

**BIOMONITORAMENTO DE METAIS PESADOS NO ENTORNO DO ATERRO SANITÁRIO  
DE IPIRANGA DE GOIÁS –GOIÁS**

**Fernanda Costa Silva**

Faculdade de Farmácia, FACER Faculdades unidades de Ceres, Ceres-Go, Brasil.

[laberando@hotmail.com](mailto:laberando@hotmail.com)

**Michely Costa Silva**

Faculdade de Farmácia, FACER Faculdades unidades de Ceres, Ceres-Go, Brasil.

[michelycostasilva@hotmail.com](mailto:michelycostasilva@hotmail.com)

**Ivan ArnélioEscher**

[ivan@neocombrasil.com.br](mailto:ivan@neocombrasil.com.br)

**CarlosH .H. Brait**

[carlosbrait@labexata.com.br](mailto:carlosbrait@labexata.com.br)

**Renata Silva do Prado**

Faculdade de Farmácia, FACER Faculdades unidades de Ceres, Ceres-Go, Brasil.

[renata.ufg@hotmail.com](mailto:renata.ufg@hotmail.com)

**Endereço para correspondência:**

Av. Brasil, S/N, Qd 13; Morada Verde; Ceres- GO

CEP- 76300000

Fone/Fax: (62) 33231040

e-mail: [renata.ufg@hotmail.com](mailto:renata.ufg@hotmail.com)

## **Resumo**

Metais pesados são elementos químicos de peso atômico relativamente alto, que em concentrações elevadas são muito tóxicos a vida, sendo capazes de bioacumular-se, gerando contaminação ambiental severa. O presente trabalho objetivou demonstrar o atual panorama de contaminação por metais pesados da região em torno do aterro sanitário de Ipiranga de Goiás-GO. Foi realizado o georeferenciamento da área do aterro sanitário, o que demonstrou a inexistência de um sistema coletor funcionando de líquido percolado do aterro, bem como ausência de cobertura de lona ou concreto na vala de armazenamento dos resíduos. A construção do mapa de situação apontou a presença de nascente e outros corpos d'água e de monoculturas de cana-de-açúcar. O mapa de pontos de coleta de material para análise também foi construído. Amostras de vegetais, solo e peixes foram coletadas e devidamente preparadas para as análises químicas. Todo material foi analisado por espectrofotometria de emissão atômica por plasma de argônio indutivamente acoplado, buscando-se a presença de Alumínio (Al), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Níquel (Ni) e Zinco (Zn). Os resultados obtidos apontaram para a presença destes metais pesados sendo níquel, cádmio e alumínio encontrados em abundância no solo; já no material vegetal, apenas altos teores de alumínio; e nas amostras de peixe, foram encontrados teores elevados de zinco. Todos acima dos limites considerados aceitáveis para manutenção da vida em seu estado pleno de saúde.

**Palavras-chave:** Contaminação. Metais pesados. Aterro sanitário

## **Abstract**

Heavy metals are chemical elements of relatively high atomic weight, which in high concentrations are very toxic to life, being able to bioaccumulate up, causing severe environmental contamination. This study aimed to demonstrate the current situation of heavy metal contamination in the area around the landfill of Goiás-GO

Ipiranga. It was held the georeferencing of the area of the landfill, which demonstrated the absence of a functioning collection system for leachate from the landfill liquid and absence of canvas or concrete cover in the waste storage pit. Construction of the situation map showed the presence of springs and other water bodies and sugarcane monocultures. The map points to collect material for analysis was also built. Samples of plant, soil and fish were collected and properly prepared for chemical analysis. All material was analyzed by atomic emission spectrometry by inductively coupled argon plasma, seeking the presence of aluminum (Al), cadmium (Cd), lead (Pb), Nickel (Ni) and zinc (Zn). The results obtained indicated the presence of these heavy metals being nickel, cadmium and aluminum found in abundance on the ground; already in the plant material, only high aluminum content; and in samples of fish, high concentrations were found zinc. All above the limits considered acceptable for sustaining life in its full health.

**Keywords:** Contamination. Heavy metals.Landfill site

1

2

### 3 **INTRODUÇÃO**

4

5 Os problemas ambientais durante muito tempo foram assunto central de  
6 conversas apenas entre ambientalistas. Pouco a pouco, o tema passou a ser mencionado  
7 em relatórios e estatísticas de pesquisadores. Os danos da poluição em escala micro e  
8 macro ambiental servem de alerta para a população mundial. Grandes esforços têm sido  
9 desempenhados na busca por recursos e escolhas para aprimorar o quadro ambiental do  
10 nosso planeta. É nitidamente crescente o interesse pelo problema da contaminação que  
11 afeta a atmosfera, terra, as matas, os animais, os rios e os mares (CARVALHO;  
12 PIVOTO, 2011).

13 Deste modo, com o aumento dos aglomerados humanos, a origem e o destino  
14 dos resíduos sólidos que resultam das atividades domiciliares e urbanas constituem um  
15 dos principais problemas ambientais encontrados nos pequenos, médios e, sobretudo  
16 nos grandes centros urbanos. Esses resíduos quando não gerenciados tecnicamente são  
17 uma ameaça à saúde pública e, sobretudo aos recursos naturais, levando à contaminação  
18 ambiental (CARVALHO; ORSINE, 2011).

19 A contaminação ambiental ocasionada pelo uso de defensivos agrícolas e  
20 depósito final inadequado de pilhas e baterias causa inquietações, sendo adotadas  
21 precauções quanto ao seu uso e a deposição final apropriada desses resíduos, sem  
22 comprometer o meio ambiente. O uso de produtos químicos nas mais diferentes  
23 atividades compõe um cenário que está não apenas nos países desenvolvidos, mas em  
24 praticamente todos os países do mundo (GOMES; BARIZON, 2014).

25 Os metais formam um grupo de elementos químicos consistentes no seu estado  
26 puro (menos o mercúrio, que é líquido) qualificados pelo seu brilho, solidez, cor  
27 amarelada a prateada, boa condutividade de eletricidade e calor, maleabilidade,  
28 ductibilidade, além de altos pontos de fusão e ebulição (PEREIRA, 2013).

29 Algumas atividades humanas acabam por liberar metais para o ambiente.  
30 Dentre atividades potencialmente liberadoras temos: a mineração, fundição e refino dos  
31 metais, fabricação e produção de produtos metálicos comerciais, queima de  
32 combustíveis fósseis, uso de pigmentos, lixiviação de lixo e de depósitos de resíduos  
33 sólidos. Assim, os metais alcançam inteiramente os corpos d'água, por meio do

1 arremesso de materiais provenientes de métodos industriais, de esgoto urbano, ou  
2 adjuntos a atividades portuárias e de navegação, acabando com o equilíbrio natural e  
3 expondo populações humanas a riscos de saúde, pelo consumo de organismos  
4 contaminados (ARAUJO,2008).

5 Segundo Cavallet e colaboradores (2013), dentre os metais existem alguns que  
6 apresentam massa ainda mais alta do que as outras, quando são chamados de metais  
7 pesados. Além da densidade alta, o que, em números, equivale a mais de 4,0 g/cm<sup>3</sup>, os  
8 metais pesados ainda são caracterizados por apresentarem elevados valores de número  
9 atômico, massa específica e massa atômica.

10 Alguns metais são constitucionais em funções fisiológicas e bioquímicas, como  
11 Cobalto (Co), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Selênio(Se) e  
12 Vanádio(V). O Cobre (Cu), Cromo (Cr) e Zinco(Zn), entretanto, em elevadas  
13 concentrações são tóxicos. Outros metais são comprovados como tóxicos para o homem  
14 a graus de exposição que acontecem facilmente no ambiente, como Mercúrio (Hg),  
15 Prata (Ag), Arsênio (As), Cádmio (Cd) e Chumbo (Pb). Metal pesado é um conceito  
16 bastante utilizado, sendo muitas vezes coligado como uma substância tóxica, na maioria  
17 das vezes vindo de um descarte impróprio de um rejeito ambiental (LIMA; MERÇON,  
18 2011).

19 Aterro sanitário é uma obra de engenharia que tem o desígnio de adaptar  
20 resíduos no menor espaço admissível, com prejuízos menores ao ambiente e à saúde  
21 pública. Essa técnica incide na compactação de resíduos no solo, no modo de camadas  
22 que são periodicamente cobertas com solo ou outro material inerte (OLIVEIRA, 2011).

23 O aterro, entre outras condições, precisa ser estabelecido conforme os critérios  
24 e as regras de engenharia. Os discernimentos de engenharia estão se materializando no  
25 projeto de sistemas de drenagem periférico e superficial para afastar as águas de chuva,  
26 e drenagem de fundo para coleta do lixiviado, de tratamento para o lixiviado drenado e  
27 de drenagem e queima dos gases originados no decorrer do método de bioestabilização  
28 da matéria orgânica (MURGO et al, 2010).

29 Diante desse cenário e do fato de não existir nenhum trabalho que demonstre a  
30 presença ou ausência desses metais pesados no entorno do aterro sanitário da cidade de  
31 Ipiranga de Goiás, tornou-se essencial a realização desse estudo na região pretendida,  
32 onde buscou-se identificar a presença de metais pesados no entorno do aterro  
33 supracitado, em amostras de peixe, solo e vegetal, por espectrofotometria de emissão

1 atômica por plasma de argônio indutivamente acoplado, com varredura para Alumínio  
2 (Al), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Níquel (Ni) e Zinco (Zn).

## 6 **METODOLOGIA**

### 8 **Obtenção e análise das amostras do solo**

10 Em cada um dos pontos delimitados via sistema de posicionamento global,  
11 foram coletadas as amostras de solo, a uma profundidade de 30 cm, com auxílio de  
12 instrumento de jardinagem segundo Muñoz, (2002) com modificação. Posteriormente  
13 foram armazenadas separadamente em sacos de polietileno, a temperatura ambiente, no  
14 Laboratório Multi-Usos da Facer- Unidade de Ceres. No período que antecedeu as  
15 análises, as amostras foram pulverizadas manualmente utilizando-se cadinho ou crisol;  
16 posteriormente peneiradas para a separação de partículas maiores ou restos vegetais  
17 METHOD 3051 (2014), com modificação.

18 O método de avaliação de metais pesados no solo foi realizado segundo a  
19 seguinte marcha analítica: foram pesados 0,500g de cada amostra em duplicata e  
20 transferidas para a embarcação de digestão nos tubos de microondas. Posteriormente foi  
21 adicionado 9 ml de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), seguido de 3 ml de ácido clorídrico (HCL)  
22 com ajuste de potência adequada para o modelo de micro-ondas e número de navios  
23 utilizados. Temperatura rampa de ambiente a 200°C em 15 minutos. O sistema foi  
24 mantido a 200 °C durante mais 20 minutos. Após a digestão da amostra, a mesma foi  
25 transferida para o balão volumétrico de 50ml, utilizando água de grau 1 ou ultrapura.  
26 Em tubos de tamanho similar +/- 10 ml as amostras foram levadas para o  
27 espectrofotometro de emissão atômica por plasma de argônio indutivamente acoplado  
28 Method 3051 (2014), com modificações.

### 30 **Obtenção e análise das amostras de vegetais**

32 Foram coletadas amostras de folha, caule e raiz de plantas existentes nos pontos  
33 delimitados via sistema de posicionamento global, cada uma das seções de plantas  
34 coletadas foi guardada separadamente em saco de polietileno, devidamente

1 identificados. As folhas e as raízes foram secadas em estufa a 40°C por 48h e a seguir  
2 foram trituradas para a obtenção de fragmentos menores os quais foram utilizados para  
3 a realização de análises químicas.

4 Para a abertura da amostra e posterior análise dos metais, foram pesados 0,250g  
5 de cada amostra em duplicata e transferidas aos tubos de digestão do micro-ondas,  
6 sendo adicionado 9 ml de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e 3 ml ácido clorídrico (HCL). Com  
7 ajuste de potência adequada para o modelo de micro-ondas e número de navios  
8 utilizados, com temperatura rampa de ambiente a 200°C em 15 minutos. As amostras  
9 foram mantidas a 200°C durante 20 minutos. Após completa digestão o conteúdo foi  
10 resfriado e filtrado, utilizando-se papel filtro acoplado a um funil de vidro para  
11 rediluição com água de grau 1 ou ultrapura até o volume de 50ml. Method 3051 (2014),  
12 com modificação. Posteriormente, as amostras foram levadas para o espectrofotômetro  
13 de emissão atômica por plasma de argônio indutivamente acoplado WEBB et al (2007),  
14 com modificações.

15

#### 16 **Obtenção e análise das amostras de peixe**

17

18 Amostras de peixe foram coletadas na represa que se encontra no entorno do  
19 aterro sanitário. Para tal, foram utilizados diversos materiais de pesca visando capturar o  
20 maior número de exemplares possíveis, tais como: varas e linhas de mão com diferentes  
21 tamanhos de anzóis.

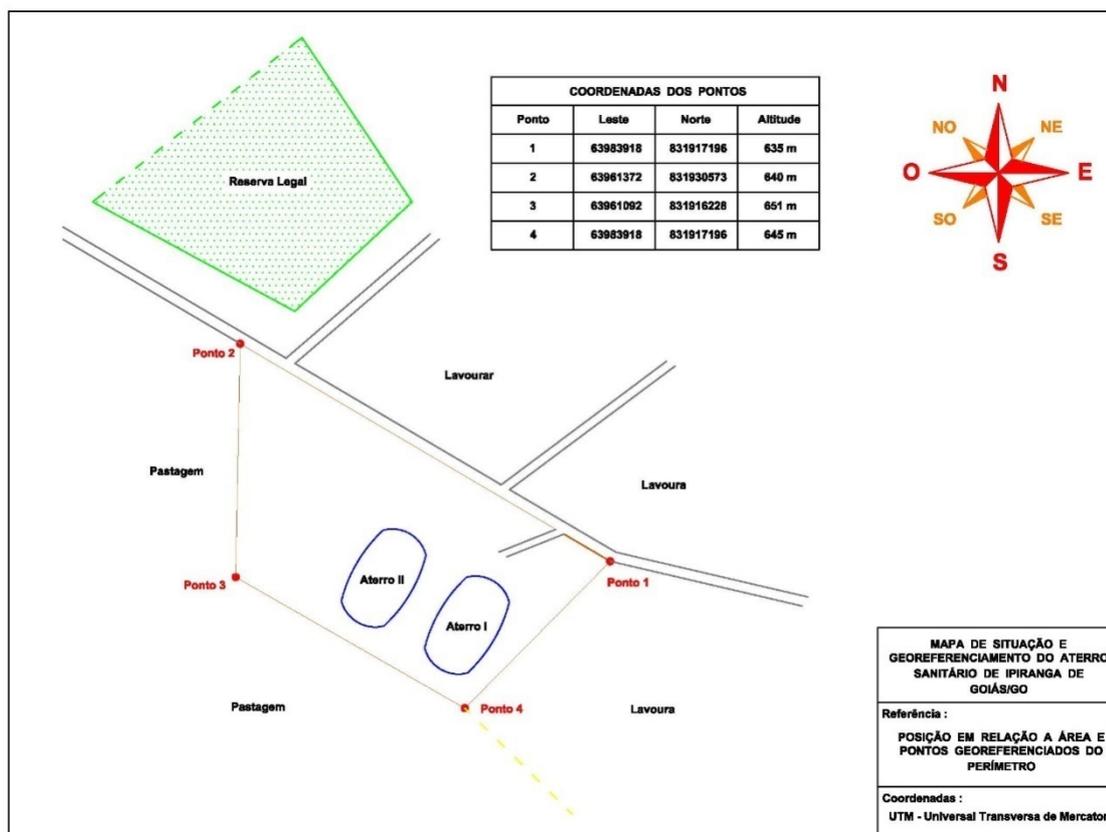
22 Em cada exemplar foi retirado um fragmento do tecido dorso lateral de 10g,  
23 tendo atenção à limpeza e uniformidade dos fragmentos. Cada fragmento retirado foi  
24 acondicionado individualmente em recipientes plásticos devidamente etiquetados com  
25 os dados de coleta. Em seguida, foram armazenados em *freezer* e congelados a uma  
26 temperatura de -20 °C onde foram acondicionadas até as análises. As amostras de tecido  
27 dos peixes foram retiradas do *freezer*, sendo descongeladas à temperatura ambiente. Em  
28 seguida, em uma estufa na temperatura de 80 °C passaram por secagem durante 48h, de  
29 forma a promover a retirada da água e atingir peso seco constante. Após este  
30 procedimento as amostras foram pulverizadas e pesadas em duplicatas de 0,500g.

31 Para abertura das amostras as cinzas obtidas foram submetidas à digestão  
32 química com adição de 9 ml de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e 3ml de ácido clorídrico. As  
33 amostras passaram por aquecimento em micro-ondas e temperatura rampa de 200°C em  
34 15 minutos. Depois, mantidas a 200°C por 20 minutos. As amostras digeridas foram

transferidas para frascos de vidros, para rediluição com água de grau 1 ou ultrapura até o volume de 50mL. Posteriormente filtrado em papel filtro acoplado a um funil de vidro,( AOAC- WEB et al, 2014), com modificação. Posteriormente, as amostras foram levadas para o espectrofotômetro de emissão atômica por plasma de argônio indutivamente acoplado (MAADSSSO, 2007), com modificações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aterro sanitário localiza-se no centro oeste da área urbana de Ipiranga de Goiás. Conforme se observa na Figura 1, foram demarcados 10 pontos, utilizando-se coordenadas geográficas próximas ao córrego Olho d'água, que se localiza aproximadamente a 500 m do aterro. Os pontos demarcados foram utilizados para coleta de amostras e posterior determinação de metais pesados. Para aquisição dos mesmos foi mantido espaçamento constante entre as coordenadas adquiridas.

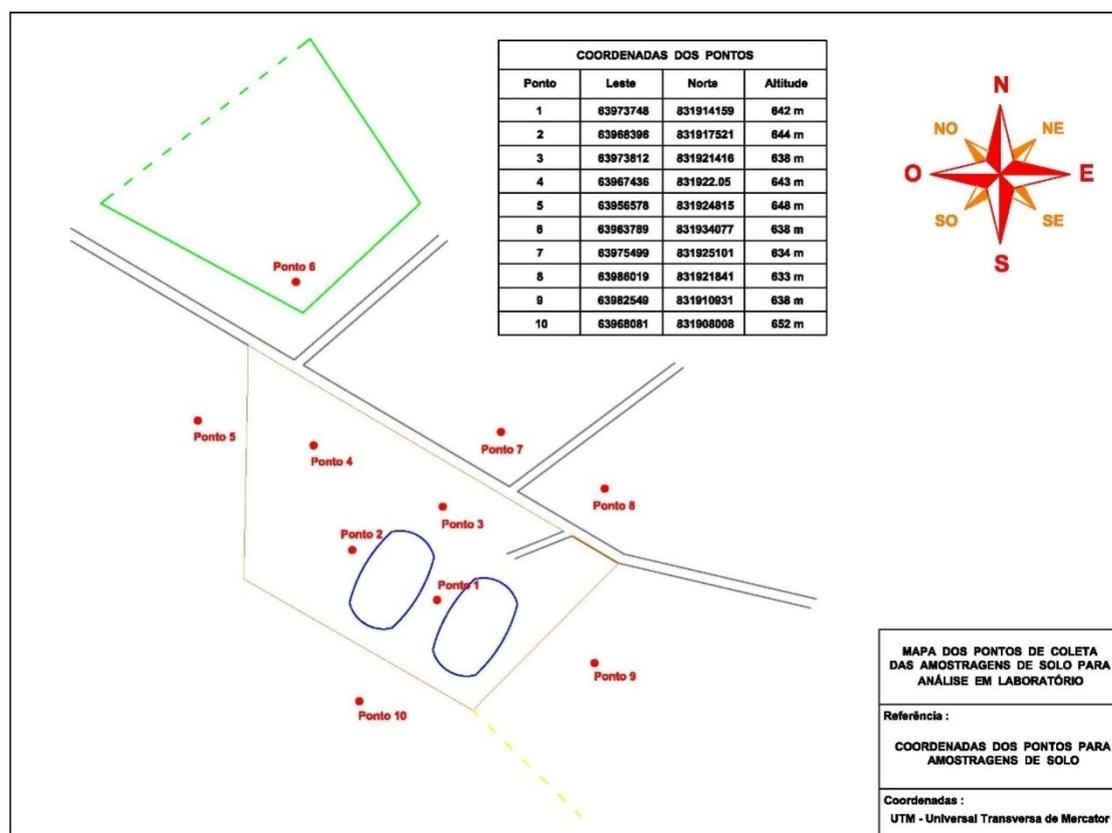


**Figura 1:** Mapa de situação e georeferenciamento do aterro sanitário de Ipiranga de Goiás-GO.

1 O cercado do aterro sanitário no ponto 1 de leste a norte tem 635 m, ponto 2  
2 leste a norte tem 640 m , ponto 3 leste a norte 651 m, ponto 4 leste a norte 645 m de  
3 altitudes em todos os pontos. No lado leste observa-se lavouras de cana-de-açúcar,  
4 sudeste e oeste uma pastagem, norte uma reserva legal e canaviais; no centro o aterro  
5 sanitário, com duas valas onde é depositado o lixo.

6 As áreas de reserva legal, bem como locais próximos à nascentes e corpos  
7 d'água trazem consigo diversidade considerável de fauna e flora, além de atividade  
8 cultural relacionada ao uso racional de produtos do rio (Cotta et al, 2006), realidade  
9 observada também na região de construção do mapa deste trabalho. A agricultura e o  
10 depósito final de lixo de forma inadequada podem tornar a área imprópria para  
11 preservação e convívio humano, além de trazer danos permanentes para o ecossistema  
12 da região (Oliveira et al, 2008).

13 Realizou-se a amostragem em 4 perfis de solo (do total de dez amostras  
14 coletadas) e 3 de vegetais (do total de dez amostras coletadas) no entorno do aterro  
15 sanitário de Ipiranga de Goiás-GO, nas profundidades do solo de 30 centímetros. Sendo  
16 a amostragem do solo utilizada dos pontos: 1, 4, 8 e 10. No ponto 1 de leste a norte a  
17 altitude é de 642m, ponto 4 de leste a norte 643 de altitude, ponto 8 de leste a norte 633,  
18 ponto 10 de leste a norte 652. A amostragem dos vegetais foi realizada nos pontos 2, 3 e  
19 5. Foi utilizada matéria seca da raízes (R), caule (C), folhas (F) de espécies diferentes,  
20 sendo coletadas próximo aos pontos de demarcação do mapa das amostragem do solo,  
21 como mostra a figura 2.



**Figura 2:** Mapa dos pontos de coleta das amostragens de solo e vegetais para análise em laboratório

Na tabela 1 pode-se observar os níveis de metais pesados encontrados após análise das amostras de solo. As médias das concentrações dos metais pesados demonstram elevadas concentrações de níquel (85,68 mg/kg), cádmio (25,69 mg/kg), chumbo (14,38 mg/kg), alumínio (83332,92 mg/kg) e zinco (21,5 mg/kg).

**Tabela 1:** Níveis de metais pesados em Mg/kg encontrados nas diferentes amostras de solo coletadas no entorno do aterro sanitário de Ipiranga de Goiás-GO.

**SOLO(Mg/kg)**

Amostra	01	04	08	10
Níquel total	94,07	75,68	82,24	90,70
Cádmio total	24,44	24,13	28,88	25,33
Chumbo total	14,60	12,34	17,01	13,57

Alumínio total	75686,40	77536,00	91732,00	88377,30
Zinco total	29,70	17,60	14,70	24,00

1

2 Conforme Zanello e colaboradores (2009), que realizaram estudo no entorno do  
3 aterro sanitário Caximba, em Curitiba, foram realizados apenas sete perfis de  
4 amostragem de solo, e ao analisar encontraram chumbo em valores aceitáveis dentro do  
5 parâmetro do solo. Já os teores de níquel foram baixos, ao ponto de não serem  
6 detectados.

7 Segundo a Resolução nº 460, de CONAMA (2013), apesar de altas, as  
8 concentrações de chumbo e zinco estão dentro dos limites aceitáveis (chumbo 72 mg/kg  
9 e zinco 300 mg/kg). No entanto, o limite de tolerância para níquel é de 30 mg/kg,  
10 cádmio 1,3 mg/kg, e alumínio não deve ser encontrado, apenas em quantidades pequenas  
11 devido às formas mal cristalizadas que o alumínio pode apresentar, levando a alta  
12 superfície específica e elevada carga superficial dependente de pH (em solos ácidos  
13 como o solo de cerrado) (ZANELLO et al, 2009). Essa característica leva a maior  
14 capacidade de adsorção e retenção de metais pesados, o que pode explicar os  
15 elevadíssimos níveis de alumínio no solo detectados neste estudo, uma vez que a falta  
16 de coleta seletiva permite a disponibilização de alumínio advindo do lixo.

17 Os principais metais pesados contaminantes são aqueles que se encontram em  
18 vários tipos de resíduos organizados em aterros, como lâmpadas, pilhas, baterias, restos  
19 de tintas, latinhas, dentre vários produtos com substâncias tóxicas presentes conforme  
20 sistematizou Araújo e colaboradores (2008).

21

22 Na tabela 2 observa-se os teores de metais pesados encontrados em amostras de  
23 caule, raízes e folhas de plantas coletadas próximo aos pontos de coleta de solo.

24

25 **Tabela 2:** Níveis de metais pesados em Mg/kg encontrados nas diferentes amostras de  
26 vegetais coletadas no entorno do aterro sanitário de Ipiranga de Goiás-GO.

<b>VEGETAL(Mg/kg)</b>			
<b>Amostras</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>05</b>
Alumínio	0,29%	0,52%	0,26%

Cádmio	< L.Q	< L.Q	< L.Q
Chumbo	< L.Q	< L.Q	< L.Q
Níquel	5,06	8,66	4,48
Zinco	35,13	19,30	51,37

1

2 <L.Q- Resultado menor do que o limite de Quantificação do método

3

4 Segundo Conceição (2005), os níveis de concentrações do cádmio, variam de  
5 0,15 a 0,30 mg/kg, de chumbo são estimados em 17 mg/kg, níquel 20mg/kg, e zinco 70  
6 mg/kg. Comparando com os resultados obtidos neste estudo, com exceção do alumínio,  
7 todos os metais pesados estão em níveis normais.

8 Segundo Costa (2011), o alumínio é, ainda, tóxico para a maior parte das  
9 espécies de plantas, e quando em sua forma iônica dissolvido no solo tem sido  
10 considerado como um dos maiores fatores limitantes de crescimento destas, em muitas  
11 partes do mundo.

12

13 **Tabela 3:** Níveis de metais pesados em Mg/kg encontrados em diferentes amostras de

<b>PEIXE(Mg/kg)</b>							
<b>Amostras</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>	<b>07</b>
Zinco	57,30	106,5	69,11	96,22	53,00	52,35	49,84
Alumínio	0,01%	< L.Q					
Cádmio	< L.Q						
Chumbo	< L.Q						
Níquel	< L.Q						

14 peixes coletadas no entorno do aterro sanitário de Ipiranga de Goiás-GO.

15 <L.Q- Resultado menor do que o limite de Quantificação do método

16

17

1 Na tabela 3 são apresentadas as concentrações dos metais pesados detectadas nas  
2 amostras de peixe coletadas no corpo d'água existente nas proximidades do local de  
3 estudo. Através das análises dos dados apresentados (tabela 3) foi possível detectar que  
4 os teores de zinco e alumínio em uma média de 69.18% e 0%, respectivamente.

5 Segundo Silva e colaboradores (2008), os valores de concentrações toleráveis  
6 em peixe e produtos de pesca para Cádmio é 1.0 mg/kg, Chumbo 2.0 mg/kg e zinco  
7 50.0 mg/kg. Já no estudo de Gomes e colaboradores (2011), fica demonstrado que os  
8 teores de zinco, cádmio, cobre e níquel encontrados estavam abaixo dos limites  
9 máximos de tolerância de contaminantes químicos em alimentos para consumo humano,  
10 porém deve-se levar em consideração fatores que podem interferir na bioacumulação.  
11 Os níveis de zinco encontrados nesse estudo são especialmente preocupantes, uma vez  
12 que, estão acima do limite tolerável, e por se tratar de material utilizado na alimentação,  
13 a bioacumulação deste metal na população do entorno pode existir, e causa diversos  
14 danos à saúde.

15 Em âmbito geral, é de conhecimento que os metais pesados Ni, Cd, Zn, Pb e Al  
16 causam danos à saúde de ser humano. Segundo Maciel (2011), o chumbo pode causar  
17 danos ao sistema nervoso central e periférico, sistema sanguíneo e nos rins dos seres  
18 humanos, o cádmio acumulam-se no organismo humano, particularmente nos rins.  
19 Duarte e colaboradores (2000) demonstra que o Cádmio é um dos mais perigosos na  
20 dieta alimentar, tem relação estreita com a absorção do metal pela via gastrointestinal,  
21 asma.

22 Segundo Freitas e colaboradores (2001), o alumínio é um composto neurotóxico  
23 que ao longo prazo pode causar encefalopatia grave, podendo levar ao distúrbio  
24 neurológico, constipação intestinal, diarreia, abortos. Para Ferreira (2011), o níquel é  
25 carcinogênico, atuando diretamente na mutação genética, e tem sido demonstrado que  
26 durante 40 anos à sua exposição ocupacional predispõe o homem ao câncer de pulmão,  
27 laringe e nasal. Segundo Mafra (2004), o zinco em excesso pode levar a casos graves de  
28 diarreia, lesões de pele, imunodeficiência celular.

## 31 **CONCLUSÃO**

32  
33 É sabido que locais de utilização para depósito final de lixo, como lixões, valas  
34 ou aterros sanitários fora do que a legislação permite, são focos de poluição, uma vez

1 que os resíduos sólidos podem conter substâncias químicas com características tóxicas,  
2 como os metais pesados por exemplo.

3 No estudo conduzido neste trabalho, foi possível observar contaminação por  
4 metais pesados no entorno do aterro sanitário de Ipiranga de Goiás-Go. Nas amostras de  
5 solo, de acordo com os valores de referência na resolução nº 460 CONAMA (2013), os  
6 teores de níquel e cádmio estão acima dos parâmetros aceitáveis, e os valores  
7 encontrados de alumínio estão acima de valores ditos como contaminantes, descritos em  
8 outros estudos. Na análise do material vegetal, os teores de alumínio também estão  
9 acima do aceitável, bem como nas amostras de peixes, onde o zinco foi encontrado em  
10 taxas elevadas.

11 Analisando os resultados obtidos, é possível atribuir a contaminação a falta de  
12 impermeabilização do aterro, bem como o controle e tratamento do líquido percolado do  
13 mesmo. Cabe ressaltar que, os valores encontrados são alarmantes e alertam para o risco  
14 e dano potencial à longo prazo que pode ser sofrido pela população. Funcionam como  
15 alerta à postura do poder público e da sociedade com relação ao descarte de resíduos.  
16 Para que se proponha medidas para a resolução do problema de maneira efetiva, serão  
17 necessários mais estudos na área, como por exemplo, análise de sedimento, de  
18 qualidade da água, e pH entre outros.

19

## 20 **AGRADECIMENTO**

21 Os autores agradecem a valiosa contribuição do professor Carlos Brait e toda equipe do  
22 Laboratório Exata-Jataí/GO, não só pelo fornecimento de suporte técnico, mas também  
23 pelo apoio à pesquisa, indispensáveis na execução deste trabalho.

24

25

## 26 **REFERÊNCIAS**

27

28 **ARAÚJO, C.L. Análise da concentração de metais no fitobentos da lagoa rodrigo**  
29 **de freitas,RJ.** 2008, 56 f. Monografia (Graduação em Oceanografia)- Curso de  
30 graduação em oceanografia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

31

32

33 **BRASIL. CONAMA. Portaria N° 460/2013.** Dispõe sobre a lista de valores orientadores  
34 para solos e para águas subterrâneas. Brasília: MMA, 2013.

35

1  
2 CARVALHO, J.C.B. de; ORSINE, J.V.C. Contaminação do meio ambiente por fontes  
3 diversas e os agravos à saúde da população. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico**  
4 **Conhecer** - Goiânia, vol.7, n.13, p.1107, 2011.

5  
6  
7 CARVALHO, N.L.; PIVOTO, T.S. Ecotoxicologia: Conceitos, abrangência e  
8 importância. **Revista eletrônica do PPGEAmb-CCR/UFSM**, vol.2, n.2, p.176-192,  
9 2011.

10  
11  
12 CAVALLET, L.E.; et al. Metais pesados no rejeito e na água em área de descarte de  
13 resíduos sólidos urbanos. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, vol. 8 n. 3, p. 230-238, 2013.

14  
15  
16 CONCEIÇÃO, C. O. **Contaminação dos aterros urbanos por metais pesados no**  
17 **município de Rio grande- RS. 2005.**

18  
19 COSTA, P.M, **avaliação do efeito tóxico de sulfato de alumínio e sulfato de cobre**  
20 **em bioensaio de contaminação subcronica via trafico no**  
21 **bioindicador Rhamdioquelen ( Siluriforme),** Curitiba, PR, 2011.

22  
23  
24 COTTA, J.A.O. **Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no parque**  
25 **estadual turístico do alto Ribeira-petar, São Paulo, BRASIL.** Química nova, vol 29,  
26 n1, p.40-45, 2006.

27  
28  
29 DUARTE, R. S. et al. Avaliação do Cádmio(Cd), Chumbo(Pb), Níquel(Ni) e Zinco(Zn)  
30 em solos, plantas e cabelos humanos. **Energia na agricultura**, vol 15. n 1, 2000.

31  
32  
33 FERREIRA, D.A; et al **Disposição de resíduos sólidos e qualidade dos recursos**  
34 **hídricos no município de Uberlandia/MG.2011.**

35  
36  
37 FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importancia da analise de  
38 água para a saúde publica em duas regiões do estado do rio de janeiro: enfoque para  
39 califormes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde publica**, Rio de janeiro, 17(3): 651-  
40 660 mai-jun, 2001.

41  
42  
43 GOMES, M. V. T et al.**Avaliação da contaminação por metais pesados em peixe no**  
44 **rio São Francisco á jusante da represa e três Maria, Minas Gerais, BRASIL, 2011.**

45  
46  
47 GOMES, M.A.F.; BARIZON, R.R.M. Panorama da Contaminação Ambiental por  
48 Agrotóxicos e Nitrato de origem Agrícola no Brasil: cenário 1992/2011. **Embrapa**  
49 **Meio Ambiente.** 1ª ed., Jaguariúna, SP, 2014.

1  
2 LIMA, V.F.; MERÇON, F. Metais pesados no ensino de química. **Química nova na**  
3 **escola**, vol. 33, n. 4, novembro, 2011.  
4  
5  
6 MACIEL, A. C. **Anais do seminário ENIAC**, 2011 vol.1 n.2, p.4.  
7  
8  
9 MAFRA, D; et al. Revista **Importancia do zinco na nutrição humana**. 17(1) 79-87  
10 jan/mar, 2004.  
11  
12  
13 Method 3051: **Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and**  
14 **oils**. EPA USEPA - Test Methods for Evaluating Solid Waste,2007.  
15  
16  
17 MURGO, A.R.; et al. **A importância de um aterro sanitário na cidade de Jaú**. 2010,  
18 55 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração)-Curso de  
19 Administração das faculdades Integradas de Jaú – FIJ, Faculdades Integradas de Jaú –  
20 FIJ, Jaú.  
21  
22  
23 OLIVEIRA, C.A.A. de. **Análise do fluxo de gases na camada de cobertura do aterro**  
24 **sanitário municipal oeste de caucaia(ASMOC)**. 2011, 84 f. Dissertação (Mestrado em  
25 Engenharia Civil)- Curso de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal  
26 do Ceará, Fortaleza.  
27  
28  
29 OLIVEIRA, M. A. **A poluição do rio Mossoró ( RN) e a ação intervencionista do**  
30 **ministério público**.2008  
31  
32  
33 PEREIRA, S.M.T.C. **Importância médico-legal do Pb. Inflamação e cancro**. 2013,  
34 44 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Legal)- Instituto de Ciências Biomédicas de  
35 Abel Salazar,Universidade do Porto.  
36  
37  
38 SILVA, L. B. C. **Avaliação espaço-temporal de metais pesados no rio Paraíba do**  
39 **sul e Rio Imbé por meio de plantas de Eichhorniacrassipes( MART.) Solms**  
40 **(Aguapé). Sostone sedimento**. 2008, Dissertação. Mestrado ao centro de biociência e  
41 biotecnologia da universidade estadual do norte fluminense Darcy ribeiro, campos do  
42 goytacazes- RJ.  
43  
44  
45 WEBB, S. ; BARTOS, J. ; BOLES, R. et al. Simultaneous Determination of Arsenic,  
46 Cadmium, Calcium, Chromium, Cobalt, Copper, Iron, Lead, Magnesium, Manganese,  
47 Molybdenum, Nickel, Selenium, and Zinc in Fertilizers by Microwave Acid Digestion  
48 and Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry Detection: Single-  
49 Laboratory Validation of a Modification and Extension of AOAC 2006.03.**Spcialguest**  
50 **editor section**. Vol. 97, no. 3, p. 700, 2014.

1  
2 **ZANELLO, S. et al. Mineralogia e teores de cromo, níquel, cobre, zinco e chumbo**  
3 **nos solos no entorno do aterro sanitário da caximba, Curitiba, v. 10,**  
4  
5