

## **ZONEAMENTO AMBIENTAL DO LAGO GUAÍBA PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO**

### **ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO DOS SEDIMENTOS**

Análise geral de Márcio D'Ávila Vargas, Químico Industrial, Analista Ambiental da FEPAM, chefe da Divisão de Monitoramento Ambiental.

Resultados fornecidos pelo laboratório NSF Bioensaios, situado na Rua Palermo, 257 – Santa Isabel – Viamão – RS – 94.480-775, Brasil, de acordo com o Processo Administrativo Eletrônico nº 18/0500-0001003-5, Termo de Contrato de Prestação de Serviços Nº 21/2018.

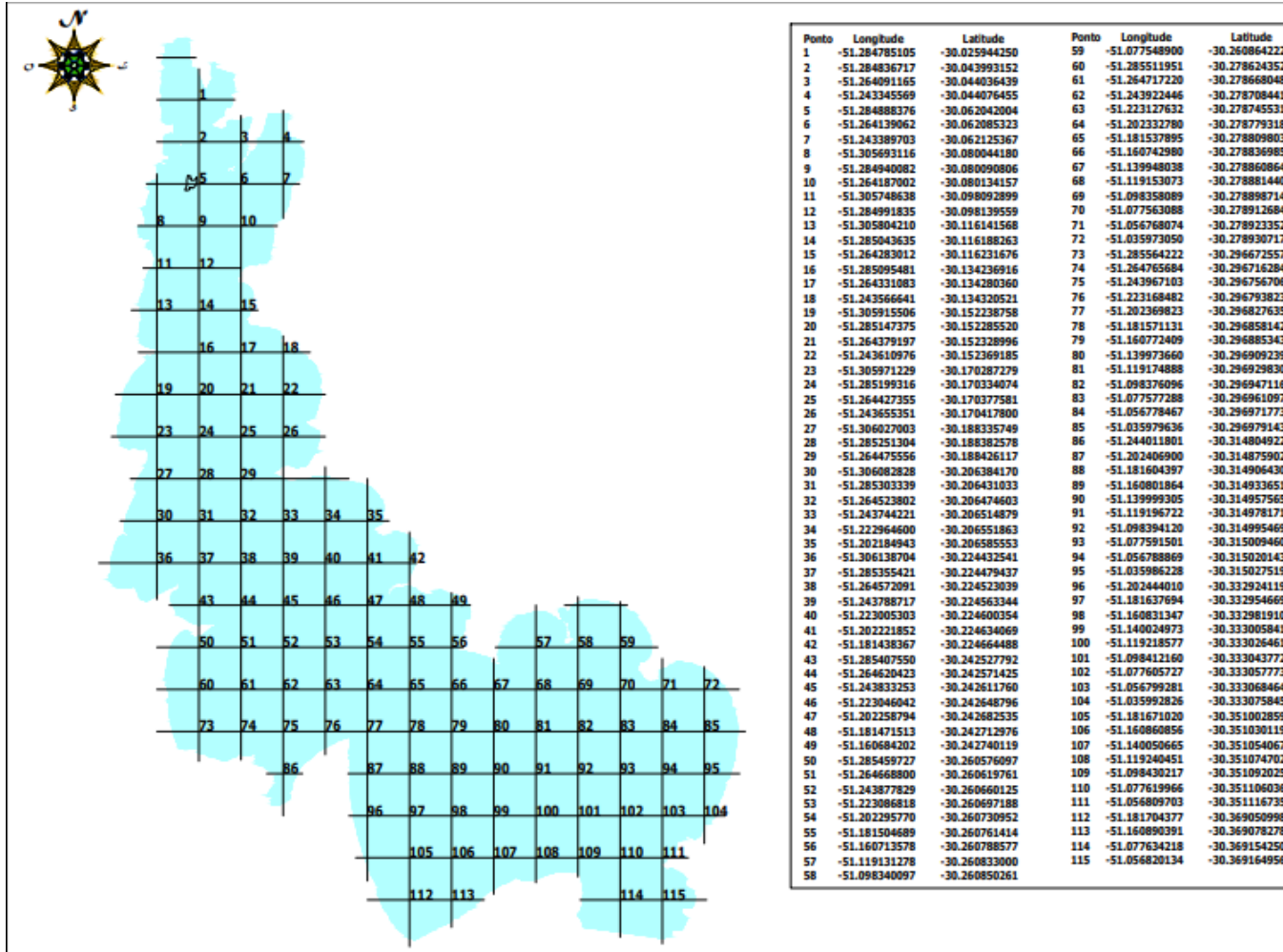
#### **Objetivo:**

- Apresentar os resultados das Análises Físico-Químicas dos sedimentos na forma gráfica.
- Discussão dos resultados obtidos.

#### **Considerações:**

- tabela de resultados consolidados e coordenadas dos pontos de coleta estão disponíveis no arquivo: *Tabela pos ajustes FQ (versao para GEO gerar mapas).xlsx*.
- mapas individuais disponibilizados por grupo de compostos.
- parâmetros analisados de acordo com a CONAMA 454/2012, com acréscimo de enxofre e dioxinas e furanos
- análises de Dioxinas e Furanos feitas apenas em 7 pontos do Lago, somente na primeira camada do sedimento, próximo a área industrial da CMPC, pois não faziam parte escopo do estudo.
- análises que reportaram resultados abaixo do limite de detecção/quantificação do método foram expressas quantitativamente como metade do limite de detecção (LD).
- os mapas foram gerados utilizando-se a metodologia dw2 para interpolação dos resultados.
- os mapas foram ordenados nas 3 profundidades da amostra sedimentar avaliada (superfície, camada do meio e camada mais profunda).

## Malha de Pontos Amostrados:

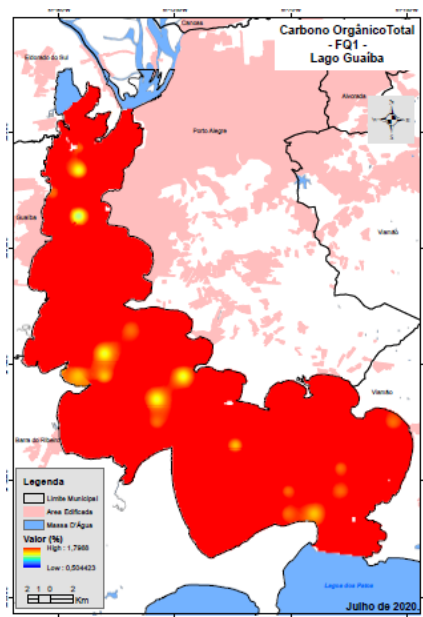


Ponto	Longitude	Latitude	Ponto	Longitude	Latitude
1	-51.284785105	-30.025944250	59	-51.077548900	-30.260864222
2	-51.284836717	-30.043993152	60	-51.285511951	-30.278624352
3	-51.264091165	-30.044036439	61	-51.264717220	-30.278668048
4	-51.243345569	-30.044076455	62	-51.243922446	-30.278708441
5	-51.284888376	-30.062042004	63	-51.223127632	-30.278745531
6	-51.264139062	-30.062085323	64	-51.202332780	-30.278779318
7	-51.243389703	-30.062125367	65	-51.181537895	-30.278809803
8	-51.305693116	-30.080044180	66	-51.160742980	-30.278836985
9	-51.284940082	-30.080090806	67	-51.139948038	-30.278860864
10	-51.264187002	-30.080134157	68	-51.119153073	-30.278881440
11	-51.305748638	-30.098092899	69	-51.098358089	-30.278898714
12	-51.284991835	-30.098139559	70	-51.077563088	-30.278913684
13	-51.305804210	-30.116141568	71	-51.056768074	-30.278923352
14	-51.285043635	-30.116188263	72	-51.035973050	-30.278930717
15	-51.264283012	-30.116231676	73	-51.285564222	-30.296672557
16	-51.285095481	-30.134236916	74	-51.264765684	-30.296716284
17	-51.264331083	-30.134280360	75	-51.243967103	-30.296756706
18	-51.243566641	-30.134320521	76	-51.223168482	-30.296793823
19	-51.305915506	-30.152238758	77	-51.202369823	-30.296827635
20	-51.285147375	-30.152285520	78	-51.181571131	-30.296858142
21	-51.264379197	-30.152328996	79	-51.160772409	-30.296885343
22	-51.243610976	-30.152369185	80	-51.139973660	-30.296909239
23	-51.305971229	-30.170287279	81	-51.119174888	-30.296929830
24	-51.285199316	-30.170334074	82	-51.098376096	-30.296947116
25	-51.264427355	-30.170377581	83	-51.077577288	-30.296961097
26	-51.243655351	-30.170417800	84	-51.056778467	-30.296971773
27	-51.306027003	-30.188335749	85	-51.035979636	-30.296979143
28	-51.285251304	-30.188382578	86	-51.244011801	-30.314804922
29	-51.264475556	-30.188426117	87	-51.202406900	-30.314875902
30	-51.306082828	-30.206384170	88	-51.181604397	-30.314906430
31	-51.285303339	-30.206431033	89	-51.160801864	-30.314933651
32	-51.264523802	-30.206474603	90	-51.139993905	-30.314957565
33	-51.243744221	-30.206514879	91	-51.119196722	-30.314978171
34	-51.222964600	-30.206551863	92	-51.098394120	-30.314995469
35	-51.202184943	-30.206585533	93	-51.077591501	-30.315009460
36	-51.306138704	-30.224432541	94	-51.056788869	-30.315020143
37	-51.285355421	-30.224479437	95	-51.035986228	-30.315027519
38	-51.264572091	-30.224523039	96	-51.202444010	-30.332924119
39	-51.243788717	-30.224563344	97	-51.181637694	-30.332954669
40	-51.223005303	-30.224600354	98	-51.160831347	-30.332981910
41	-51.202221852	-30.224634069	99	-51.140024973	-30.333005841
42	-51.181438367	-30.224664488	100	-51.119218577	-30.333026461
43	-51.285407550	-30.242527792	101	-51.098412160	-30.333043772
44	-51.264620423	-30.242571425	102	-51.077605727	-30.333057773
45	-51.243833253	-30.242611760	103	-51.056799281	-30.333068464
46	-51.223046042	-30.242648796	104	-51.035992826	-30.333075845
47	-51.202258794	-30.242682535	105	-51.181671020	-30.351002859
48	-51.181471513	-30.242712976	106	-51.160860856	-30.351030119
49	-51.160684202	-30.242740119	107	-51.140050665	-30.351054067
50	-51.285459727	-30.260576097	108	-51.119240451	-30.351074702
51	-51.264668800	-30.260619761	109	-51.098430217	-30.351092025
52	-51.243877829	-30.260660125	110	-51.077619966	-30.351106036
53	-51.223086818	-30.260697188	111	-51.056809703	-30.351116735
54	-51.202295770	-30.260730952	112	-51.181704377	-30.369959998
55	-51.181504689	-30.260761414	113	-51.160893914	-30.369970278
56	-51.160713578	-30.260788577	114	-51.077634218	-30.369154250
57	-51.119131278	-30.260833000	115	-51.056820134	-30.369164956
58	-51.098340097	-30.260850261			

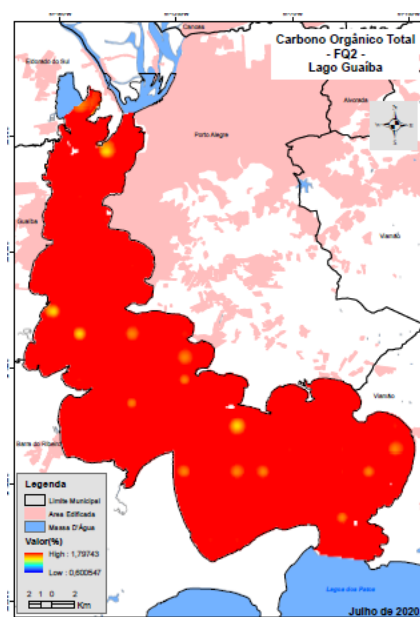
## Avaliação:

### 1 - Parâmetros FQ

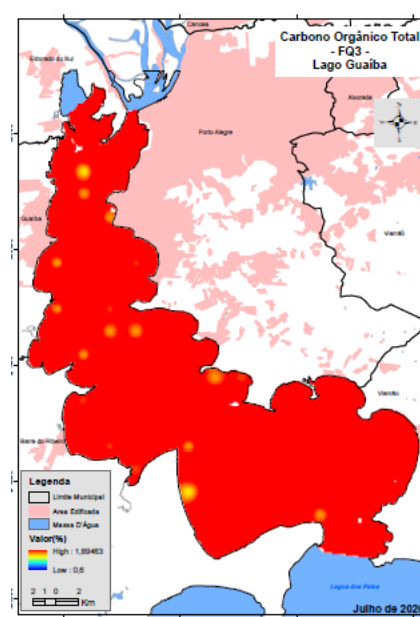
#### a) Carbono Orgânico total



Camada superficial



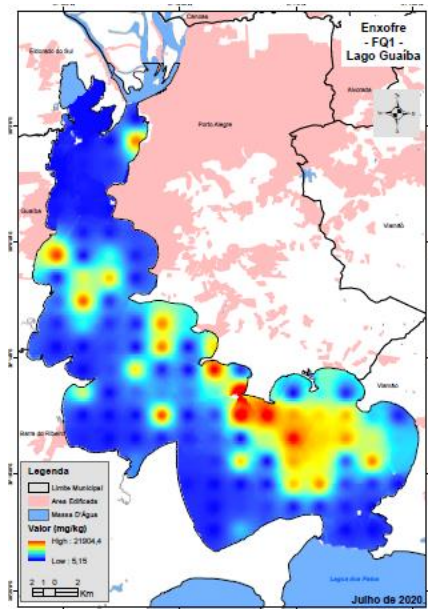
Camada meio



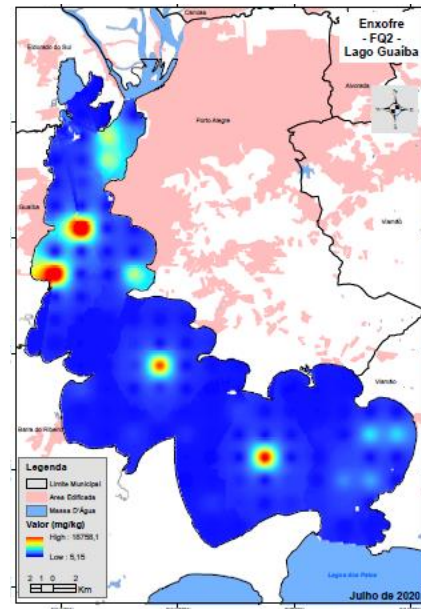
Camada profunda

Não se observa variações significativas deste elemento ao longo do lago, nem entre os perfis verticais do sedimentos. Todos os resultados ficaram abaixo do valor de alerta da Conama 454/2012.

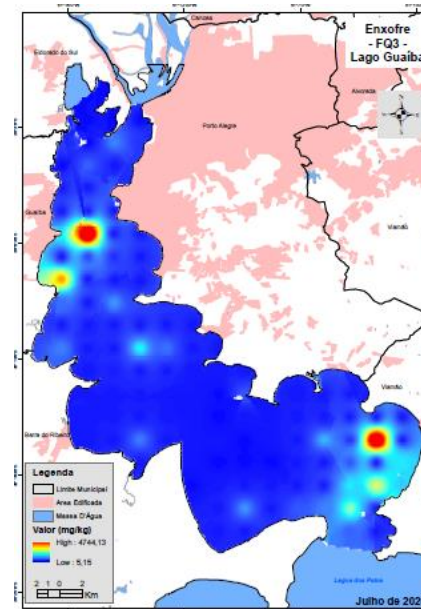
## b) Enxofre



Camada superficial



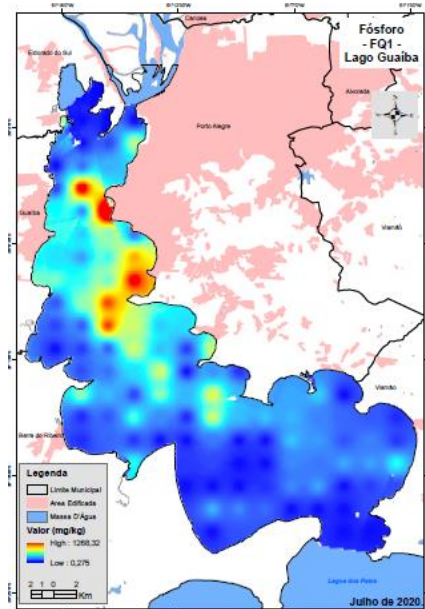
Camada meio



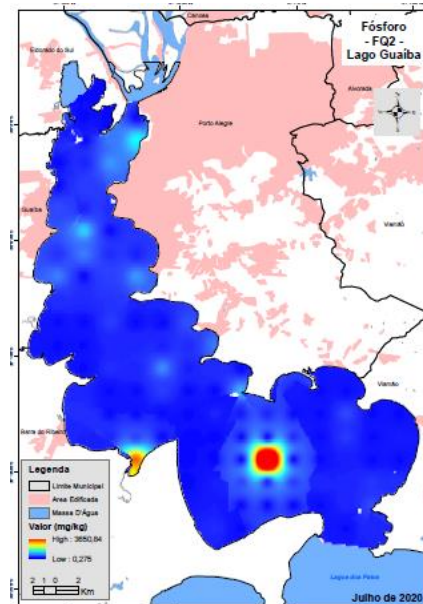
Camada profunda

Teores mais elevados de enxofre se concentraram principalmente na camada da superfície do sedimento, indicando perda deste elemento com o passar do tempo nas camadas inferiores (por lixiviação ou consumo via ciclo do enxofre – ação de bactérias transformando em sulfato para posterior absorção pelas plantas, entrando na cadeia alimentar) ou que não havia muita contaminação deste elemento quando da deposição das camadas mais internas. Disponibilização de elevados teores de enxofre podem resultar em alteração de pH do meio.

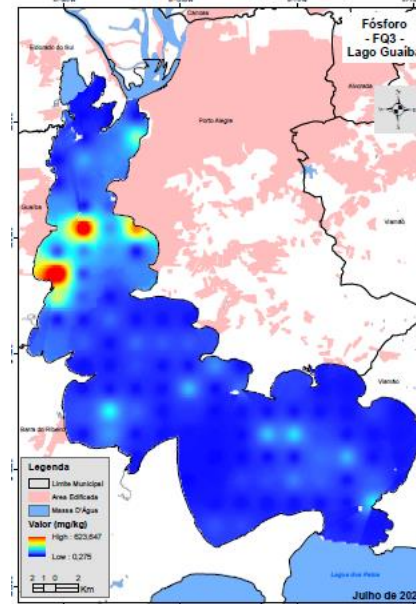
### c) Fósforo



Camada superficial



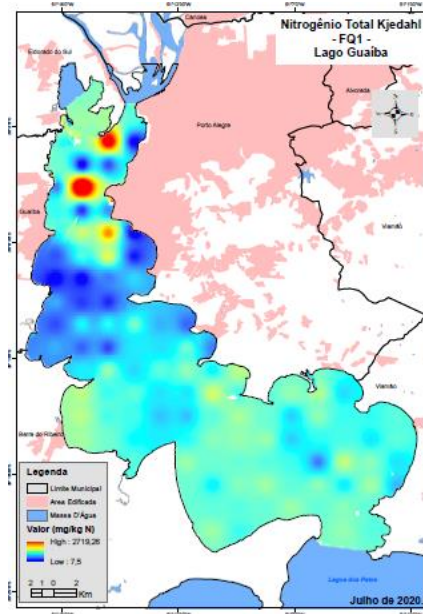
Camada meio



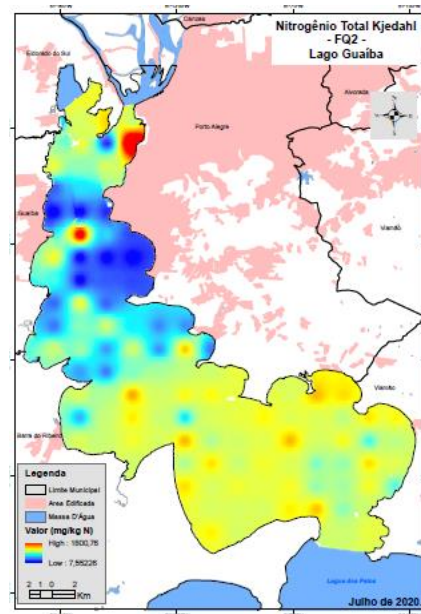
Camada profunda

Observa-se tendência de valores mais elevados de fósforo na camada superficial do sedimento, embora sua presença ainda persista nas camadas inferiores. Teores mais elevados são observados na região a jusante logo após os centros das cidades de Porto Alegre e Guaíba, indicando possível deposição do elemento oriundo de esgoto não tratado que é lançado ao rio, que por redução de energia hídrica e formação de complexos acaba se depositando. De maneira geral, os valores de fósforo ficaram abaixo do valor de alerta do Conama 454/2012 (2000 mg/kg), exceto para o ponto F90 (-51.139.999.305; -30.314.957.565) da camada do meio, que está destacado no mapa, que apresentou valor maior (3677,6 mg/kg).

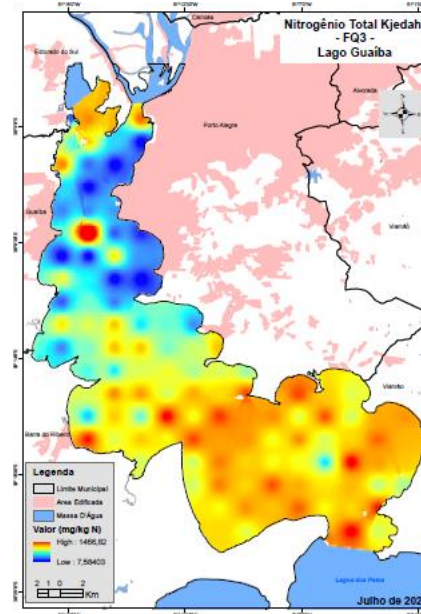
#### d) Nitrogênio total Kjedahl



Camada superficial



Camada meio

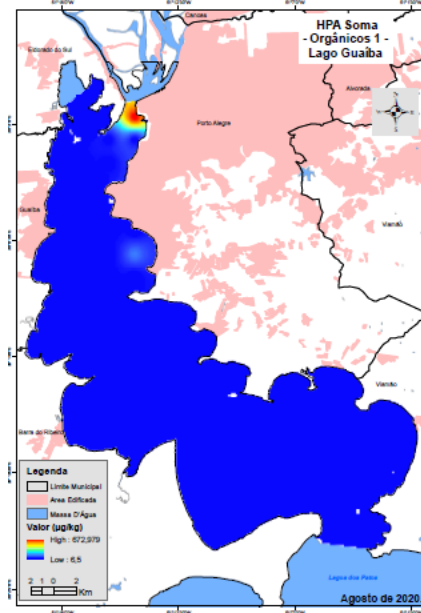


Camada profunda

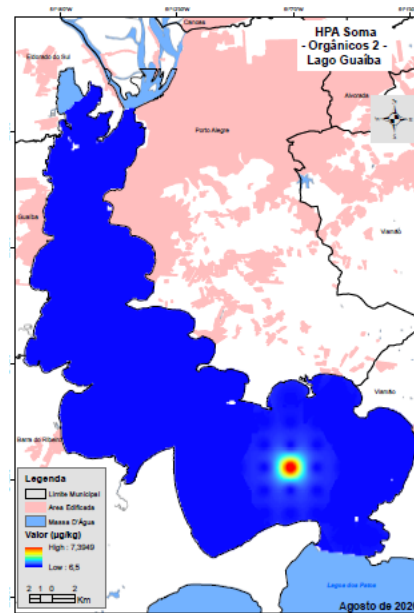
Valores de nitrogênio se distribuem no sedimento de fundo ao longo do lago, nas três profundidades analisadas. Não há indicativo de uma região que esteja mais concentrada do elemento, embora a parte sul do lago se mostre com maiores teores em relação à parte norte, em especial na camada mais profunda do sedimento. Observa-se leve tendência da camada mais profunda apresentar valores maiores de nitrogênio. Todos os resultados ficaram abaixo do valor de alerta da Conama 454/2012.

## 2 – Parâmetros Orgânicos

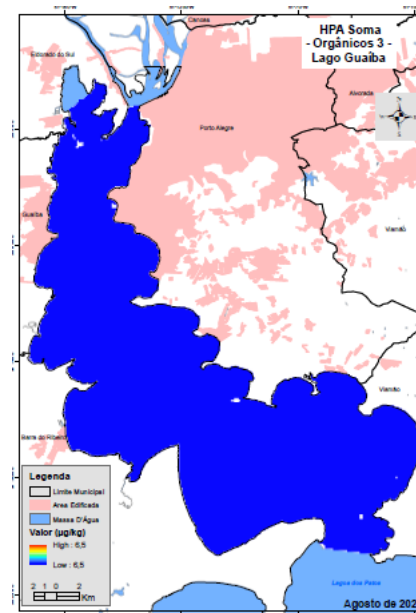
### a) Soma HPAs



Camada superficial



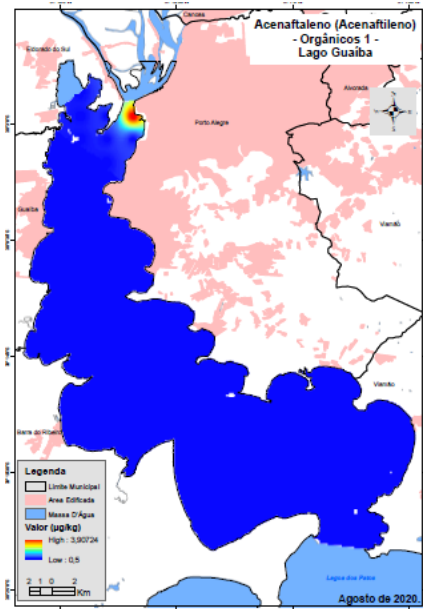
Camada meio



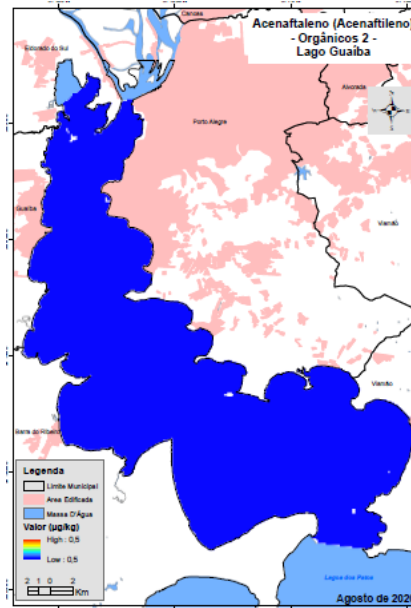
Camada profunda

Valores mais elevados de HPAs foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A região observada no mapa da camada do meio não é significativa em termos de diferença de concentração. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fins de apresentação. Os valores da soma dos HPAs ficaram abaixo do nível 1 para água doce da Conama 454/2012.

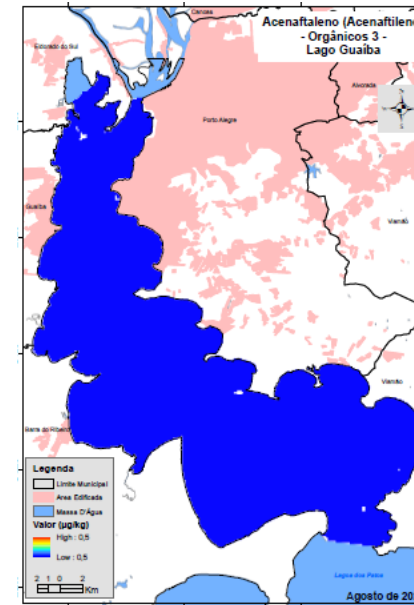
b) Acenaftaleno (Acenaftileno)



Camada superficial



Camada meio

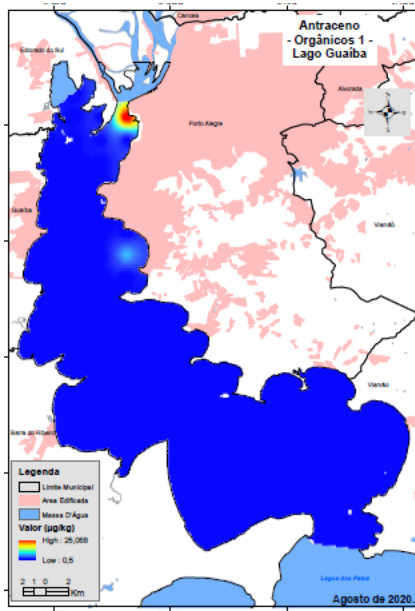


Camada profunda

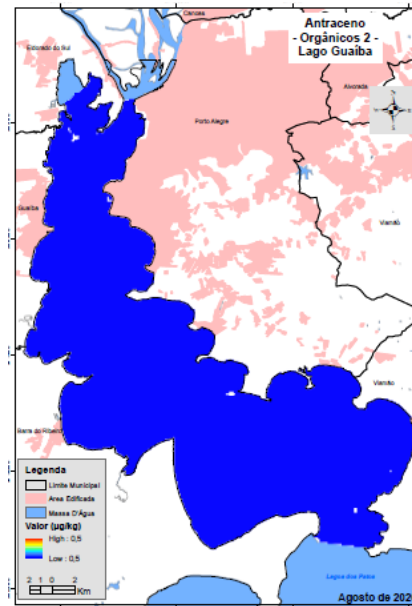
Valores mais elevados de Acenaftaleno foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fim de apresentação. Os valores detectados desta substância ficaram abaixo do nível 1 para água doce da Conama 454/2012.



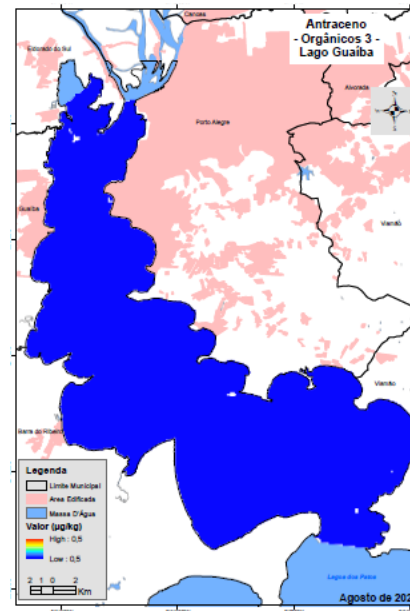
c) Antraceno



Camada superficial



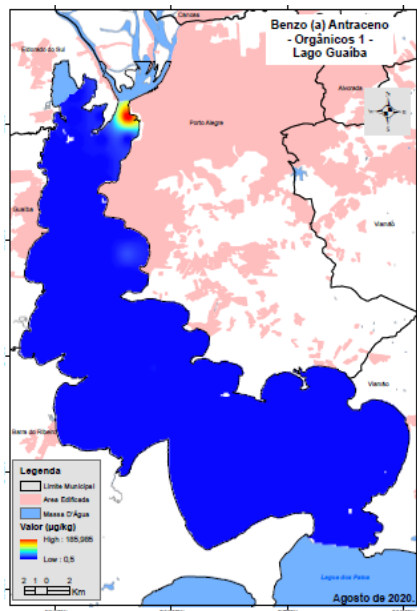
Camada meio



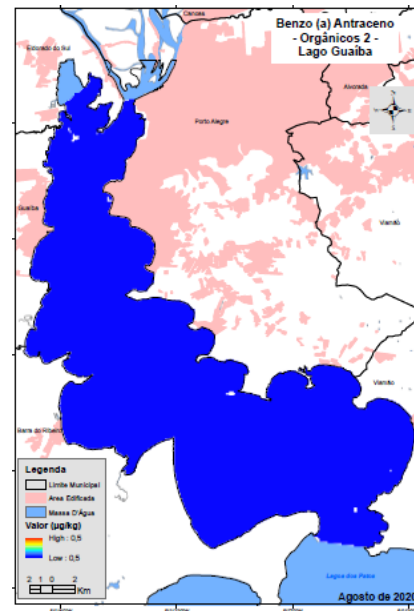
Camada profunda

Valores mais elevados de Antraceno foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fins de apresentação. Os valores detectados desta substância ficaram abaixo do nível 1 para água doce da Conama 454/2012.

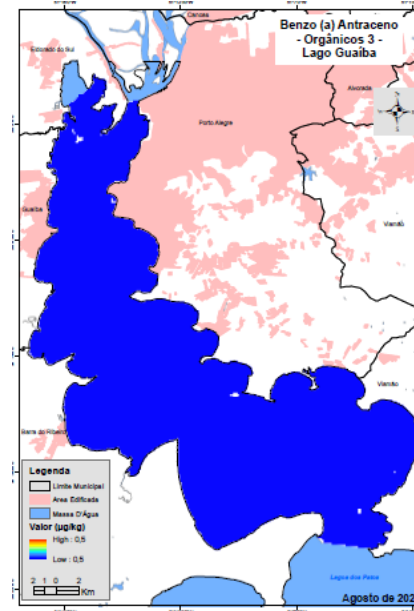
d) Benzo (a) antraceno



Camada superficial



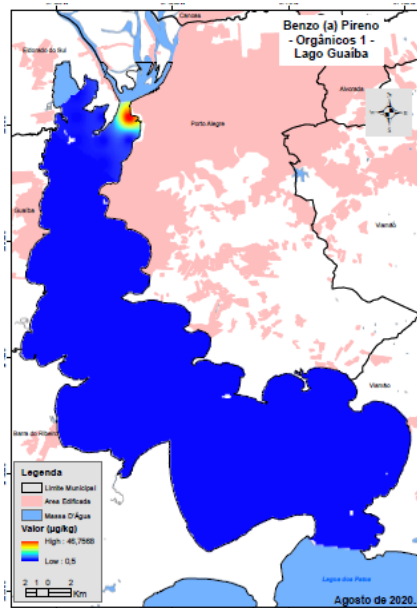
Camada meio



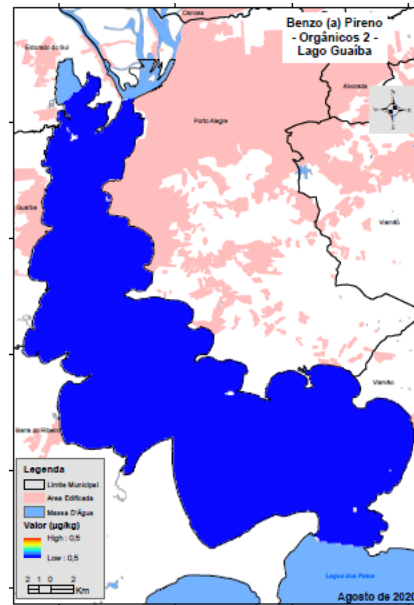
Camada profunda

Valores mais elevados de Benzo antraceno foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fins de apresentação. Os valores detectados desta substância na região em vermelho no mapa ficaram acima do nível 1, mas abaixo do nível 2 para água doce da Conama 454/2012.

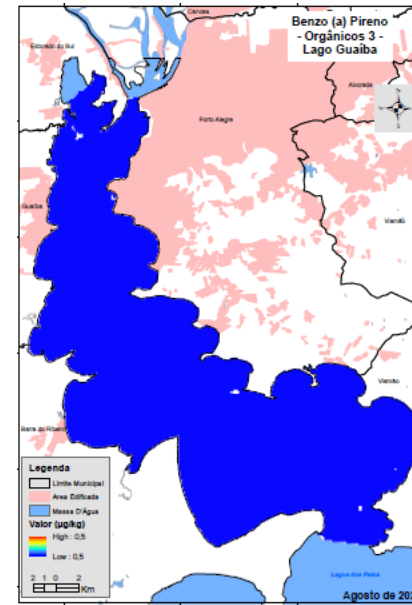
e) Benzo (a) pireno



Camada superficial



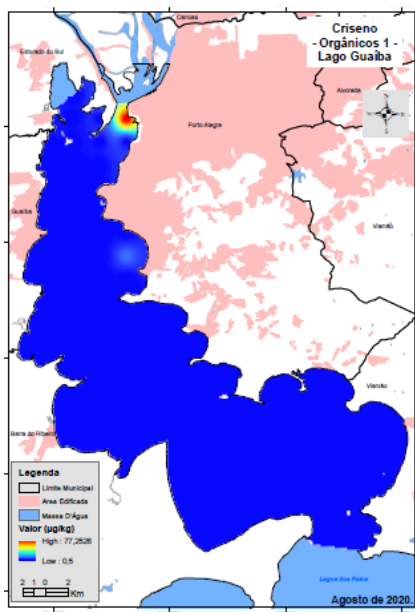
Camada meio



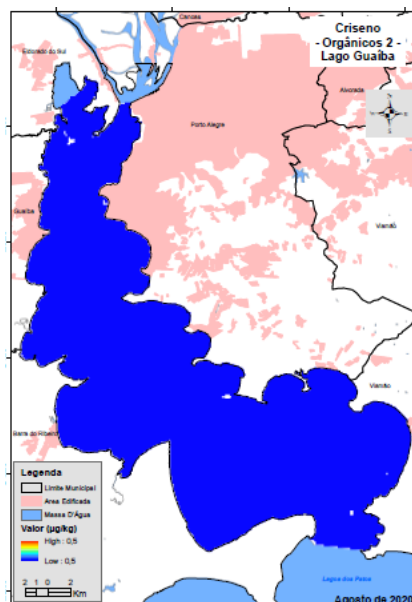
Camada profunda

Valores mais elevados de Benzo pireno foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fim de apresentação. Os valores detectados desta substância na região em vermelho no mapa ficaram acima do nível 1, mas abaixo do nível 2 para água doce da Conama 454/2012.

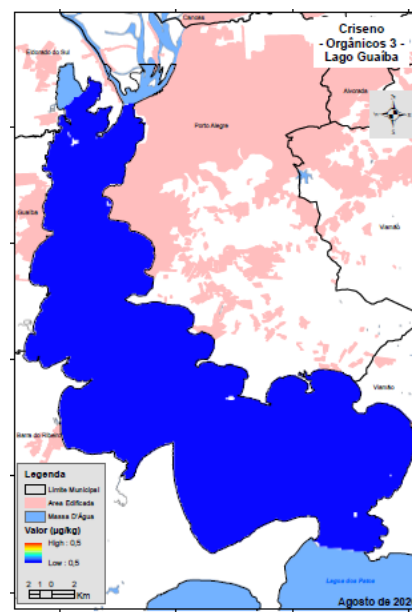
f) Criseno



Camada superficial



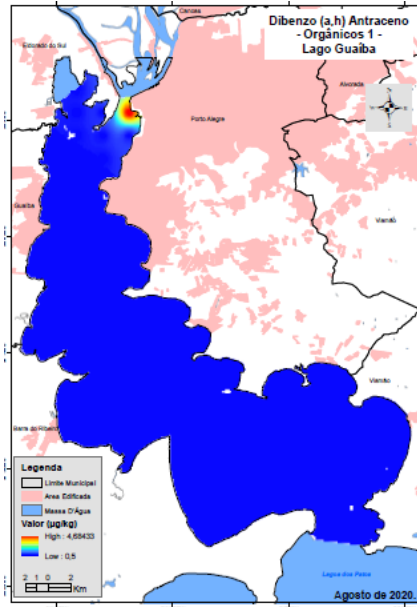
Camada meio



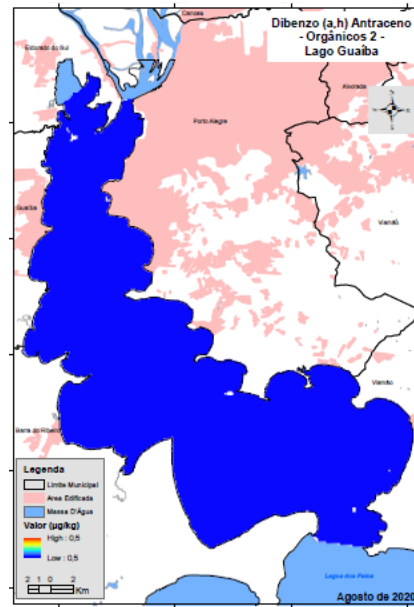
Camada profunda

Valores mais elevados de Criseno foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fins de apresentação. Os valores detectados desta substância na região em vermelho no mapa ficaram acima do nível 1, mas abaixo do nível 2 para água doce da Conama 454/2012.

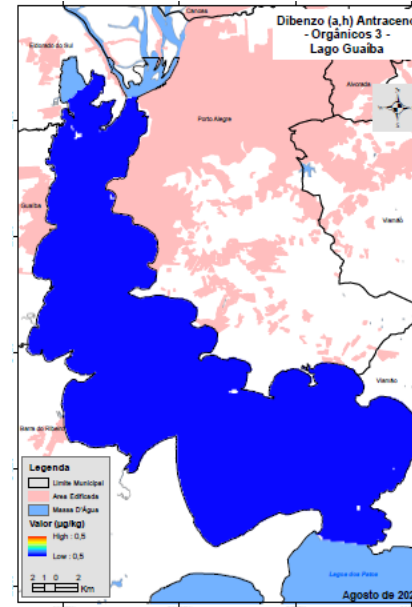
g) Dibenzo (a,h) antraceno



Camada superficial



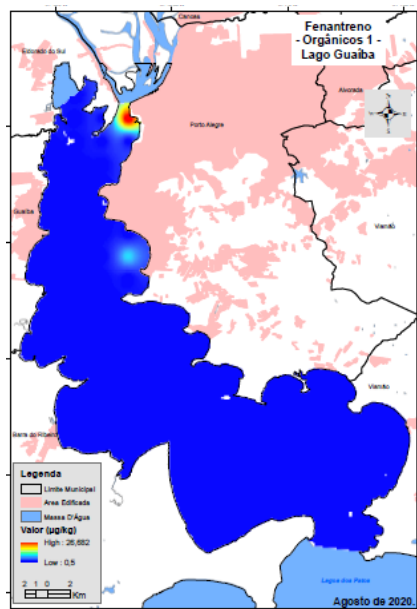
Camada meio



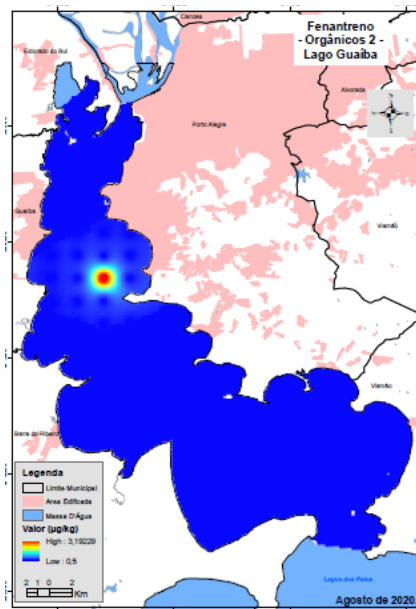
Camada profunda

Valores mais elevados de dibenzo antraceno foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fins de apresentação. Os valores detectados desta substância ficaram abaixo do nível 1 para água doce da Conama 454/2012.

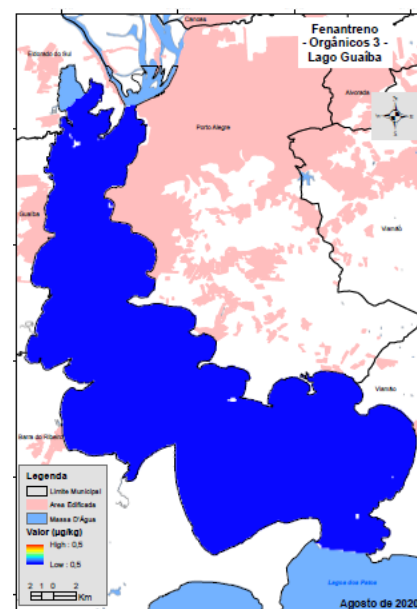
## h) Fenantreno



Camada superficial



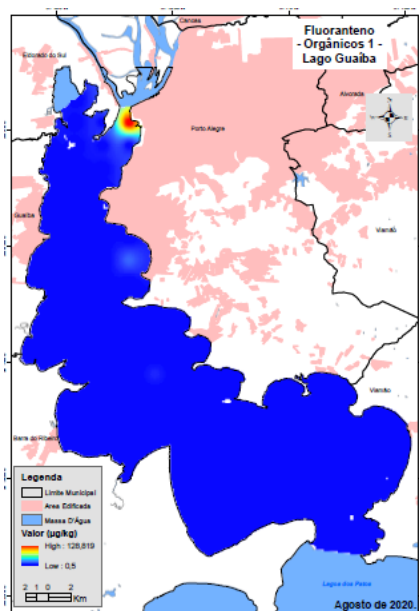
Camada meio



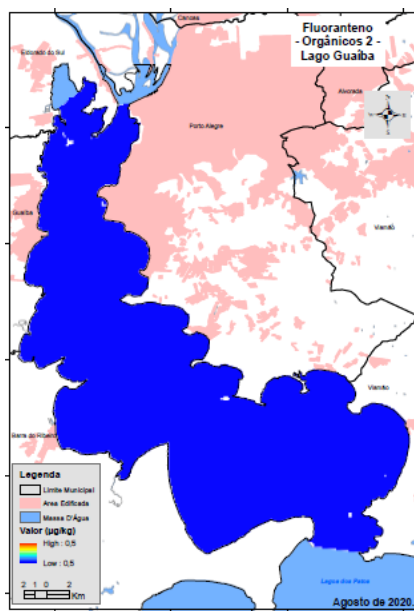
Camada profunda

Valores mais elevados de fenantraceno foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. A região observada no mapa da camada do meio não é significativa em termos de diferença de concentração. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fins de apresentação. Os valores detectados desta substância ficaram abaixo do nível 1 para água doce da Conama 454/2012.

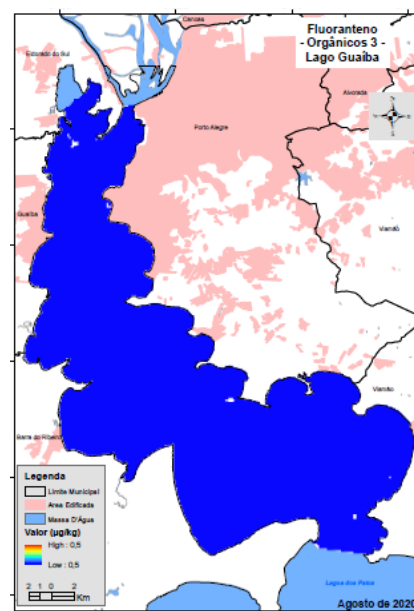
i) Fluoranteno



Camada superficial



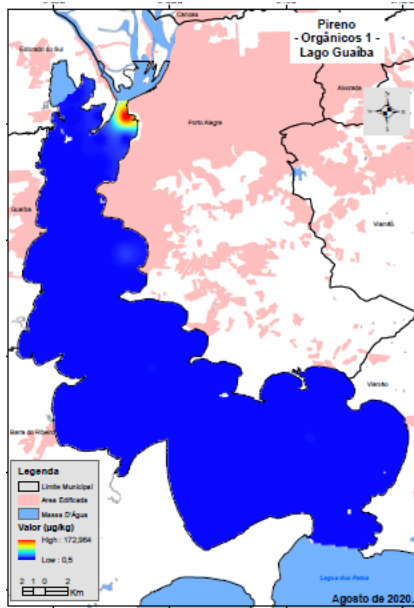
Camada meio



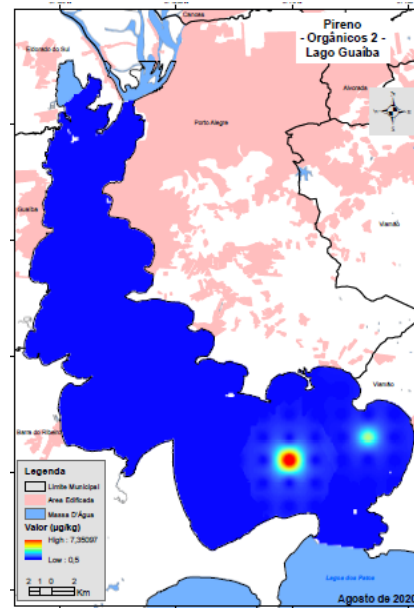
Camada profunda

Valores mais elevados de fluoranteno foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fins de apresentação. Os valores detectados desta substância na região em vermelho no mapa ficaram acima do nível 1, mas abaixo do nível 2 para água doce da Conama 454/2012.

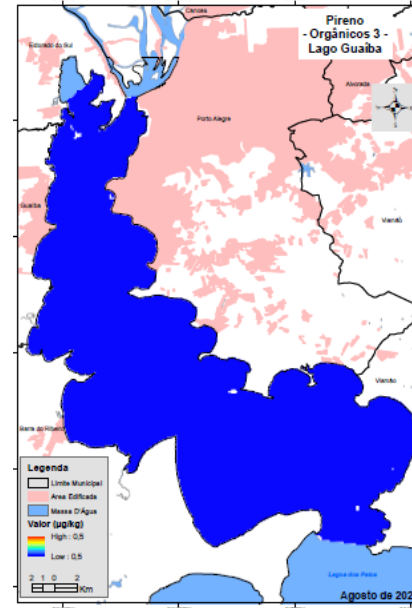
j) Pireno



Camada superficial



Camada meio



Camada profunda

Valores mais elevados de pireno foram obtidos somente para a camada de superfície na região em frente ao centro da cidade de Porto Alegre, indicando contaminação desta área. A presença destes contaminantes nas camadas superficiais é esperada em função da granulometria e composição física dos sedimentos. A região observada no mapa da camada do meio não é significativa em termos de diferença de concentração. Todos os resultados apresentados em azul no mapa referem-se a valores não detectados e que foi atribuído como metade do limite de detecção para fins de apresentação. Os valores detectados desta substância na região em vermelho no mapa ficaram acima do nível 1, mas abaixo do nível 2 para água doce da Conama 454/2012.



k) 2 – Metilnaftaleno; 2,4-DDD; 2,4-DDE; 2,4-DDT; 4,4-DDD; 4,4-DDE; 4,4-DDT; BHC (alfa); BHC (beta); BHC (delta); Acenafteno; BHC (gama) – lindano; Clordano (alfa); Clordano (gama); Dieldrin; Endrin; Fluoreno; Naftaleno; PCB 101; PCB 118; PCB 138; PCB 153; PCB 180; PCB 28; PCB 52

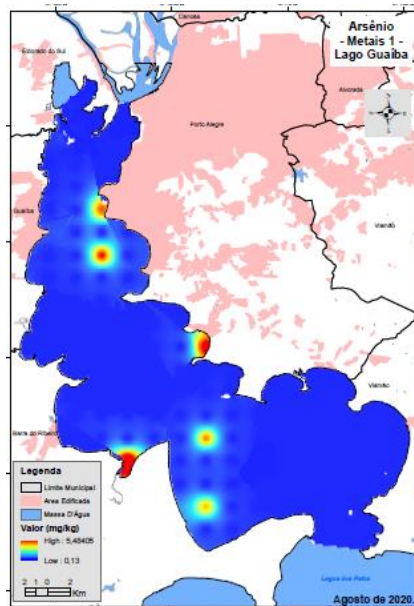
Para estes compostos, não foi detectada concentração acima do limite de detecção do método. Desta forma, todos ficaram abaixo da concentração do nível 1 para água doce da Conama 454/2012.

l) Dioxinas e Furanos

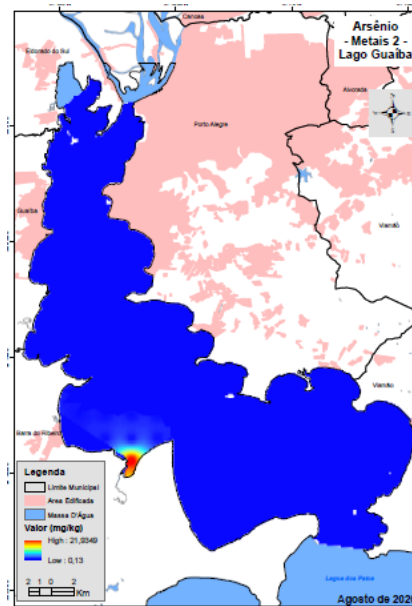
Não foram detectados dioxinas e furanos nos pontos que foram amostrados do Lago, em teor superior ao limite de detecção do método utilizado.

### 3 – Parâmetros Metais

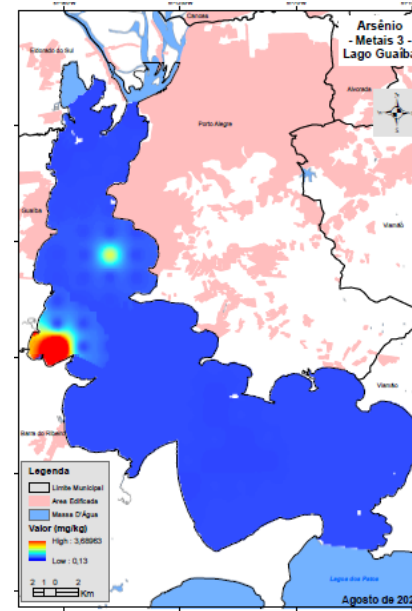
#### a) Arsênio



Camada superficial



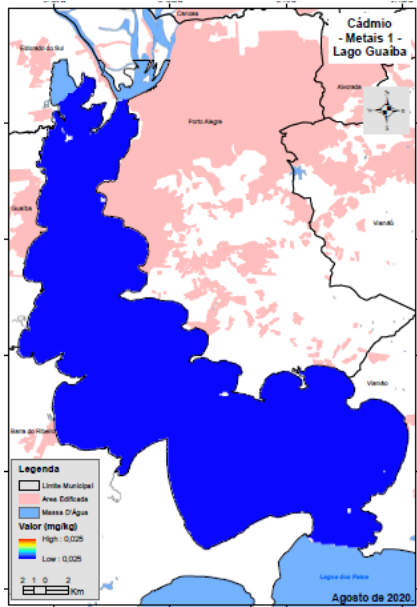
Camada meio



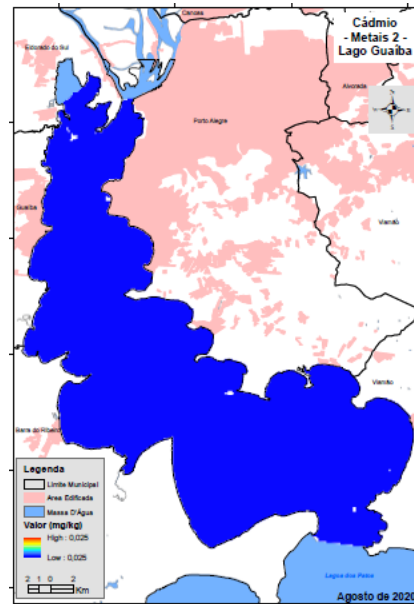
Camada profunda

Concentrações de arsênio foram detectadas em alguns pontos específicos do Lago na camada de superfície, mas todos com concentração abaixo do nível 1 para água doce da Conama 454/2012. Na camada do meio, foi detectado apenas em um dos pontos amostrados valor expressivo do poluente, chegando a ser superior ao nível 2 da Conama 454/2012. Na camada mais profunda foi detectado arsênio em um ponto, mas a concentração ficou abaixo do nível 1 da Conama. Todos os demais pontos apresentaram valores abaixo do limite de detecção do método.

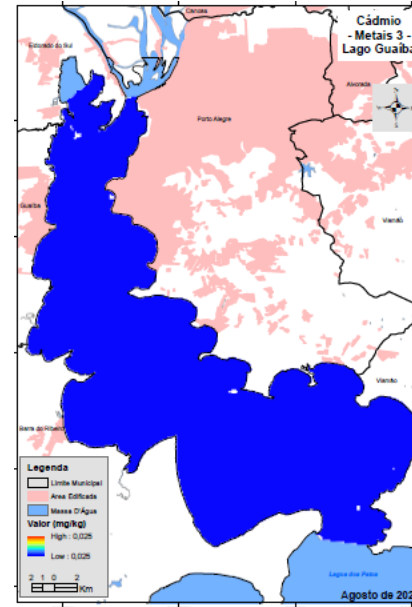
b) Cádmiu



Camada superficial



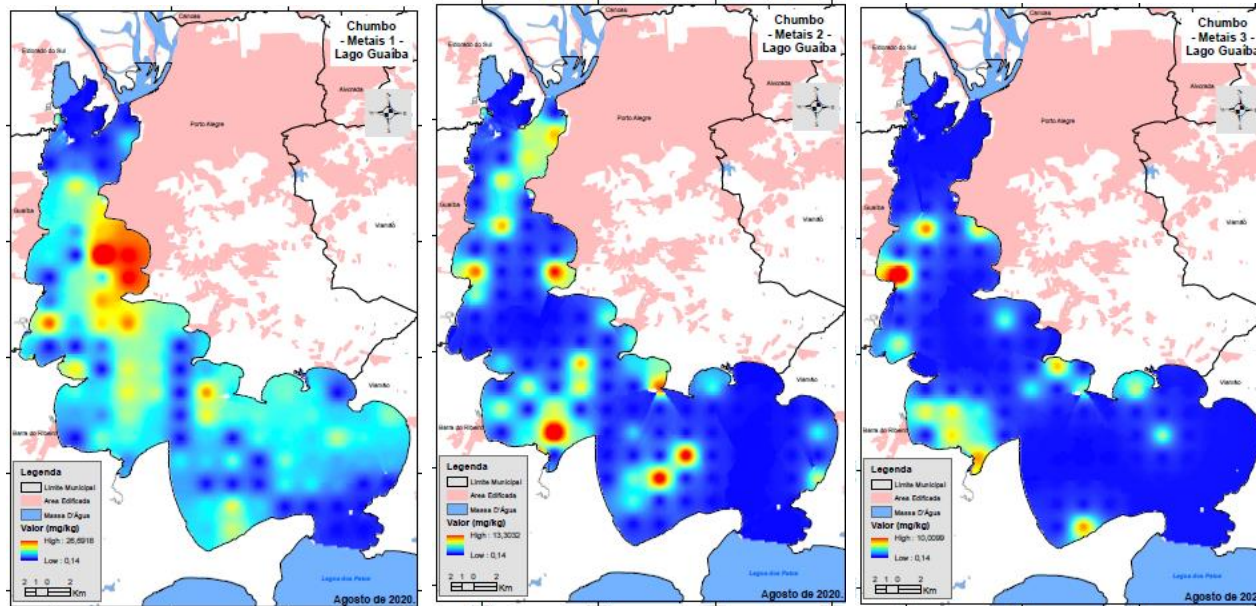
Camada meio



Camada profunda

Não foi detectado chumbo nos pontos que foram amostrados do Lago, em teor superior ao limite de detecção do método utilizado.

c) Chumbo



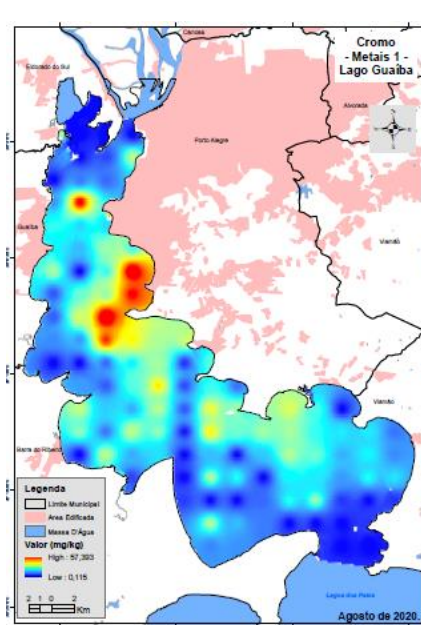
Camada superficial

Camada meio

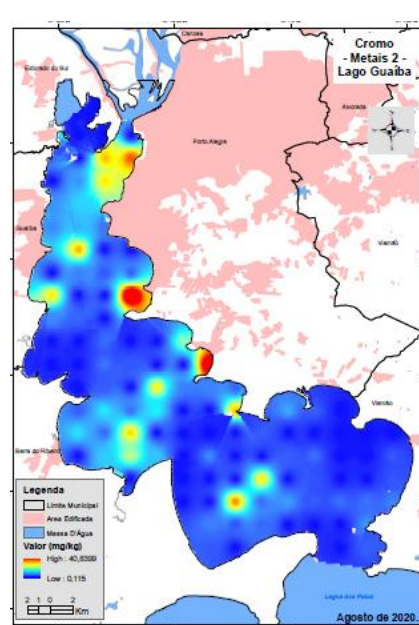
Camada profunda

Foram detectados valores de chumbo ao longo do lago, nas 3 profundidades analisadas. Observa-se tendência da camada superficial conter maior teor do elemento. Os valores de maior concentração são indicados no mapa nas áreas em vermelho. Todos os valores detectados desta substância ficaram abaixo do nível 1 para água doce da Conama 454/2012

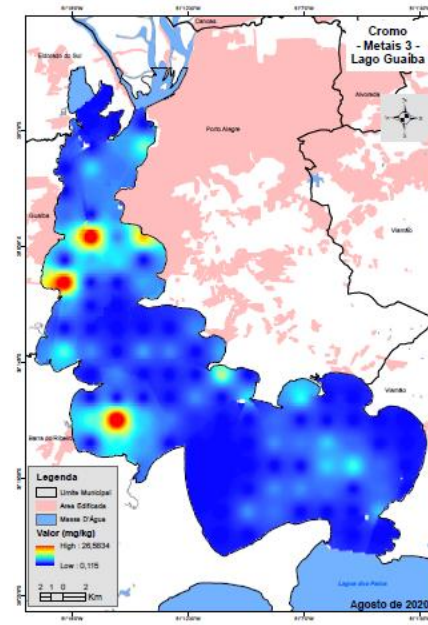
d) Cromo



Camada superficial



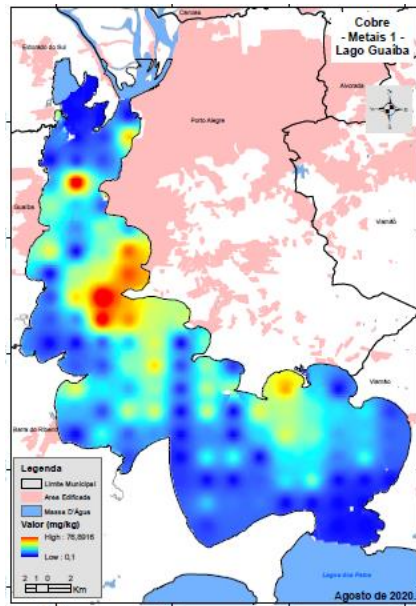
Camada meio



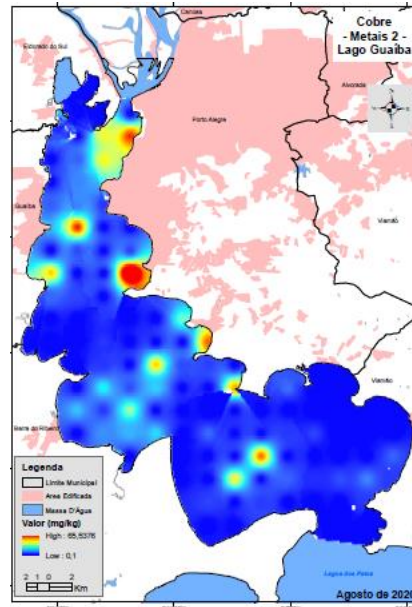
Camada profunda

Foram detectados valores de cromo ao longo do lago, nas 3 profundidades analisadas. Observa-se tendência da camada superficial conter maior teor do elemento. Os valores de maior concentração são indicados no mapa nas áreas em vermelho. As concentrações detectadas nos pontos em vermelho dos mapas representativos das camadas superficial e do meio ficaram acima do nível 1 para água doce do Conama 454/2012, mas abaixo do nível 2. Na camada mais profunda de sedimento nenhum resultado obtido foi superior ao nível 1 da Conama.

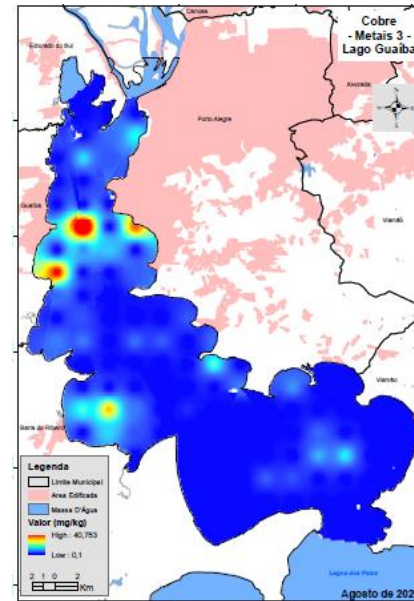
e) Cobre



Camada superficial



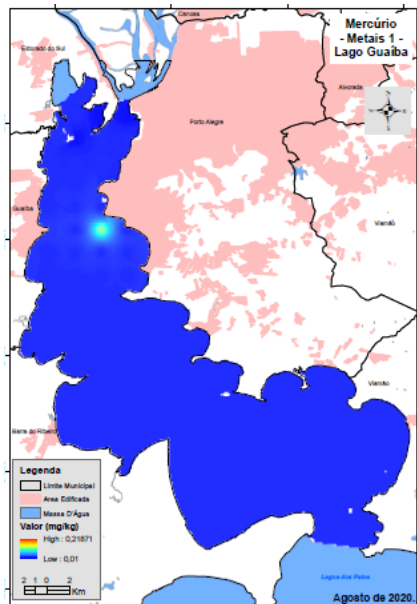
Camada meio



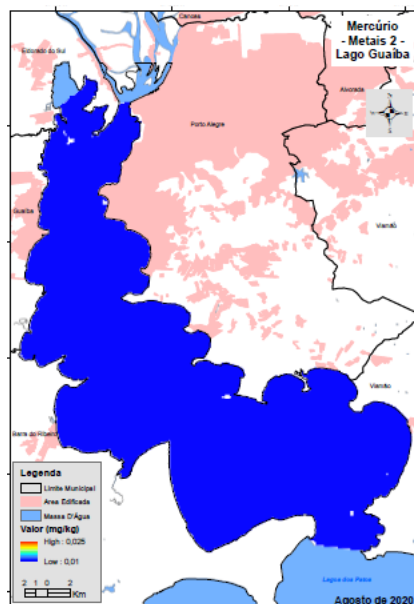
Camada profunda

Foram detectados valores de cobre ao longo do lago, nas 3 profundidades analisadas. Observa-se tendência da camada superficial conter maior teor do elemento. Os valores de maior concentração são indicados no mapa nas áreas em vermelho. As concentrações detectadas nos pontos em vermelho dos mapas ficaram acima do nível 1 para água doce do Conama 454/2012, mas abaixo do nível 2.

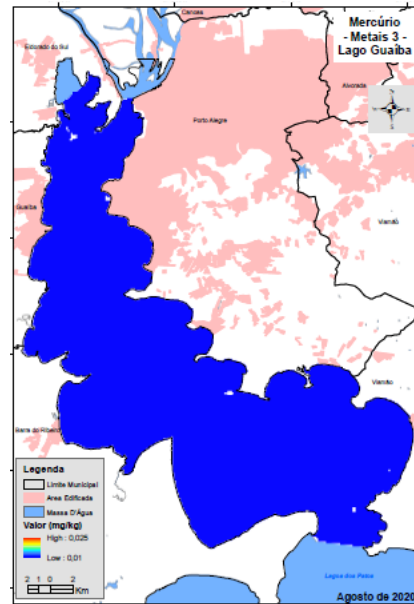
f) Mercúrio



Camada superficial



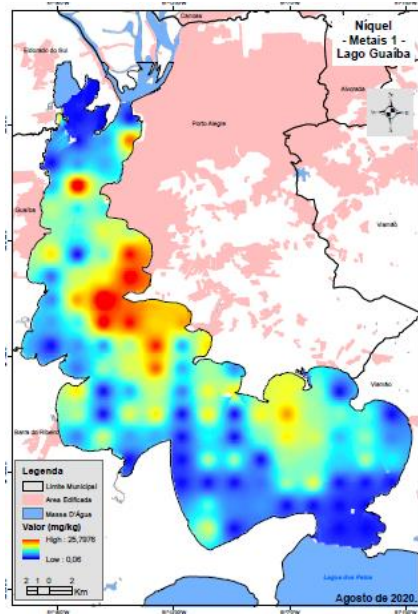
Camada meio



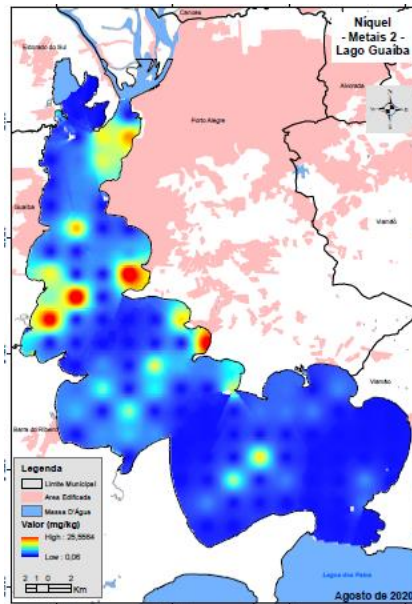
Camada profunda

Exceto para a amostra da camada de superfície F17, não foi detectado chumbo nos pontos que foram amostrados do Lago, em teor superior ao limite de detecção do método utilizado. O valor detectado na amostra da camada de superfície F17 é extremamente baixo, podendo ser considerado insignificante.

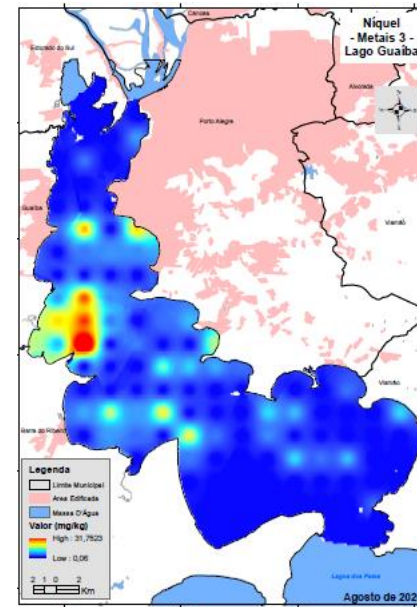
g) Níquel



Camada superficial



Camada meio

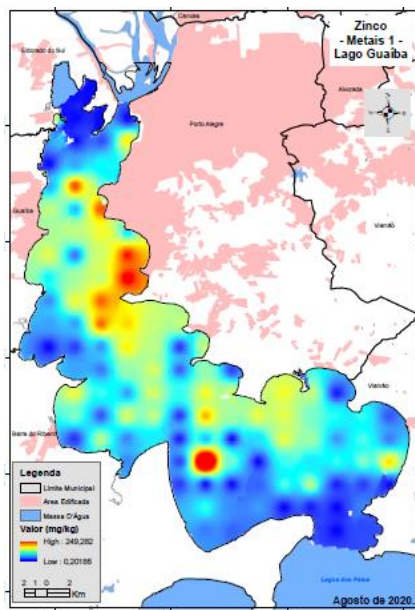


Camada profunda

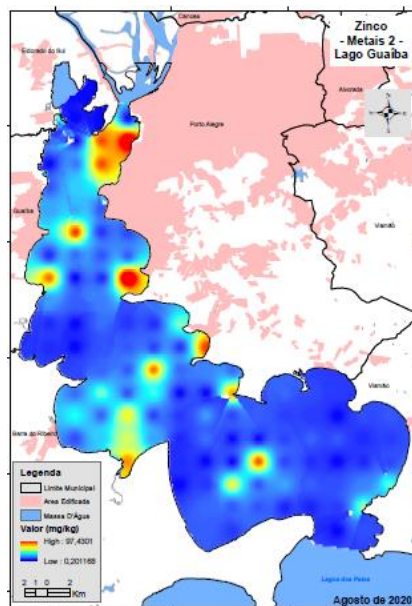
Valores de níquel se distribuem no sedimento de fundo ao longo do lago, nas três profundidades analisadas. Maiores concentrações são observadas na camada de superfície. Os valores detectados desta substância nas regiões em vermelho nos mapas ficaram acima do nível 1, mas abaixo do nível 2 para água doce da Conama 454/2012.



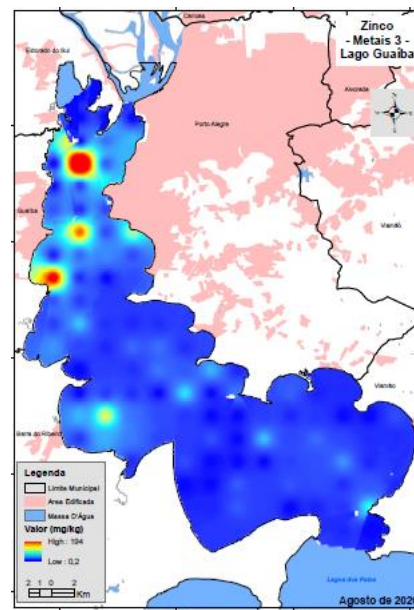
## h) Zinco



Camada superficial



Camada meio



Camada profunda

Foram detectados valores de zinco ao longo do lago, nas 3 profundidades analisadas. Observa-se tendência da camada superficial conter maior teor do elemento. Os valores de maior concentração são indicados no mapa nas áreas em vermelho. As concentrações detectadas nos pontos em vermelho dos mapas representativos das camadas superficial e mais profunda ficaram acima do nível 1 para água doce do Conama 454/2012, mas abaixo do nível 2. Na camada do meio de sedimento nenhum resultado obtido foi superior ao nível 1 da Conama.

## **Avaliação Geral**

O sedimento de fundo do Lago Guaíba contém teores de diversos elementos químicos e compostos orgânicos poluentes, listados na resolução Conama 454/2012, espalhados ao longo de sua extensão. Tais compostos se localizam principalmente na camada superior dos sedimentos, em função da granulometria e das características destes sedimentos que favorecem a absorção, interação e formação de complexos com tais compostos.

Os teores detectados para a maioria dos compostos ficou abaixo do nível 1 para água doce e inferior ao valor de alerta, conforme Conama 454/2012. Exceto para duas amostras de camadas do meio de dois pontos distintos do Lago, não se observou valores de poluentes acima do nível 2 para água doce ou de alerta da Conama 454/2012. Somente um ponto da camada do meio apresentou fósforo acima do valor de alerta e outro com arsênico acima do nível 2.

Em geral se observa que a região próxima ao centro de Porto Alegre e entre o centro de Guaíba e a zona sul urbana de Porto Alegre são os locais que apresentaram as maiores concentrações das substâncias e elementos químicos avaliados. Casos específicos de concentração mais elevada de determinados poluentes próximos às margens também foram observados.