



MONITOTAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNAS NA USINA TERMELÉTRICA PRESIDENTE MÉDICI, CANDIOTA, RS

Relatório Inicial

Contrato N° CGTEE/DTC/068/2011

Setembro / 2013





1. Introdução

1.1 Objetivos e escopo

O presente relatório tem por objetivo apresentar os resultados da primeira campanha de amostragem das águas subterrâneas na área da Usina Termelétrica Presidente Médici, Candiota-RS, com diagnóstico ambiental dos aquíferos locais no período de coletas.

Esta campanha de coleta de amostras, realizada nos dias 23, 24 e 25 de julho de 2013, é a primeira de quatro programadas para serem executados com intervalos trimestrais durante o período de um ano.

A rede de monitoramento das águas subterrâneas conta com 20 poços de monitoramento, sendo 11 (onze) localizados na área da Usina Fase B e Fase C (PM-1, PM-2, PM-3, PM-4, PM-6, PM-7, PM-8, PM-9, PM-10, PM-11 e PM-12), 4 (quatro) na área do almoxarifado (PM-5, PM-13, PM-14 e PM-15) e 5 (cinco) na área denominada Candiota 1 (PM-16, PM-17, PM-18, PM-19 e PM-20). A Figura 1, Figura 2 e Figura 3 mostram a localização das três áreas monitoradas e dos poços de monitoramento em cada uma delas.

As coordenadas UTM dos poços de monitoramento são apresentadas na Tabela 1.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

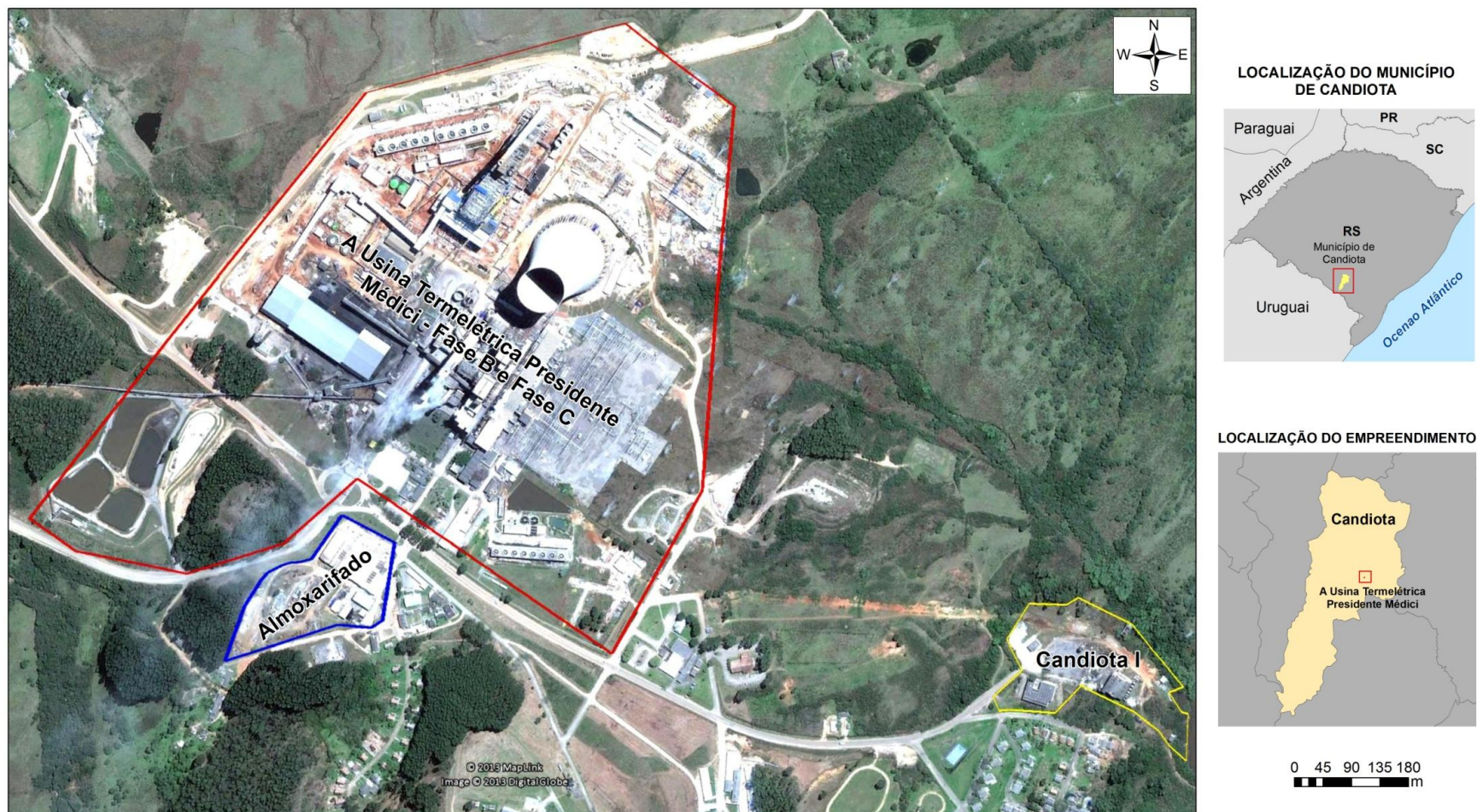


Figura 1. Localização das áreas monitoradas na Usina Termelétrica Presidente Médici: Área da Usina – Fase A e Fase B, Área do Almoxarifado e Área Candiota 1.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Localização dos poços de monitoramento na área da Usina – Fase B e Fase C.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 2. Localização dos poços de monitoramento da área do Almoxarifado.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



Figura 3. Localização dos poços de monitoramento da área de Candiotá 1.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 1. Coordenadas UTM dos poços de monitoramento instalados que compõem a Rede de Monitoramento das Águas Subterrâneas da área da Usina Termelétrica Presidente Médici, Candiota-RS.

Área	Identificação do Poço	UTM-E (m)	UTM-N (m)
Usina: Fase B Fase C	PM-1	245.297	6.506.061
	PM-2	245.197	6.506.348
	PM-3	244.697	6.505.920
	PM-4	245.432	6.506.344
	PM-6	245.207	6.506.556
	PM-7	245.658	6.506.651
	PM-8	244.990	6.506.168
	PM-9	245.048	6.506.172
	PM-10	245.713	6.506.076
	PM-11	245.030	6.506.022
	PM-12	244.896	6.506.056
	Almoxarifado	PM-5	244.985
PM-13		245.200	6.505.727
PM-14		245.145	6.505.767
PM-15		245.198	6.505.669
Candiota I	PM-16	246370	6505641
	PM-17	246421	6505624
	PM-18	246298	6505694
	PM-19	246200	6505759
	PM-20	246365	6505731

1.2 Condições dos poços amostrados

Os poços amostrados apresentaram boas condições de conservação na data da coleta, com exceção do PM-4 e PM-9 que se encontravam sem tampa e do PM-2 e PM-11 que apresentaram volume de água insuficiente para todas as análises. Cabe destacar, ainda, que nos poços PM-8, PM-11, PM-12, PM-18 e PM-19 a água continha grande



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

quantidade de partículas sólidas em suspensão, o que conferia a mesma alta turbidez (Tabela 2).

Tabela 2. Condições gerais dos poços de monitoramento na data de coleta. *: volume de água disponível para análise de metais. **: volume de água disponível para análise de metais e fenóis.

Área	Identificação do Poço	Condição de preservação	NA (m)
Usina: Fase B Fase C	PM-1	Sem restrição	4,8
	PM-2	Volume de água insuficiente*	4,0
	PM-3	Sem restrição	2,5
	PM-4	Sem tampa	0,4
	PM-6	Sem restrição	0,5
	PM-7	Sem restrição	9,0
	PM-8	elevada fração suspensa	7,0
	PM-9	Sem tampa	3,0
	PM-10	Sem restrição	6,0
	PM-11	Volume de água insuficiente** Elevada fração suspensa	4,0
	PM-12	Elevada fração suspensa	
	Almoxarifado	PM-5	Sem restrição
PM-13		Sem restrição	1,3
PM-14		Sem restrição	3,5
PM-15		Sem restrição	1,5
Candiota I	PM-16	Sem restrição	1,5
	PM-17	Sem restrição	Raso
	PM-18	Elevada fração suspensa	1,8
	PM-19	Elevada fração suspensa	0,5
	PM-20	Sem restrição	0,4



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

1.3 Parâmetros analisados

Os parâmetros analisados, as condições de preservação e os prazos de encaminhamento ao laboratório analítico amostras de águas subterrâneas coletadas constam da Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros analisado, preservação e prazo de encaminhamento das amostras de água subterrânea coletadas.

Parâmetro	Frasco	Preservação	Prazo de Entrega
DBO (mg/L)	Polietileno	Refrig. a 4 °C	<24h
DQO (mg/L)	P,V	Refrig. a 4 °C	<24h
Fenóis Totais (mg/L)	P,V	H ₂ SO ₄ conc. até pH < 2. Refrig. a 4°C	<24h
Fósforo Total (mg/L)	V	H ₂ SO ₄ conc. até pH < 2. Refrig. a 4°C	<24h
pH		Medir em campo	<24h
Condutividade (µS/cm)		Medir em campo	<24h
Cor (mg/L Pt-Co)		Refrig. a 4 °C	<24h
Turbidez (NTU)	P,V	Refrig. a 4°C e manter ao abrigo da luz	<24h
Óleos e Graxas (mg/L)	V	HCl 1+1 até pH≤2 Resfriamento a 4°C	<24h
Metais totais (mg/L) Al, Fe, Cu, Ar, Cd, Ni, Mn, Pb, Zn, Cr e Hg	P,V	HNO ₃ conc. até pH< 2. Refrig. a 4°C	<24h
Coliformes Termotolerantes (E.Coli)		Refrig.<10°C. Adicionar 0,3 mL para 120 mL de amostra de EDTA (372 mg/L).	<24h
Toxicidade crônica e Toxicidade aguda- C. dubia (P/A)		2mL sol. K ₂ CrO ₇ a 20% em sol. HNO ₃ 1:1. Refrig. a 4°C	<24h



2. Metodologia

A metodologia de trabalho é apresentada nos tópicos s seguir.

2.1. Coleta de amostras

Inicialmente foi percorrida área de coleta com o objetivo de identificar os poços e verificar o seu estado de preservação e posteriormente efetuado o esgotamento dos mesmos 24h antes da coleta. O procedimento de amostragem foi realizado com uso de luvas descartáveis, que foram substituídas após cada coleta. A água foi coletada com amostrador descartável tipo *bailer* em volume da ordem de 6 litros por poço.

Cada amostra coletada foi armazenada em frascos de vidro e polietileno fornecidos pelo laboratório contendo os preservantes necessários para cada parâmetro a ser analisado. Os frascos foram acondicionados em caixas térmicas (uma para cada poço) e resfriados a 4°C. O tempo de coleta foi de aproximadamente 20 minutos por poço.

A Figura 4, Figura 5 e Figura 6 ilustram os procedimentos de coleta nos poços PM- 17, PM-20 e PM-19.



Figura 4. Coleta de amostra no poço PM-17 com amostrador descartável tipo *beiler*.



Figura 5. Coleta de amostra no poço PM-20 com amostrador descartável tipo *beiler*.



Figura 6. Coleta de amostra no poço PM-19 com amostrador descartável tipo *beiler*

2.2. Laboratório de Análises e Métodos analíticos

As amostras coletadas foram encaminhadas para análises químicas, físicas e toxicológicas ao Laboratório Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental, localizado no município de Viamão-RS. Os métodos analíticos utilizados pelo referido laboratório são elencados na Tabela 4 e os laudos apresentados no Anexo II.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 4. Métodos analíticos para ensaios dos parâmetros avaliados neste monitoramento

PARÂMETRO	METODOLOGIA	REFERÊNCIA
Condutividade elétrica	Condutometria	Standard Methods 22 nd 2510 B
Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>)	Substrato enzimático	Standard Methods 22 nd 9223 B
Cor Aparente	Espectrofotometria	Standard Methods 22 nd 2120 C
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Método de Winkler	Standard Methods 22 nd 5210 B
Fenóis totais	Absorciometria com clorofórmio	EPA 9065
Fósforo Total	Absorciometria com redução do ácido ascórbico	Standard Methods 22 nd 4500 P E
Metais totais: As, Cd, Pb, Cr, Mn, Ni, Zn, Fe, Cu e Al	ICP-OES	Standard Methods 22 nd 3030/3120 B
Metais totais: Hg	CV-AA	Standard Methods 22 nd 3112B
Óleos e Graxas	Gravimetria -extração com soxhlet	Standard Methods 22 nd 5520B
pH	Método Potenciométrico- pHmetro	NBR 14339 / 1999 ou Standard Methods 22 nd 4500 HB
Tox. crônica com <i>S.capricornutum</i>	Ensaio Ecotoxicológicos	NBR ABNT 12648/2011
Tox. crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio Ecotoxicológicos	NBR ABNT 13373/2011
Tox. aguda com <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Ensaio Ecotoxicológicos	NBR ABNT 13373/2011
Turbidez	Nefelometria	Standard Methods 22 nd 2130 B

2.3. Análise e interpretação dos dados

Os resultados das análises químicas foram analisados e interpretados com base na legislação vigente que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas (Resolução 396/2008 do CONAMA). Também foi avaliada as possíveis origens dos parâmetros que apresentaram concentrações significativas, em termos de fonte natural ou antrópica.



3. Resultados obtidos

Os resultados analíticos dos ensaios realizados nas amostras de água subterrânea são apresentados na Tabela 5 e os laudos laboratoriais constam do Anexo II. Nesta tabela constam, também, os valores de referência para consumo humano, dessedentação de animais e recreação estabelecidos pela Resolução nº 396/2008 do CONAMA, enquanto os laudos apresentam os limites de quantificação analíticos do laboratório executor para cada parâmetro determinado.

Os resultados apontam a ocorrência de concentrações significativas de alumínio, ferro e manganês em bom número de poços, além de chumbo e cádmio em apenas dois poços, sendo o cádmio restrito somente para consumo humano e recreação. Os demais parâmetros analisados não apresentam restrições ambientais.

As concentrações de alumínio total excedem o limite para consumo humano estabelecido pela Resolução 396/2008 do CONAMA nos poços PM-2, PM-6, PM-8, PM-10, PM-11, PM-12, PM-13, PM-16 e PM-17. Cabe destacar que o poço PM-6 está fora da área de influência da usina (poço branco) e nenhum poço apresenta concentração acima do limite permitido para dessedentação de animais. Outro aspecto relevante são os altos valores de turbidez nas amostras destes poços, o que indica a possibilidade deste metal estar contido na fração suspensa e não na forma dissolvida. O diagrama de variação binário apresentado na Figura 7 revela



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

boa correlação entre as concentrações de alumínio e a turbidez da água, o que dá consistência e robustece a hipótese da influência dos minerais em suspensão no conteúdo de alumínio registrado.

É importante enfatizar que o alumínio representa um metal abundante no meio natural, sendo um componente essencial dos principais minerais constituintes do solo, como os argilo-minerais e óxidos de alumínio. Com isso, a origem natural deste metal deve ser considerada como muito provável, devendo ser investigada nas próximas amostragens previstas no plano de monitoramento.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 5. Resultados analíticos das amostras de águas subterrâneas. CH: consumo humano; DA: dessedentação de animais; REC: recreação

Parâmetro	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10	Resol. 396/2008 CONAMA		
											CH	DA	REC
Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	305	NA	863	437	462	108	166	1302	451	977	-	-	-
pH	6,1	NA	6,1	6,3	6,1	5,7	6,1	6	6,2	6,2	-	-	-
Cor real (mg/L Pt-Co)	<5	NA	5	<5	5	30	6	16	<5	7	-	-	-
Turbidez (NTU)	1,3	NA	<0,6	2	2	7,2	1,3	25,3	1,7	2,5	-	-	-
DBO5 (mg/L O ₂)	ND	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-
DQO (mg/L O ₂)	ND	NA	ND	ND	ND	ND	ND	36	ND	ND	-	-	-
Escherichia coli NMP (NMP/100mL)	<1,0	NA	<1,0	<1,0	3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-
Óleos e graxas (mg/L)	6	NA	8	4	10	3	3	8	7	4	-	-	-
Fenóis totais (mg/L)	ND	NA	ND	ND	<0,003	ND	ND	ND	ND	<0,003	-	-	-
Fósforo total (mg/L)	0,04	0,09	<0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,2	0,04	0,05	-	-	-
Alumínio total (mg/L)	ND	1,61	0,08	ND	<0,05	0,53	ND	0,29	0,08	1,03	0,2	5	0,2
Arsênio total (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio total (mg/L)	ND	<0,001	ND	ND	ND	ND	ND	0,019	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo total (mg/L)	ND	0,53	ND	ND	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	0,01	0,1	0,01
Cobre total (mg/L)	ND	0,013	0,012	ND	ND	<0,005	ND	ND	ND	ND	2	0,5	2
Cromo total (mg/L)	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
Ferro total (mg/L)	<0,05	3,31	<0,05	0,09	0,09	0,19	<0,05	115,73	0,09	1,87	0,3	-	0,3
Manganês total (mg/L)	0,07	1,4	ND	2,06	<0,05	<0,05	0,06	22,51	<0,05	4,34	0,1	0,05	0,1
Mercúrio total (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	ND	<0,0002	<0,0002	ND	0,001	0,01	0,001
Níquel total (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	ND	ND	ND	0,01	ND	0,05	0,02	1	0,02
Zinco total (mg/L)	ND	0,17	ND	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	ND	ND	ND	5	24	5



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Tabela 1. Continuação.

	PM-11	PM-12	PM-13	PM-14	PM-15	PM-16	PM-17	PM-18	PM-19	PM-20	Resol. 396/2008 CONAMA		
											CH	DA	REC
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	NA	1771	274	208	107	399	118	462	1007	487	-	-	-
pH	NA	6,1	6,5	5,8	5,3	5,8	5,6	5,6	6,5	6,3	-	-	-
Cor real (mg/L Pt-Co)	NA	21	10	6	7	<5	158	<5	6	<5	-	-	-
Turbidez (NTU)	NA	32,7	12,9	3,8	6	5,4	22	2,9	6,8	5,6	-	-	-
DBO5 (mg/L O ₂)	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-
DQO (mg/L O ₂)	NA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-
Escherichia coli NMP (NMP/100mL)	NA	<1,0	26	<1,0	28	1	240	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-
Óleos e graxas (mg/L)	NA	6	4	4	4	5	9	6	4	4	-	-	-
Fenóis totais (mg/L)	0,01	0,005	0,004	<0,003	<0,003	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-
Fósforo total (mg/L)	NA	0,2	0,4	0,06	0,02	0,12	0,1	0,07	0,08	0,08	-	-	-
Alumínio total (mg/L)	2,99	0,55	0,33	<0,05	0,08	0,36	0,76	ND	ND	ND	0,2	5	0,2
Arsênio total (mg/L)	<0,01	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND	<0,01	ND	0,01	0,2	0,01
Cádmio total (mg/L)	0,005	0,012	ND	ND	ND	ND	ND	0,001	ND	ND	0,005	0,05	0,005
Chumbo total (mg/L)	0,23	0,01	>0,01	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND	<0,01	0,01	0,1	0,01
Cobre total (mg/L)	0,011	ND	<0,005	0,0006	<0,005	<0,005	<0,005	ND	ND	ND	2	0,5	2
Cromo total (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	1	0,05
Ferro total (mg/L)	35,59	85,51	0,17	0,06	0,15	0,56	0,38	10,64	1,67	0,62	0,3	-	0,3
Manganês total (mg/L)	2,85	14,47	<0,05	ND	0,07	<0,05	<0,05	10,86	10,15	<0,05	0,1	0,05	0,1
Mercúrio total (mg/L)	<0,0002	ND	ND	ND	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,001	0,01	0,001
Níquel total (mg/L)	<0,01	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	ND	0,02	0,02	ND	0,02	1	0,02
Zinco total (mg/L)	0,13	ND	ND	<0,05	<0,05	<0,05	ND	<0,05	ND	ND	5	24	5



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

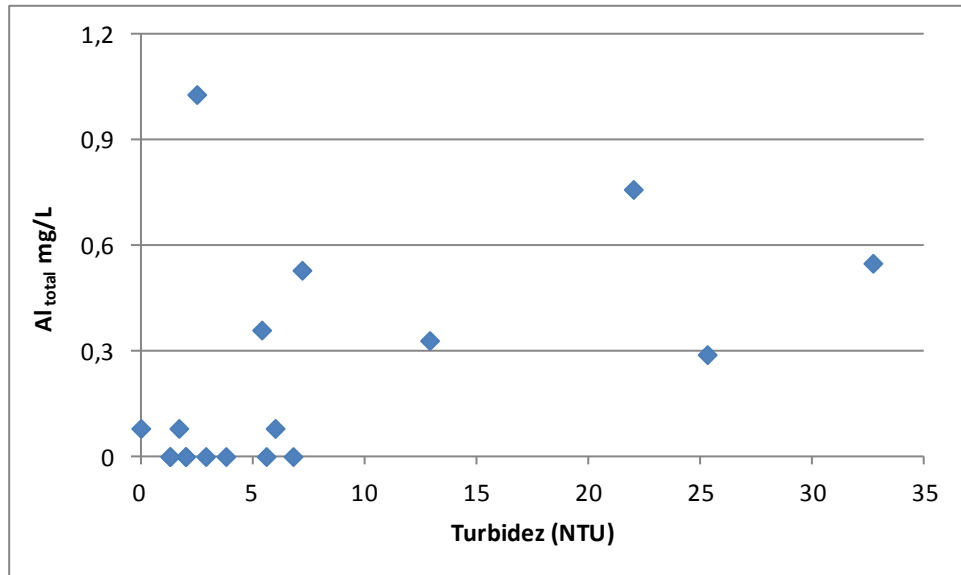


Figura 7. Diagrama de variação binário mostrando a correlação positiva do alumínio total e a turbidez nas águas subterrâneas.

O ferro e o manganês totais também registram concentrações maiores que os valores de referência para consumo humano e recreação nos poços PM-2, PM-8, PM-10, PM-11, PM-12, PM-18 e PM-19. Excesso de ferro em relação aos valores de referência da resolução 396/2008 do CONAMA é detectado, ainda na amostra do poço PM-20 e excesso de manganês na amostra do Poço PM-04. Merece destaque o fato de que a presença de ferro e manganês é registrada nos mesmos poços e também os altos valores de turbidez da água coletada revelando a presença de sólidos em suspensão.

O ferro e o manganês são metais de comportamento geoquímico similar e, como o alumínio, possuem baixa mobilidade geoquímica em ambiente supergênico.

Nos ambientes naturais não impactados por processos antrópicos, o ferro e o manganês exibem, geralmente, correlações



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

positivas nas suas concentrações em decorrência do comportamento geoquímico semelhante que ambos apresentam. A baixa mobilidade geoquímica, por outro lado, resulta em concentrações significativas nos solos e sedimentos sob a forma de minerais de baixa solubilidade, como óxidos/hidróxidos ou argilo-minerais (esmectitas), os quais são comuns na fração sólida suspensa de águas turvas.

As concentrações de ferro e manganês mostram correlação positiva nas mostras de água subterrânea analisadas e também registram os valores mais elevados naquelas com maior turbidez (Figura 8 e Figura 9). Estes dois aspectos são indicativos de que a origem natural do ferro e do manganês detectados nas águas subterrâneas dos aquíferos locais é muito provável, devendo ser contemplada com investigação específica nas três próximas amostragens previstas no plano de monitoramento.

Outro aspecto relevante diz respeito à baixíssima solubilidade de minerais de ferro e manganês (óxidos e hidróxidos) em água com pH maior que 4,0 como registrado em todas as amostras analisadas. Nestas condições ambientais, as concentrações de ferro e manganês dissolvidos normalmente estão abaixo de 0,5 mg/L (Willians 1998), o que é muito inferior aos números determinados nos ensaios laboratoriais.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

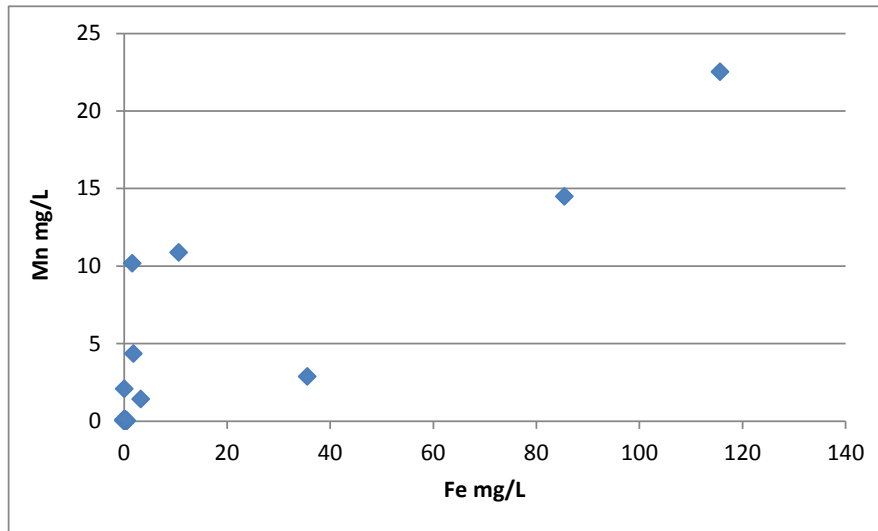


Figura 8. Diagrama de variação mostrando a correlação positiva das concentrações de ferro e manganês registradas nas amostras de água subterrânea analisadas.

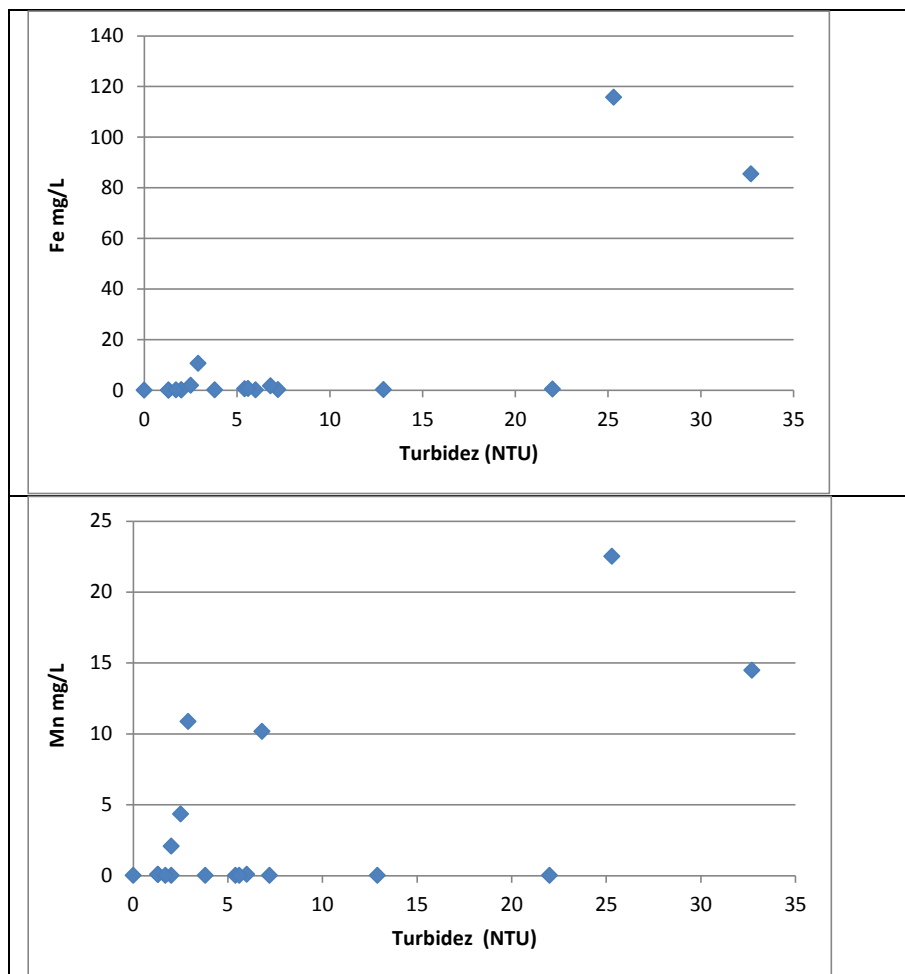


Figura 9. Diagramas de variação binários mostrando a presença de ferro e manganês com altas concentrações nas amostras com maior turbidez.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

O chumbo registra concentrações acima dos valores máximos permitidos para consumo humano e dessedentação de animais nos poços PM-2 e PM-11, nos quais as amostras coletadas apresentavam elevada turbidez. Com isso, merece consideração a possibilidade de que este metal esteja adsorvido na fração suspensa e não dissolvido na água, o que suscita a hipótese da sua proveniência a partir do meio natural. O parâmetro turbidez não foi analisado nestes poços porque os mesmos apresentaram volume de água insuficiente para os ensaios.

O cádmio aparece em dois poços (PM-8 e PM-12) com teores maiores que o limite máximo para consumo humano, porém menores que o limite máximo para dessedentação de animais. Cabe destacar que os poços PM-8 e PM-12 apresentam os valores mais elevados de turbidez registrados nesta campanha de amostragem, o que permite inferir que este metal encontra-se adsorvido na fração suspensa e não dissolvido na água.

A origem do cádmio nos poços PM-8 e PM-12 e do chumbo nos poços PM-2 e PM-11 deverá ser alvo de investigação específica nas próximas campanhas de amostragem contempladas no plano de monitoramento.



4. Conclusões e recomendações

Os resultados dos ensaios realizados nas amostras de água subterrânea coletadas nesta primeira campanha de amostragem permitem concluir o que segue.

- A maioria dos parâmetros investigados não apresenta indícios de contaminação nas águas subterrâneas.
- O alumínio total apresenta concentrações maiores que o limite estabelecido para consumo humano em nove poços de monitoramento (PM-02, PM-06, PM-08, PM-10, PM-11, PM-12, PM-13, PM-16 e PM-17). Não há restrições, contudo, para dessedentação animal.
- O alumínio, que possui baixíssima solubilidade em águas subterrâneas de baixa acidez, apresenta concentrações maiores nas amostras de água com turbidez mais elevada, o que permite inferir que este metal está contido na fração sólida suspensa e tem origem no ambiente natural.
- Deverá ser feita investigação específica sobre a forma de ocorrência e a origem do alumínio presente nas amostras de água subterrânea nas próximas campanhas de amostragem através da realização de



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

análises de alumínio dissolvido em todos os poços que registraram restrições para consumo humano.

- Ferro e manganês totais apresentam concentrações restritivas para consumo humano e recreação nos poços PM-02, PM-08, PM-10, PM-11, PM-12, PM18 e PM-19. Também ocorre excesso apenas do ferro nos poços PM-16 e PM-17 e apenas do manganês no poço PM-4.
- O ferro e o manganês apresentam altas concentrações nas amostras de água com turbidez mais elevada, o que, somado à solubilidade muito baixa em águas com pH acima de 4,0, permite inferir que estes metais estão contidos, predominantemente, na fração sólida suspensa.
- Deverá ser feita investigação específica sobre a forma de ocorrência e a origem do ferro e do manganês presente nas amostras de água subterrânea nas próximas campanhas de amostragem através da realização de análises destes metais dissolvidos em todos os poços que registraram restrições para consumo humano.
- O chumbo total registra conteúdos restritivos nos poços PM-2 e PM-12, nos quais a turbidez das amostras de água coletadas é elevada. Isso indica que este metal deve estar adsorvido na fração sólida suspensa.
- O cádmio total registra conteúdos restritivos nos poços PM-8 e PM-12, nos quais a turbidez das amostras de água coletadas é elevada. Da mesma forma que o chumbo, este metal deve estar adsorvido na fração sólida suspensa.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

- A forma de ocorrência e a origem do cádmio e do chumbo deverão ser investigadas através da análise destes metais dissolvidos nos poços que apresentaram restrições.
- Devido ao baixo volume de água, o poço PM-02 será reinstalado, com profundidade maior.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

5. Equipe técnica

Os estudos de monitoramento das águas subterrâneas serão executados pela equipe que conta com os seguintes componentes:

Prof^ª Catarina da Silva Pedroso¹ - Coordenadora do Projeto

Prof. Antonio Pedro Viero²

Romelito Regginato³

Thamyz Luz³

¹: Centro de Ecologia da UFRGS

²: Instituto de Geociências da UFRGS.

³: Estudantes de Geologia da UFRGS.

Dr. Antonio Pedro Viero

CREA: RS068957



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Referências bibliográficas

- ABNT, 1987. NBR 9898/87. Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores.
- ABNT, 1999. NBR 14339, Água - Determinação de pH - Método Eletrométrico.
- ABNT, 1999. NBR 14340, Água - Determinação da condutividade e da resistividade elétrica.
- ABNT, 2005. NBR 13373, Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera).
- ABNT, 2007. NBR 15.495-1/2007. Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados Parte 1: Projeto e construção.
- ABNT, 2008. NBR 15495-2:2008 Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares. Parte 2: Desenvolvimento
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. Washington, 2005, 21th ed.
- CETESB, 2011. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 396, DE 03 DE ABRIL DE 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
- WILLIAMSON, M.A. (1998). Iron. *Encyclopedia of Earth Science*, p. 348-353.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ANEXO I

ART



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

ANEXO II

DOCUMENTOS RELATIVOS AO LABORATÓRIO DE ANÁLISES