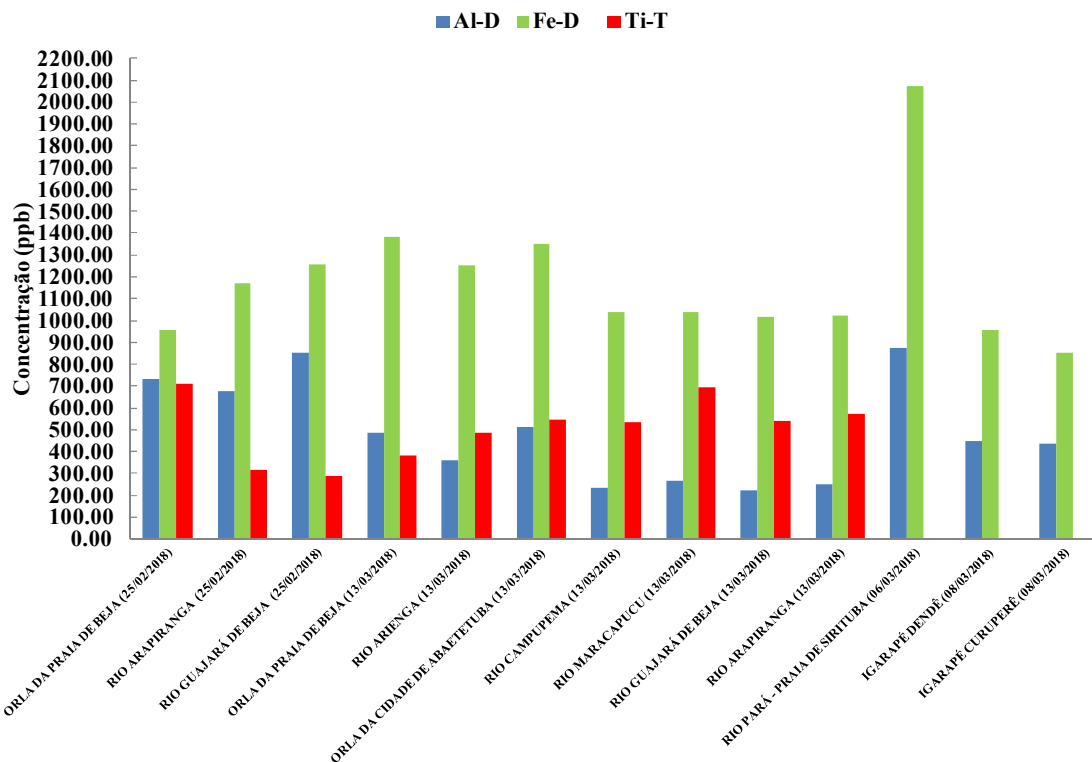


Figura 21: Níveis de alumínio dissolvido (Al-D), ferro dissolvido (Fe-D) e titânio total (Ti-T) em águas superficiais de rios e Igarapés dos municípios de Barcarena e Abaetetuba a partir de amostras coletadas após o dia 17/02/2018.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

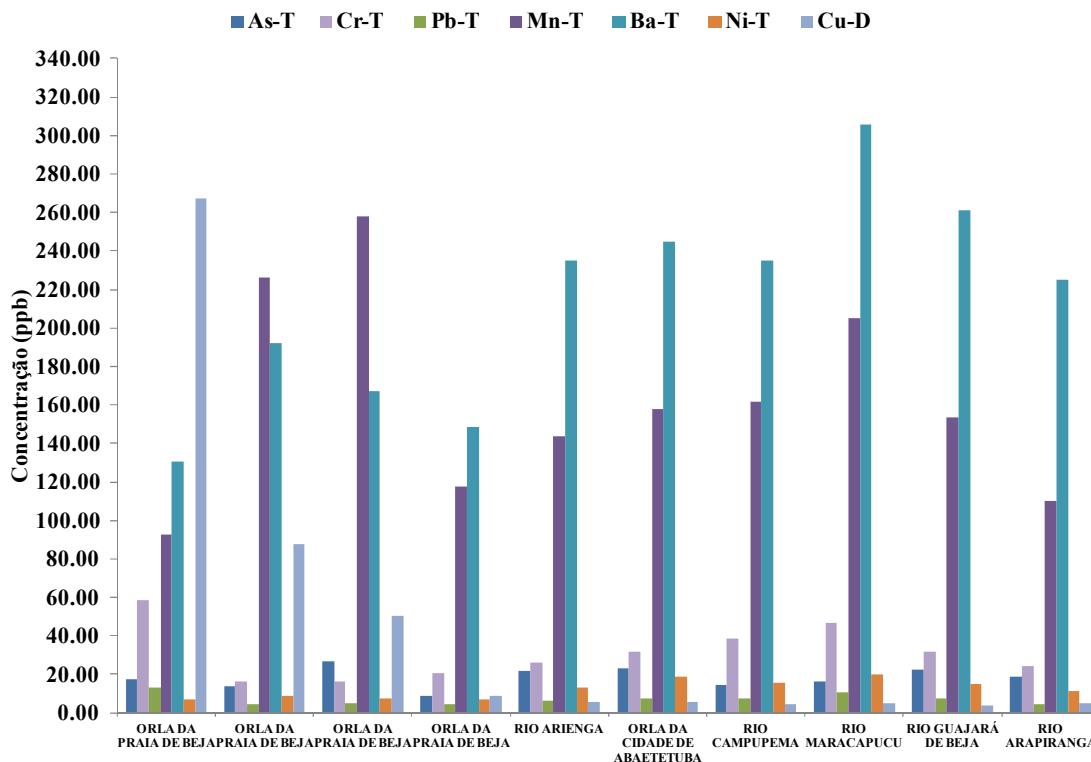


Figura 22: Níveis totais de arsênio (As-T), cromo (Cr-T), chumbo (Pb-T), manganês (Mn-T), bário (Ba-T), níquel (Ni-T) e níveis de cobre dissolvido (Cu-D) em águas superficiais de rios e Igarapés dos municípios de Barcarena e Abaetetuba a partir de amostras coletadas após o dia 17/02/2018.

**RELATÓRIO TÉCNICO**

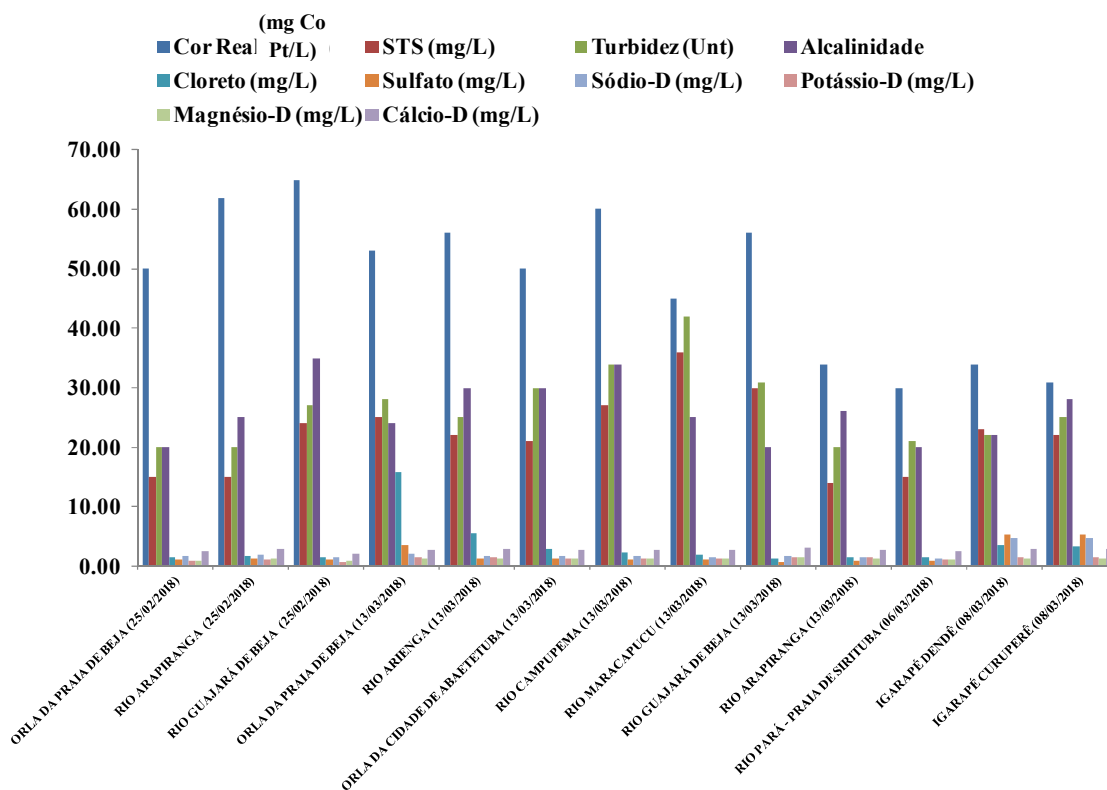



Figura 23: Níveis de sódio dissolvido (Na-D), potássio dissolvido (K-D), magnésio dissolvido (Mg-D), cálcio dissolvido (Ca-D), cloreto, alcalinidade, cor verdadeira, STS e sulfato em águas superficiais de rios e Igarapés dos municípios de Barcarena e Abaetetuba a partir de amostras coletadas após o dia 17/02/2018.

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
	<b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b>	<b>Revisão: 00</b>
	<b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>Página 44 de 51</b>
		<b>Data efetiva: 28/03/2018</b>

---


## RELATÓRIO TÉCNICO

---

### 5 DISCUSSÃO

Estes resultados mostraram níveis de alumínio (Al-D) dissolvido na área da planta industrial que oscilaram de 52,40 (água limpa da produção) até 605.830,40  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (efluentes da DRS1 que circulam pela tubulação de cimento). Nos efluentes que se espalharam pela rodovia PA-481, no dia 22/02/2018, estes níveis foram de 6.296,80  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . Destaca-se que, nas adjacências da área onde foi coletada esta amostra existem igarapés e nascentes que compõem as bacias hidrográficas do rio Murucupi e São Francisco que pela declividade do terreno podem ter recebido essa carga de resíduos e efluentes. Nos efluentes encontrados na área externa a tubulação de cimento da DRS1 e que circulavam em vala a céu aberto na área do SAMP45, ambos no dia 27/02/2018, foram encontrados níveis de 40.219,04 e 88.253,30  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , respectivamente, resultados que reforçam a possibilidade de vazamentos contínuos de efluentes para a bacia do rio Murucupi a partir fissuras na tubulação da DRS1, pois foi observado que estas são duas tubulações de cimento que passam em área próximo a floresta e a cerca de 90 m de distâncias das nascentes deste rio. Estes resultados também mostram que os efluentes que circulavam pela área da SAMP45 também apresentavam teores de alumínio dissolvido bastante elevados, evidenciando que estes sempre deveriam passar por uma estação de tratamento de efluentes (ETE) antes de serem lançados no ambiente. Vale ressaltar que nesse dia ocorriam chuvas relativamente fracas e pouco duradouras, porém era alta a vazão desses efluentes na vala da SAMP45, observação que coaduna com as imagens de inundação e transbordo nessa área no dia 17/02/2018. Outro ponto a se ressaltar é que na evidência desses transbordos há possibilidade clara que estes efluentes tenham se misturado aos efluentes da DRS1 a partir das fissuras e buracos observados na mesma.

Em dois canais de lançamento irregular de efluentes, o primeiro denominado de canal antigo ou canal auxiliar e o segundo denominado de canal de efluentes de cinzas foram encontrados níveis de alumínio dissolvidos que variaram de 2.279,04 a 8.866,43

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 45 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018


---

## RELATÓRIO TÉCNICO

---

$\mu\text{g.L}^{-1}$ . Ressalta-se que, apesar desses níveis já serem considerados elevados, no momento destas amostragens, nos dias 06 e 19/03/2018 estes canais supracitados já não estavam mais em operação e os níveis encontrados podem representar apenas resíduos do que realmente pode ter sido lançado por estes canais. Vale destacar que nos resquícios de efluentes nesses canais de cinzas os níveis elevados de alumínio dissolvido, podem ser indicativos dos maiores níveis encontrados nos efluentes da DRS1, local onde foi constatado que são também depositados grande quantidade de resíduos de cinzas a céu aberto.

Os níveis de ferro dissolvido e titânio total variaram de 271,93 (no canal de lançamento de cinzas) a 1584,26  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (no efluente da vala na SAMP45) e 480,05 (nos resquícios dentro do canal antigo) a 11.180,74  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (no efluente da DRS1 circulando na tubulação de cimento), respectivamente. Nos efluentes que se espalharam pela rodovia PA-481, no dia 22/02/2018, estes níveis foram 562,18 e 453,49  $\mu\text{g.L}^{-1}$  para ferro dissolvido e titânio total, respectivamente. Destaca-se que, os níveis desses metais nestes efluentes transportados em caminhão poderiam ser ainda maiores, pois no dia da amostragem chovia bastante. Nos efluentes encontrados na área externa a tubulação de cimento da DRS1 e que circulavam em vala a céu aberto na área do SAMP45, ambos no dia 27/02/2018, foram encontrados níveis de 596,06 e 1.584,26  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , para ferro dissolvido e 9.365,66 e 3.144,45  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , respectivamente. Os resultados também mostraram que os efluentes que circulavam pela área da SAMP45 apresentavam teores de ferro dissolvido e titânio total elevados, mostrando que estes também não poderiam ser lançados no ambiente sem qualquer tratamento. Em dois canais de lançamento irregular de efluentes, o primeiro denominado de canal antigo ou canal auxiliar e o segundo denominado de canal de efluentes de cinzas foram encontrados níveis de ferro dissolvido e titânio total que variaram de 271,03 a 1.263,82  $\mu\text{g.L}^{-1}$  e 480,05 a 4.270,41  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , respectivamente.

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
	<b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b>	<b>Revisão: 00</b>
	<b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>Página 46 de 51</b>
		<b>Data efetiva: 28/03/2018</b>


---

## RELATÓRIO TÉCNICO

---

Teores totais de arsênio, bário, cádmio, cromo, manganês, mercúrio, urânio, níquel, chumbo, selênio, zinco e cobalto e também de cobre dissolvido foram encontrados em todos os efluentes, inclusive aqueles que vazaram a partir de tombamento de caminhão na PA-481. Nos efluentes encontrados na área externa a tubulação de cimento da DRS1 e que circulavam em vala a céu aberto na área do SAMP45 foram encontrados níveis mais elevados de quase todos estes elementos acima citados. Em dois canais de lançamento irregular de efluentes, o primeiro denominado de canal antigo ou canal auxiliar e o segundo denominado de canal de efluentes de cinzas também foram encontrados teores de todos esses elementos acima citados. Vale destacar que os maiores teores desses elementos foram encontrados nos canais de efluentes de cinzas e muito maior ainda nos efluentes da DRS1, fato que corrobora que as cinzas depositadas na DRS1 contribuem para o aumento dos níveis e metais tóxicos, como Ag, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Mn, Ni, Co e U, nesses efluentes. Destacando que esses níveis são menores nos efluentes da DRS2, local onde não registramos lançamento de cinzas.

No ambiente, os teores totais de arsênio, mercúrio, chumbo e os teores de alumínio, ferro e cobre dissolvido se mostraram alterados e acima dos limites preconizados pela resolução CONAMA 357/2005 no trecho do rio Murucupi entre as nascentes e um ponto próximo a comunidade do Vila Nova. Ressaltando que neste trecho não há qualquer influência de esgotos ou efluentes de lixões. Neste trecho também foram encontrados traços de outros elementos. Destacamos que no ponto mais próximo das nascentes do rio Murucupi esses níveis foram ainda mais elevados. Esta área se encontra a cerca de 140 metros da área da SAMP45. Estes resultados evidenciam que os metais tóxicos observados nos efluentes da planta industrial da Norsk Hydro Alunorte também são encontrados no rio Murucupi. Em amostras do rio Pará todos os resultados dos níveis de alumínio, ferro e cobre dissolvidos foram acima dos níveis preconizados pela resolução CONAMA 357/2005, contudo em amostragens

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 47 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

---

## RELATÓRIO TÉCNICO


---

realizadas nos dias 25/02/2018 e 06/03/2018, logo após os eventos ocorridos nos dias 17/02/2018, os níveis ficaram muito mais elevados nas praias de Sirituba e Beja bem como nos rios Arapiranga e Guajará do Beja e igarapés Curuperê e Dendê. Esses dados também se coadunam para o entendimento que os efeitos de lançamento de efluentes não tratados por canais irregulares e clandestinos podem ter causado alterações em trechos do rio Pará que abrangem os municípios de Barcarena e Abaetetuba, colocando em risco a população que usava estas águas para lazer, pesca ou consumo humano.

Os resultados também mostram que os níveis de metais quando tratados diminuem consideravelmente, mas não podemos deixar de citar que estes são continuamente emitidos em grandes volumes para o rio Pará e se somados aos efluentes não tratados lançados pelos canais irregulares podem se tornar um grande risco para os ecossistemas aquáticos e humanos que usam o rio Pará. Com estes estudos não foi possível para dimensionar se o problema também se estendeu para outras áreas da região.

## 6 CONCLUSÃO

- Os efluentes de cinzas indicam que esta é também uma fonte de metais tóxicos, como Ag, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Mn, Ni, Co e U, e quaisquer lançamentos deste tipo sem tratamento representa um risco de danos aos ecossistemas aquáticos e a saúde humana. Ressaltando que os níveis de outros metais como Al, Fe e Cu são também elevados em efluentes de cinzas;
- Nos resquícios de efluentes dentro do canal auxiliar denominado como canal antigo foi encontrado níveis muitos elevados de Mn, indicando que e quaisquer lançamentos dos materiais por ali carreados e sem quaisquer tratamentos representa um risco de danos aos ecossistemas aquáticos e a saúde humana;

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		Revisão: 00
		Página 48 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018


---

## RELATÓRIO TÉCNICO

---

- O lançamento de resíduos de cinzas na DRS1 aumenta os níveis de metais tóxicos nos efluentes da DRS1, como Ag, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Mn, Ni, Co e U, e quaisquer lançamentos deste tipo sem tratamento representa um risco de danos aos ecossistemas aquáticos e a saúde humana. Ressaltando que os níveis de outros metais como Al, Fe e Cu são também elevados em efluentes de lama vermelha;
- Os dados no rio Murucupi mostram que os níveis de Al, Fe, Cu, As, Hg e Pb nas águas superficiais estão acima dos níveis aceitáveis pela resolução CONAMA 357/2005, indicando que as águas deste rio não podem ser usadas para recreação, pesca ou consumo humano. Todos os elementos tóxicos encontrados nos efluentes da empresa Hydro também são encontrados teores nas águas superficiais do rio Murucupi;
- Os dados de alumínio e ferro dissolvido nos rios Pará (áreas próximo as praias de Sirituba e Beja), Guajará do Beja, Arapiranga, Igarapés Curuperê e Dendê e tributário do Tauá mostram que os níveis destes metais logo após os eventos do dia 17/02/2018 estavam bem acima dos limites do CONAMA 357/2005. Em alguns pontos desses rios e Igarapés os níveis totais de metais tóxicos como As, Pb e Cr apresentaram também teores acima da Resolução CONAMA 357/2005. Os resultados nestas áreas foram indicativos que as águas superficiais destes rios não poderiam naquele momento ser usadas para recreação, pesca ou consumo humano;
- Os dados nos rios e Igarapés no ambiente ao redor da empresa Hydro mostram que os dados de automonitoramento apresentados pela empresa, como comprovação de despejo controlado e sem risco através de canais irregulares por onde passavam efluentes não tratados, são falhos e insuficientes, ou seja, não mostram que estas áreas apresentavam níveis de metais acima dos recomendados pela legislação brasileira;



	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
	<b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b>	<b>Revisão: 00</b>
	<b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>Página 49 de 51</b>
		<b>Data efetiva: 28/03/2018</b>

---


## RELATÓRIO TÉCNICO

---

- Os resultados dos efluentes na área onde ocorreu o tombamento de um caminhão na PA-481 são compatíveis com efluentes de lama vermelha e podem ter afetados igarapés próximos a esta estrada.

### 7 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

- Continuar a disponibilizar, pelo menos até o final do período de chuvas, água potável as comunidades do Bom Futuro, Jardim dos Cabanos, Burajuba e Vila Nova, pois as águas do rio Murucupi apresentam níveis de metais tóxicos que oferecem riscos a saúde humana a partir do consumo direto ou uso para recreação e pesca;
- Ampliar esta disponibilização de água potável no mesmo período para as comunidades que residem nos municípios de Barcarena e Abaetetuba às margens dos igarapés Dendê e Curuperê, e rios Pará, Arapiranga, Guajará do Beja, Arienga e Tauá. Como citado, com esses dados não foi possível confirmar alterações na qualidade das águas em outras áreas da região;
- As águas superficiais e de consumo humano no entorno do empreendimento da Hydro devem ser continuamente biomonitoradas, através de sistemas telemétricos e coletas *in loco*, e criado sistema de alerta as populações que moram ao redor ou fazem uso delas. Todo biomonitoramento na região deve conter dados completos com análises de metais como previsto na legislação brasileira;

	<b>INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS</b> <b>COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - RT</b>	<b>RT SAMAM 10.2 - 001</b>
		<b>Revisão: 00</b>
		<b>Página 50 de 51</b>
		<b>Data efetiva: 28/03/2018</b>

## RELATÓRIO TÉCNICO

### 8 VALIDAÇÃO

A Seção de Meio Ambiente (SAMAM) do Instituto Evandro Chagas (IEC) valida os dados acima apresentados e autentica a qualidade de todas as análises físico-químicas e de metais.



**Marcelo de Oliveira Lima**

*Dr. Marcelo de Oliveira Lima*  
 Pesquisador em Saúde Pública  
 SIAPE: 129972 CRQ Nº 081.00023  
 SAMAM/IEC/SVS/MS

Responsável Técnico do Setor de Espectroanalítica III (ICP-MS)

Laboratório de Toxicologia

(SAMAM/IEC/SVS)



**Iracina Maura de Jesus**

Chefe da Seção de Meio Ambiente


(SAMAM/IEC/SVS)

*Iracina Maura de Jesus*  
 Chefe da Seção de Meio Ambiente  
 Portaria Nº 016  
 SAMAM/IEC/SVS/MS



**Pedro Fernando da Costa Vasconcelos**

Diretor do Instituto Evandro Chagas

	INSTITUTO EVANDRO CHAGAS – IEC/ SVS/ MS	RT SAMAM 10.2 - 001
	COORDENAÇÃO DA QUALIDADE – CQ	Revisão: 00
	RELATÓRIO TÉCNICO - RT	Página 51 de 51
		Data efetiva: 28/03/2018

---

## RELATÓRIO TÉCNICO

---

### 9 REFERENCIAS

APHA. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. SMEWW, 23ª Ed. 2017.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- RESOLUÇÃO N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- RESOLUÇÃO N° 430, DE 16 DE MAIO DE 2011.