



## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO DO SOLO DA ÁREA DE CONTAMINAÇÃO DO ARROIO DOURADO, EM FOZ DO IGUAÇU

### PHYSIC-CHEMICAL ANALYSIS OF SOIL FROM THE CONTAMINATION AREA OF ARROIO DOURADO, IN FOZ DO IGUAÇU

Robson OLIVEIRA<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-7760-4836>

Kleber Gomes RAMIREZ<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-4012-8688>

Macarius DI LAURO<sup>3</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-4696-023X>

**Resumo:** O estudo foi conduzido com o objetivo de analisar a qualidade do solo que se encontra na área do antigo lixão já desativado, conhecido como “Arroio Dourado”, localizado na região oeste do Paraná em Foz do Iguaçu. Com a desativação do lixão na década de 90, sem a devida recuperação da área degradada, e consequentemente com a expansão urbana na cidade, diversas famílias carentes estabeleceram residência nessa região, seja por falta de emprego ou moradia adequada. As condições da área do antigo lixão é motivo de diversas disputas judiciais entre moradores e poder público, sendo este estudo essencial para o esclarecimento das condições quanto à qualidade do solo na região. A pesquisa tomou como partida a problemática socioambiental e dos riscos a saúde humana, relacionados ao contato com metais pesados proveniente dos resíduos que estão depositados na área. O estudo concluiu que a análise de solo no antigo lixão apresentou concentrações de 10,83 mg.kg<sup>-1</sup> de chumbo, 107 mg.kg<sup>-1</sup> de cromo e 6,14 mg.kg<sup>-1</sup> de níquel em amostra de solo composta, estes valores encontram-se acima da recomendação nacional conforme Resolução Conama nº 420/2009 e de outros parâmetros internacionais, definindo o local como um ambiente insalubre, que pode gerar consequências negativas a saúde humana e ao meio ambiente.

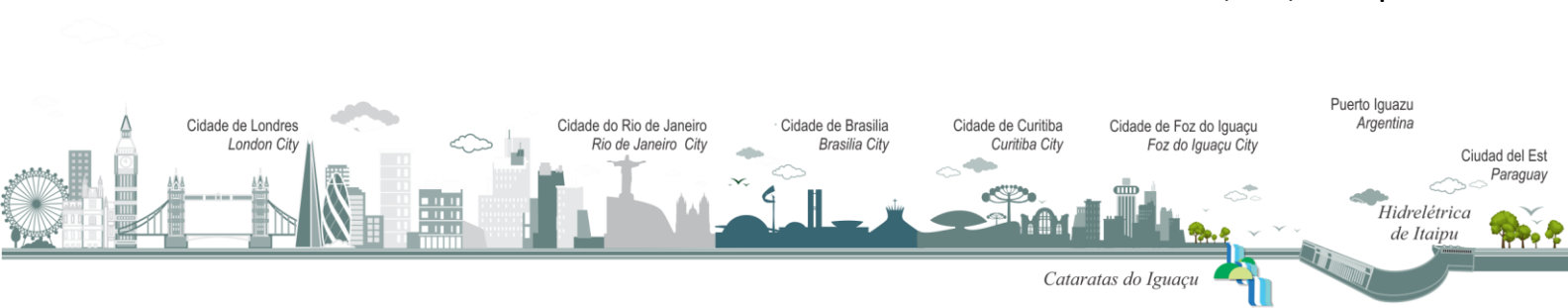
**Palavras-chave:** Lixão. Poluição. Metais pesados. Solo.

**Abstract:** The study was carried out with the aim of analyzing the quality of the soil found in the area of the old dump already deactivated, known as “Arroio Dourado”, located in the western region of Paraná in Foz do Iguaçu. With the deactivation of the dump in the 90s, without the proper recovery of the degraded area, and consequently with the urban expansion in the city, several needy families established residence in this region, either due to lack of jobs or adequate housing. The conditions of the former dump area are the subject of several legal disputes between residents and the government, this study being essential to clarify conditions regarding the quality of the soil in the region. The research

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Uniamérica, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. [rbsn.oliveira96@gmail.com](mailto:rbsn.oliveira96@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente/Uniamérica. [kleber\\_gr@hotmail.com](mailto:kleber_gr@hotmail.com)

<sup>3</sup> Biólogo. Pedagogo. Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Professor na rede municipal de ensino em Foz do Iguaçu. [macariusbiologia@hotmail.com](mailto:macariusbiologia@hotmail.com)





took as a starting point the socio-environmental problem and the risks to human health, related to the contact with heavy metals from the residues that are deposited in the area. The study concluded that the soil analysis in the old dump showed concentrations of 10.83 mg.kg<sup>-1</sup> of lead, 107 mg.kg<sup>-1</sup> of chromium and 6.14 mg.kg<sup>-1</sup> of nickel in a composite soil sample, these values are above the national recommendation according to Conama Resolution No. 420/2009 and other international parameters, defining the place as an unhealthy environment, which can generate negative consequences for human health and the environment.

**Keywords:** Dumping ground. Pollution. Heavy metals. Ground.

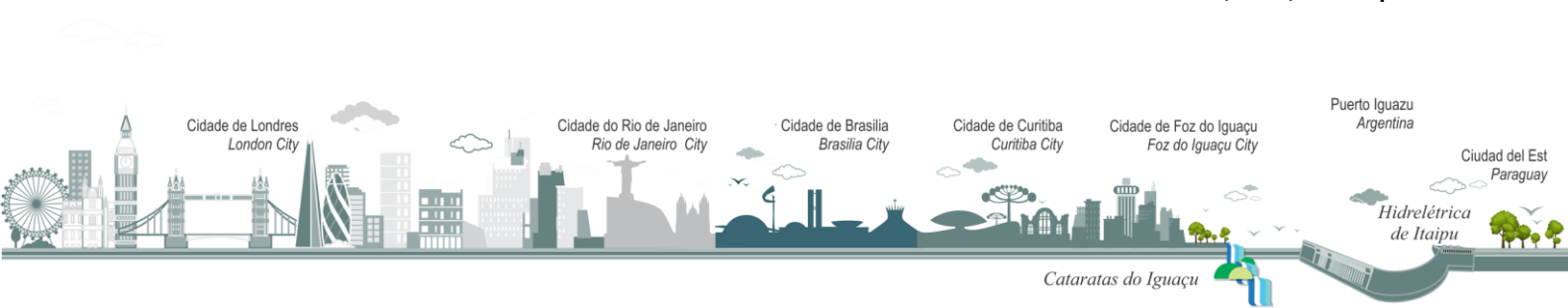
## INTRODUÇÃO

As problemáticas ambientais envolvendo diversas questões climáticas, padrão de consumo da população, métodos de produção, preservação de recursos naturais e principalmente a destinação final dos resíduos são atualmente grandes preocupações mundiais (MARCHESE; KONRAD; CALDERAN; 2011).

A respeito dos resíduos sólidos, o gerenciamento de resíduos não supre a escala de geração de lixo no planeta, principalmente no manejo e destinação inadequada, resultando em diversos danos ao meio ambiente e a saúde populacional. O assunto percorre por anos no mundo em diversas áreas profissionais de conhecimento, ao decorrer do tempo, é observado a importância crescente em três fatores principais: a grande quantidade de lixo gerado, investimento financeiros relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e os impactos ambientais e da saúde populacional (CUNHA, 2002).

Grande parte dos problemas relacionados aos resíduos sólidos é os lixões, segundo a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6,938/91), no artigo 47 demonstra a proibição de destinação ou disposição final de resíduos sólidos lançados *in natura*, exceto resíduos de mineração. Para minimizar ou cessar os danos, é importante tomar conhecimento de eventos lesivos ao meio ambiente ou à saúde pública relacionada ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Segundo Marchi (2011), para minimizar os problemas ambientais referentes ao



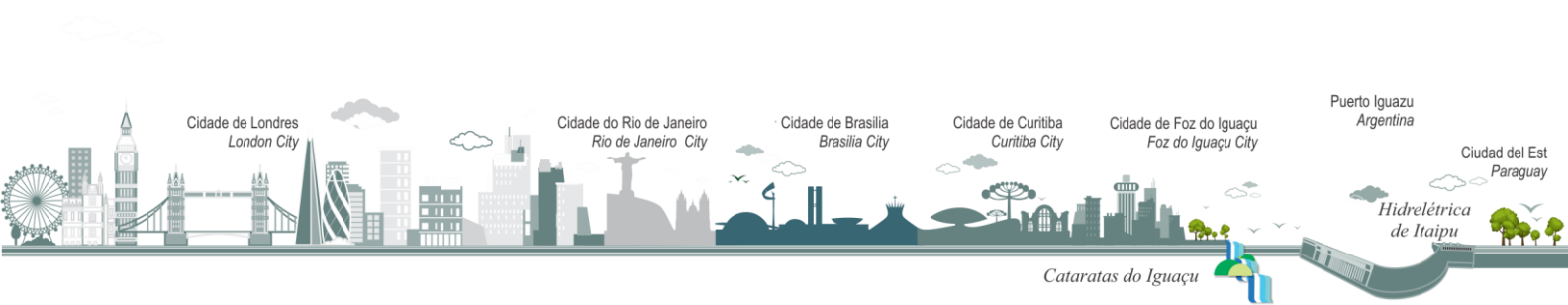


descarte de resíduos sólidos, a Agenda 21 propõe a prática racional dos 3R's (reduzir, reutilizar e reciclar), que são definidos como: a redução na fonte geradora, que são decisões no cotidiano que provem do esforço e da participação comunitária por meio da reeducação ambiental, colaboradores e gerentes de diversos ramos empresariais; a reutilização propõe ações de utilização dos resíduos sólidos gerados para outras finalidades, com o manejo e separação procura aperfeiçoar ao máximo o uso destes materiais antes do descarte final; a reciclagem utiliza-se um conjunto de técnicas que propõe aproveitar os resíduos para outras finalidades ou reintegrar ao ciclo de produção, atrelando ao outro termo conhecido: a logística reversa, proposta de recuperar os produtos que poderiam estar dispostos na natureza através de um acordo setorial de produção e comercialização.

No Brasil, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) com objetivo de realizar o gerenciamento dos resíduos e a gestão integrada nos municípios. Essa política é considerada como marco regulatório no manejo de resíduos sólidos no Brasil, dando oportunidade para diversas classes sociais da produção, atribuindo base para os três pilares do desenvolvimento sustentável: social, ambiental e econômico, uma vez que os resíduos deixam de ser um problema para ser um gerador de novas riquezas e negócios (MARCHESE *et al.*, 2011).

Com a criação da PNRS, foi estruturada em nível federal incentivo a gestão adequada dos resíduos sólidos no país principalmente com a destinação final em aterros sanitário e na elaboração de acordos setoriais para logística reversa. Percebe-se também, maior participação dos Estados na transferência de recursos para os municípios na busca de soluções consorciadas, em consequência disso, ocorreram diversas mudanças que podem ser percebidas em estudos atuais de levantamento de resíduos sólidos no país (MANNARINO; FERREIRA; GANDOLLA, 2015).

A contaminação do solo é uma grande preocupação em relação à saúde e meio ambiente no mundo, muitos lançamentos indiscriminados, principalmente de metais pesados não podem ser quebradas de formas não tóxicas e permanece no meio





ambiente por uma longa duração (DIXIT, 2015). A quantificação de concentração desses metais pesados permite avaliar como esses metais afetarão os fatores ambientais no solo (TIAN *et al.*, 2016).

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Guimarães (2000), lixões são locais onde é descartado os rejeitos no solo, sem tratamento e a céu aberto, é a forma mais prejudicial ao meio ambiente e à saúde populacional. Para Cunha (2001), lixões são descritas como formas inadequadas de destinação dos rejeitos, utilizado comumente em países subdesenvolvidos, nestas instalações, resíduos inofensivos se misturam com produtos tóxicos e perigosos. O modelo de destinação final em aterros sanitários demonstra maiores vantagens considerando a redução dos impactos ocasionados pelo descarte de resíduos sólidos em lixões.

Segundo dados fornecidos pela Abrelpe (2019), em 2018 foram geradas no Brasil cerca de 79 milhões de toneladas, desse montante, 92% (72,7 milhões de toneladas) foram coletados, aumento de 1,66% em relação a 2017 (71,6 milhões de toneladas), por outro lado, 6,3 milhões de toneladas não foram recolhidas. Cerca de 43,3 milhões de toneladas (59,5%) destinadas a aterros sanitários, aumento de 0,4% em relação ao ano anterior.

Cerca de 40% dos resíduos foram despejados em locais inadequados por 3.001 municípios, ou seja, 29,5 milhões de toneladas por ano de resíduos sólidos urbanos acabaram indo para lixões ou aterros controlados, que não contam com um conjunto de sistema adequado para a proteção do meio ambiente e da saúde populacional, conforme apresentado pela Abrelpe (2019) a Figura 1 demonstra o comparativo de disposição final de RSU entre 2017 e 2018 em toneladas por ano.

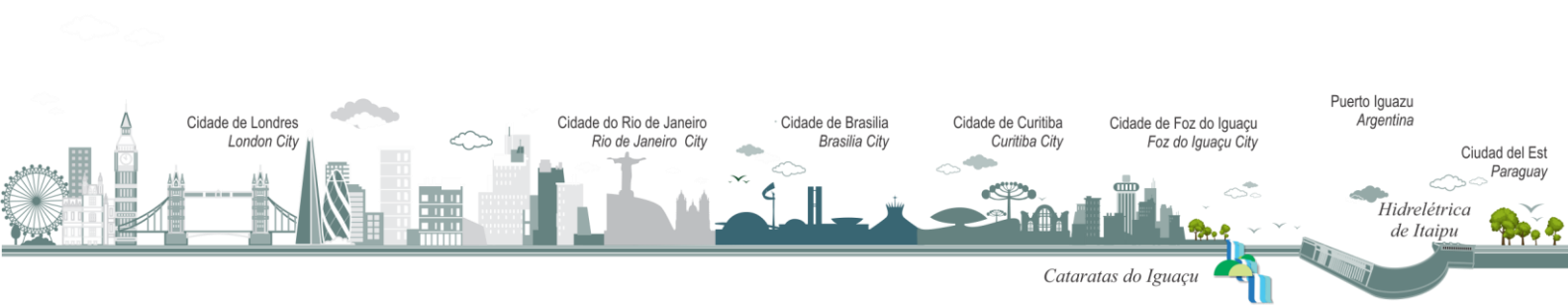
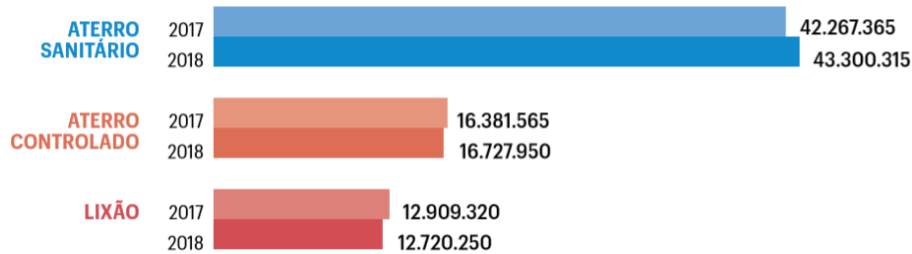




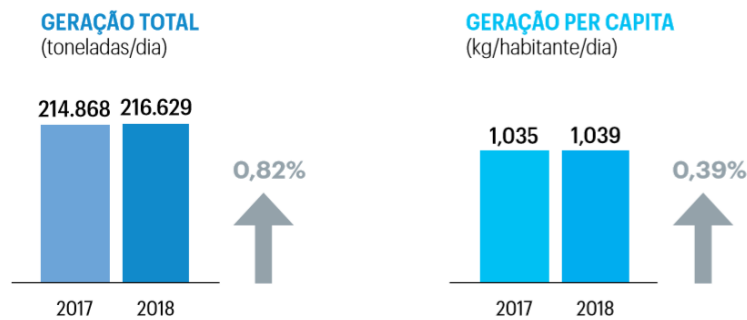
Figura 1 - Disposição Final de RSU, por tipo de destinação (toneladas/ano)



Fonte: Abrelpe (2019).

Entre os anos 2017 e 2018 houve um aumento de 1% e chegou a 216.629 toneladas diárias de resíduos sólidos urbanos gerados, ou seja, analisando a população *per capita*, Figura 2, cada brasileiro gerou pouco mais de 1 Kg por dia.

Figura 2- Geração de RSU no Brasil



Fonte: Abrelpe (2019).

Afunilando a análise para a região sul do Brasil, a menor área do país obtém a geração *per capita* (Kg/habitante/dia) de resíduos sólidos urbanos de cerca de 0,759 Kg por habitante, conforme dados da Abrelpe apresentado na Figura 3.

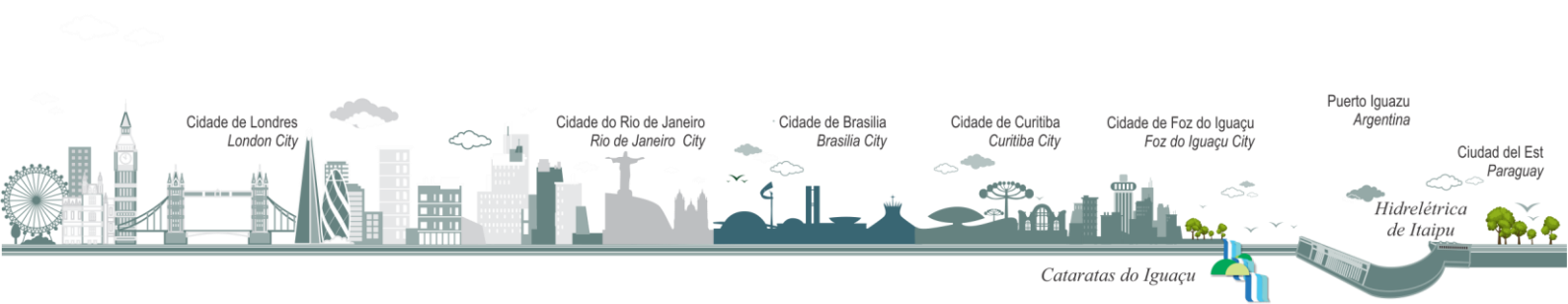




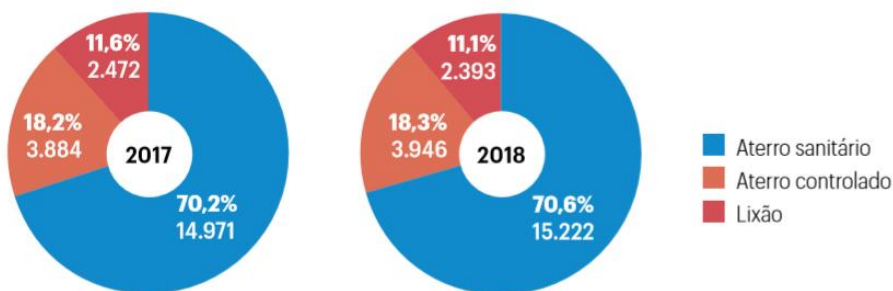
Figura 3 - Geração de RSU *per capita* nas regiões do Brasil (Kg/hab/dia)



Fonte: Abrelpe (2019).

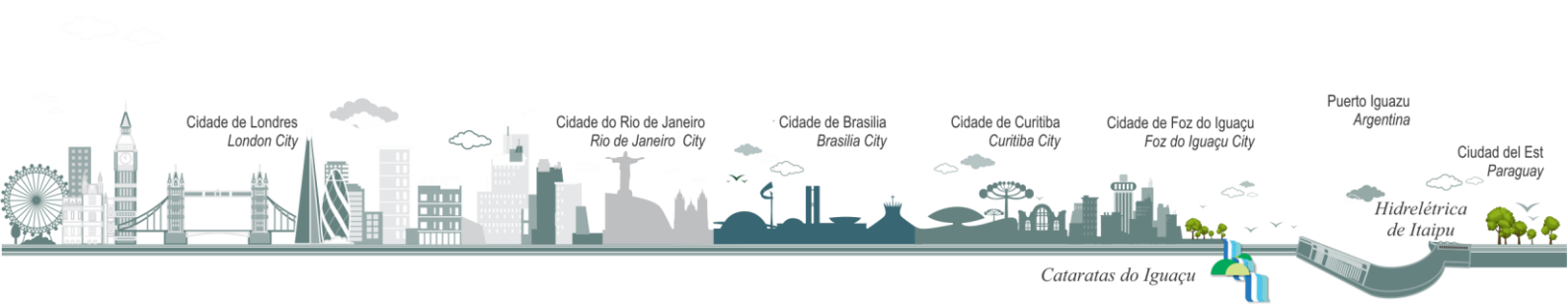
Em 2018, 22.586 toneladas de resíduos sólidos urbanos foram gerados na região sul do Brasil. Conforme evidenciado na figura 4, aproximadamente 6.000 toneladas de RSU (29% do total recolhido) foram encaminhadas para lixões ou aterros controlados:

Figura 4 - Disposição Final de RSU na região sul (toneladas/dia)



Fonte: Abrelpe (2019).

Na tentativa de minimizar os impactos ambientais, a Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010) atribuiu aos municípios brasileiros até 02 de novembro de 2014 a extinção de lixões a céu aberto e aterros controlados, substituindo-as por aterros sanitários, todavia que são considerados inadequados por poluírem o solo, ar e água. Diante disso, o aterro sanitário foi considerado a forma mais viável de solucionar os problemas relacionados ao descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos (CONDE; STACIHW; FERREIRA, 2014).



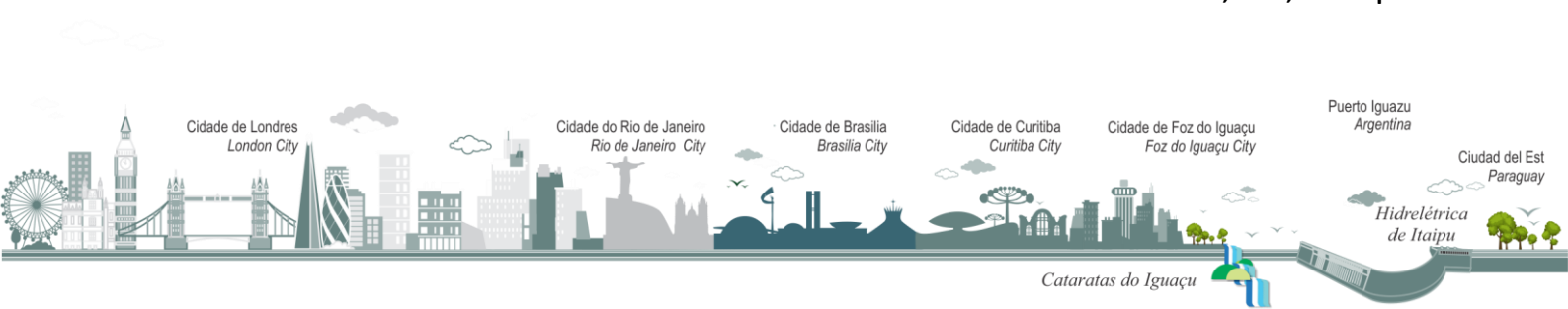


Segundo dados do Instituto Ambiental do Paraná – IAP, 38% dos municípios paranaenses possuem aterros sanitários. Foz do Iguaçu é um dos poucos municípios que possui área própria e que mantém rigorosamente as determinações ambientais. Até o ano de 2001, o município não contava com nenhum aterro sanitário, utilizando apenas lixões, caracterizando pela inexistência de proteção ao meio ambiente, fato preocupante na época, pois se localizava próximo ao manancial de captação de águas da cidade (FRIGO, 2011).

Para Soura (2004) apud Lima (2004), quando os resíduos sólidos estão dispostos em locais inadequados, surgem diversos malefícios ambientais: perda da fertilidade, erosão, contaminação da cadeia alimentar, proliferação de patógenos, contaminação de águas subterrâneas e superficiais, saturação e contaminação do solo, entre outros poluentes.

Para Koelsch (2005), Foz do Iguaçu possui uma problemática gestão de ocupação urbana, com o crescimento populacional da cidade, áreas irregulares como o antigo lixão desativado no ano de 2001, acabaram sendo ocupadas, este local é hoje conhecido popularmente como “a comunidade do Arroio Dourado”.

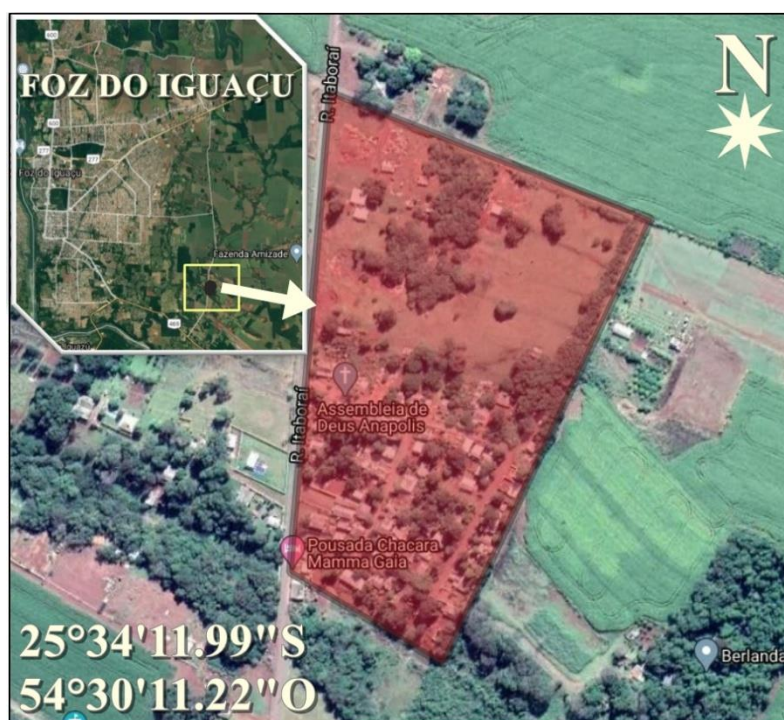
Em termos de saúde e meio ambiente, a disposição inadequada dos resíduos sólidos e a falta de infraestrutura de saneamento básico poderão afetar direta e indiretamente a saúde da população, principalmente para os ocupantes que fazem uso do solo e dos recursos hídricos do local. Para descrever de forma qualificada e técnica dos reais problemas, faz-se necessário a coleta deste solo, analisá-las laboratorialmente, e a partir disso, apresentar as informações relevantes que poderão concluir qual a abrangência dos problemas que a população do Arroio poderá obter, principalmente para aqueles que fazem uso do solo diretamente.



## METODOLOGIA

A comunidade Arroio Dourado (Figura 5) tem área de aproximadamente 100.000 m<sup>2</sup> e está localizada na região sudeste do Município de Foz do Iguaçu, Estado do Paraná.

Figura 5 - Localização da área do antigo lixão em Foz do Iguaçu



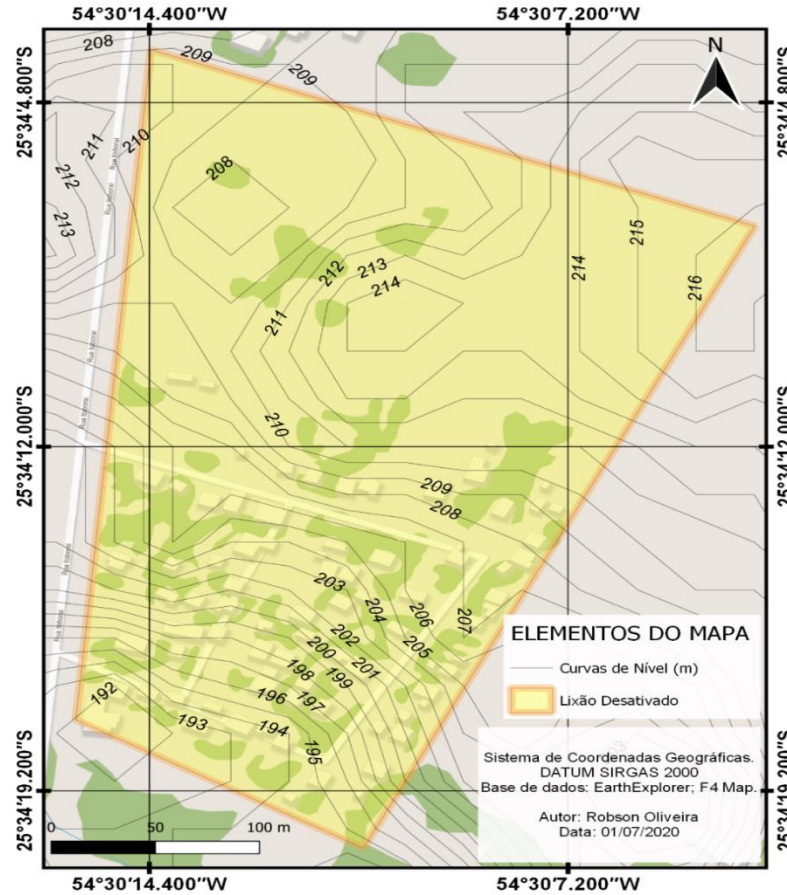
Fonte: Autor (2020).

A região possui altitude variada, o ponto mais alto da área do lixão desativado possui 216 metros, situado na região nordeste. Por meio da Figura 6, é possível visualizar que a região de elevação mais baixa se encontra próximo ao arroio (Arroio Dourado) com altitude próxima de 192 metros.





Figura 6 - Mapa altimétrico



Fonte: Autor (2020).

A coleta do solo foi realizada na profundidade 0~20 cm e foi distribuída em seis pontos principais pela área. Na Figura 7 é possível ver a disposição dos pontos, onde três pontos estão dentro da delimitação do lixão desativado e os outros três pontos localizados a montante do terreno.

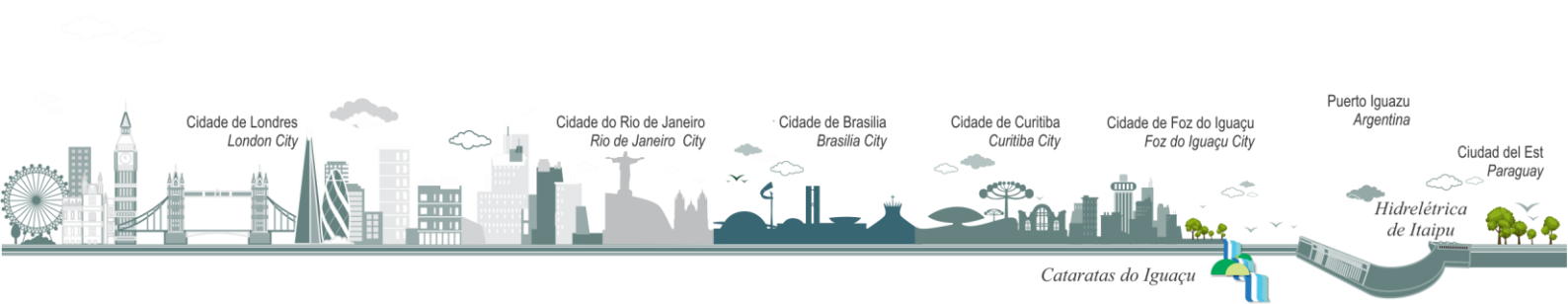
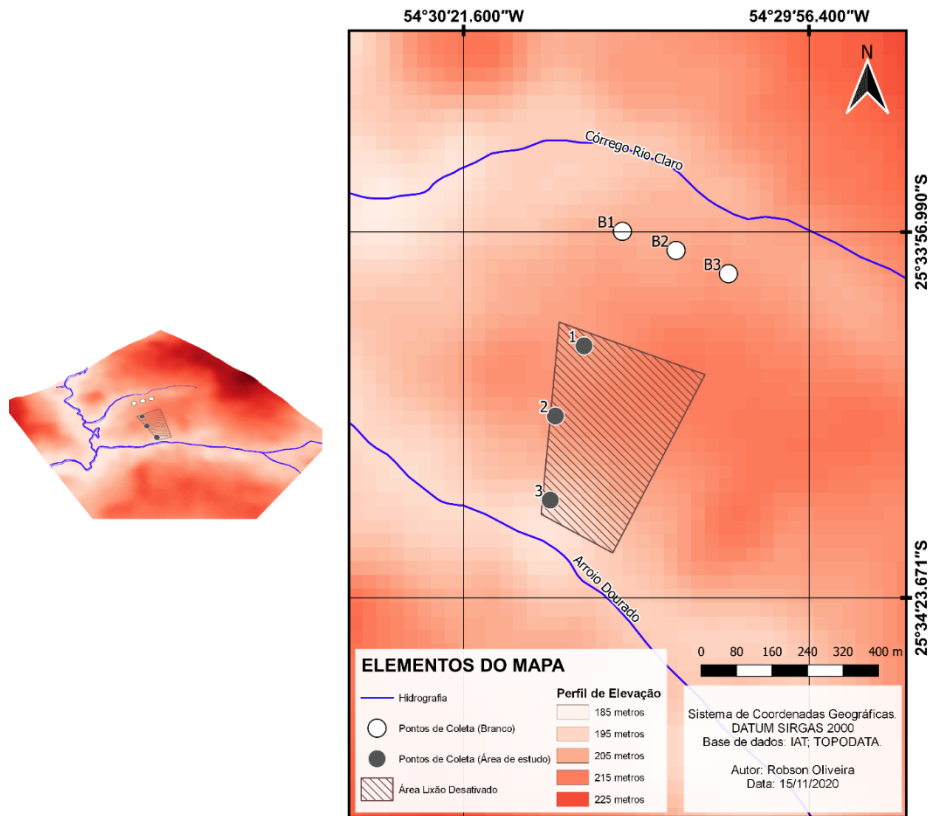


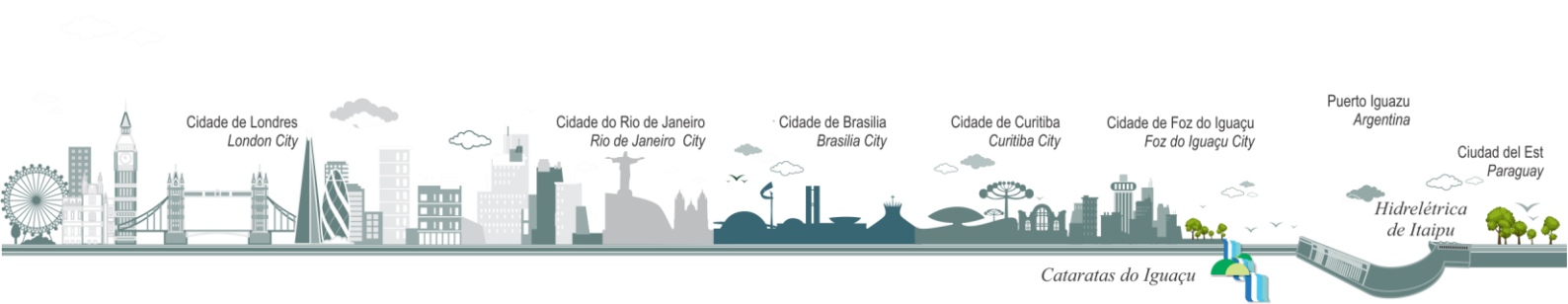


Figura 7 – Distribuição dos pontos de coleta de solo.



Fonte: Autor (2020).

As três amostras simples coletadas dentro da área do lixão desativado foram misturadas, destorroadas, retirada todas as impurezas (galhos e pedras maiores) e armazenadas em uma embalagem tipo “ziplock”, constituindo assim uma amostra composta. Em outra sacola “ziplock” separada, o mesmo procedimento foi realizado para a coleta da amostra padrão (branco). Ambas as amostras foram encaminhadas a um laboratório especializado, Labagro Análises Agronômicas Ltda para a realização das análises físico-químicas.







com menos de 0,002 mm de diâmetro. Para classificar a textura do solo é desconsiderada a presença de matéria orgânica e de partículas maiores do que 2 mm, o solo pode ter de 0 a 100% de areia, de silte e de argila (REINERT; REICHERT, 2006).

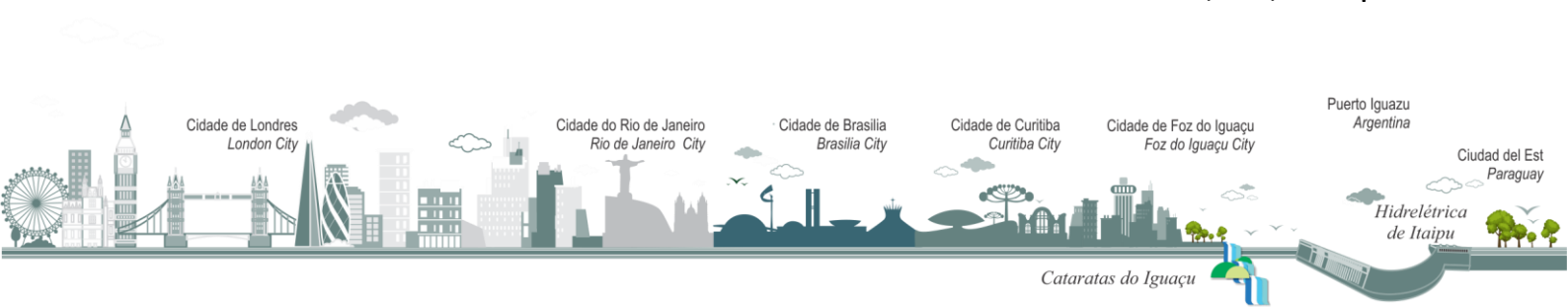
Em análise laboratorial, foi também verificado a quantidade de metais pesados contidos no solo do Arroio Dourado, apenas o Cromo (Cr) estava fora dos valores de orientação nacional (Resolução CONAMA N° 420/2009), conforme dados apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 - Ensaio laboratorial de metais pesados, valores de orientação CONAMA N° 420/09

Substâncias	BRANCO	ÁREA DE ESTUDO	Valores de orientação conforme e CONAMA N° 420/09	INVESTIGAÇÃO			C A S N O
				PREVENÇÃO			
				AGRICOLA	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	
Cádmio	0	0	1,3	3	8	20	7440-48-4
Chumbo	10,23	10,83	72	180	300	900	7440-43-9
Cromo	120,29	107	75	150	300	400	7440-47-3
Mercúrio	0	0	0,5	12	36	70	7439-97-6
Níquel	5,18	6,14	30	70	100	130	7440-02-0

Fonte: Autor, (2020).

Para os valores de orientação internacional, destaca-se que a Europa possui parâmetros rigorosos comparados aos países como Brasil, China e Estados Unidos. Os resultados demonstram que Chumbo (Pb), Cromo (Cr) e Níquel (Ni) apresentaram concentrações acima dos valores de orientação europeu, enquanto o cromo ficou acima dos valores permitido para os valores de orientação da China e EUA, conforme





apresentado na Tabela 2:

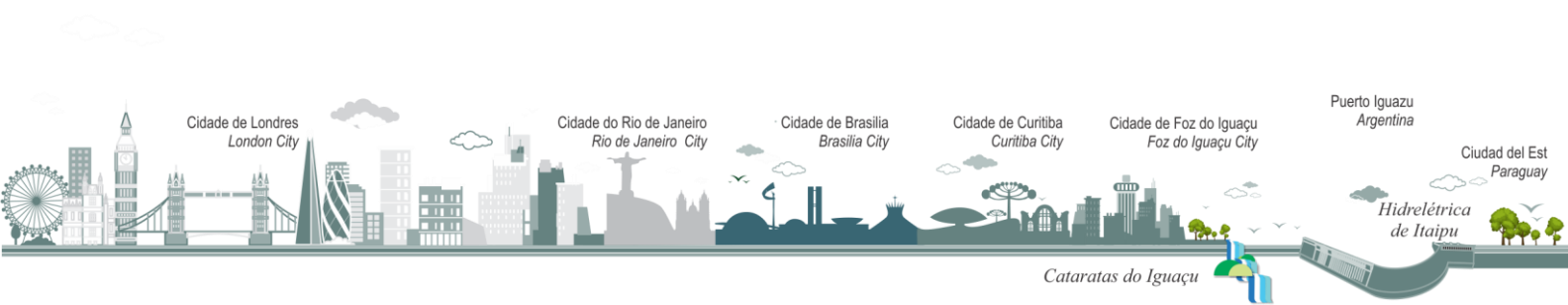
Tabela 2 - Ensaio laboratorial de metais pesados, valores de orientação internacional

Substâncias	BRANCO	ÁREA DE ESTUDO	Valores de orientação internacional			
			CHINA	EUA	EUROPA	CAS Nº
Cádmio	0	0	0,07	1,6	0,07	7440-48-4
Chumbo	10,23	10,83	23,6	16	0,26	7440-43-9
Cromo	120,29	107	53,9	37	0,32	7440-47-3
Mercúrio	0	0	-	-	-	7439-97-6
Níquel	5,18	6,14	23,4	13	0,27	7440-02-0

Fonte: Autor, (2020).

A quantificação de concentração desses metais pesados permite avaliar como eles afetarão os fatores ambientais no solo (TIAN *et al.*, 2016). Os metais pesados são quimicamente reativos e bioacumulativos, ou seja, não é capaz de ser absorvido pelo organismo de animais ou humanos (CAMPOS; JULIO, 2008).

A exposição aos metais pesados seja por via oral, inalatória ou dérmica em concentrações maiores do que o recomendado acaba se tornando tóxicos, culminando com inúmeros problemas de saúde, entre eles: diminuição das atividades cerebrais, dano pulmonar, danos ao sistema renal, hepático, alterações na composição sanguínea, entre outros. Quando em disposição prolongada, poderá obter doenças graves como distrofia muscular, esclerose múltipla, câncer e Alzheimer (VADHAN; KUMAR; PANDA, 2019).



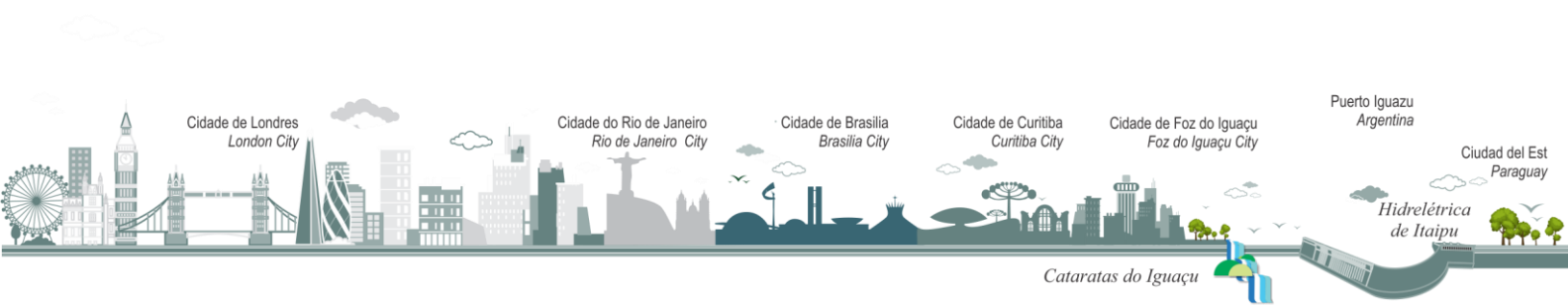


O chumbo (Pb) para a Organização Mundial da Saúde, é um dos elementos químicos mais perigosos à saúde humana. O chumbo é bastante encontrado no meio ambiente devido às ocorrências naturais e da utilização industrial, nos recursos hídricos é facilmente introduzido por diversas atividades antrópicas: tintas, pigmentos, metalúrgica, plásticos e combustíveis (KLASSEN *et al.*, 2001).

A intoxicação por chumbo e seus compostos podem causar diversos danos à saúde humana, entre eles graves problemas neurológicos, nas crianças estas alterações neurológicas tendem a se tornar permanente podendo ocasionar uma significativa redução no QI destas (MILHOME *et al.*, 2018). O chumbo possui as características de migração, bioacumulação e biomagnificação, o chumbo de forma inorgânica, apesar de ser tóxico ainda podem ser excretado boa parte por vias urinárias do ser humano, diferente do chumbo orgânico, onde há uma absorção, ocorrendo a bioacumulação deste metal no organismo, tornando altamente tóxico para qualquer ser vivo (KOSNETT, 2003).

O cromo (Cr) tem alto poder oxidante, homens, plantas e animais quando expostos a este metal podem apresentar diversas alterações metabólicas (SILVA; PEDROZO, 2001). O cromo em geral, no estado de oxidação, apresenta grande toxicidade, por ser um elemento bioacumulativo permanece nos organismos de seres vivos, colocando em risco a fauna e a flora terrestre (COSTA, 2003). Para Nava *et al.* (2011) a presença do cromo em maior quantidade pode ser indício de uma suplementação nutricional para o solo. Neiva *et al.* (2011) demonstram que o uso de fertilizantes com micronutrientes eleva a disponibilização de Pb e Cr. Uma vez que esta área (branco) é uma área produtiva, desta forma o uso de pesticidas, inseticidas e demais defensivos agrícolas que possuem o cromo em sua composição tendem a estar mais presente nesta aera que na porção da área que foi destinada ao deposito de resíduos “lixão”.

Os compostos que contém o cromo de em sua estrutura química, tem como propriedades químicas a imobilidade, insolubilidade e maior persistência no ambiente quando comparados com estruturas que contenham outros metais. O Cr pode se



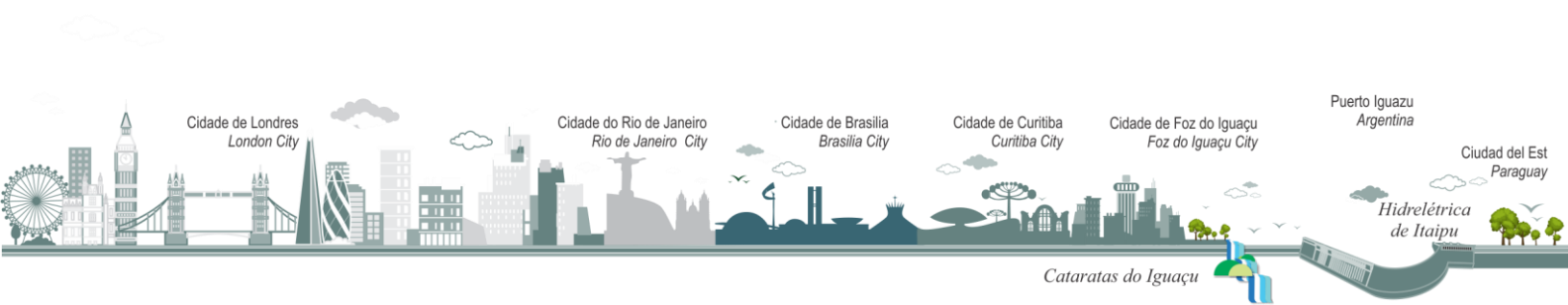


apresentar no solo como partícula adsorvida nas argilas, compostos orgânicos e óxidos de ferro ou em complexos solúveis. O Cr (III) possui baixa solubilidade e reatividade, tendo como particularidade uma reduzida mobilidade e toxicidade, entretanto, o Cr (VI) já possui alta mobilidade, solubilidade e toxicidade para os organismos vivos, esta complexação é favorecida em solos ácidos, e em estado inicial, quando permanece no solo o cromo tende a formar compostos insolúveis e de difícil lixiviação (HELENE, 2016).

O níquel (Ni) é considerado o vigésimo terceiro elemento mais abundante do planeta Terra. O níquel é conhecido como uma substância cancerígena, considerado um elemento causador de câncer, o meio de contato por vias respiratórias podem ser um grande problema caso haja exposição excessiva a esse tipo de metal, a inalação tende a ser altamente tóxica. Os sintomas de exposição excessiva podem variar desde vômitos, vertigens, náuseas e diversos efeitos mutagênicos ao corpo humano (CASARETT, DOULL'S, 1996).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

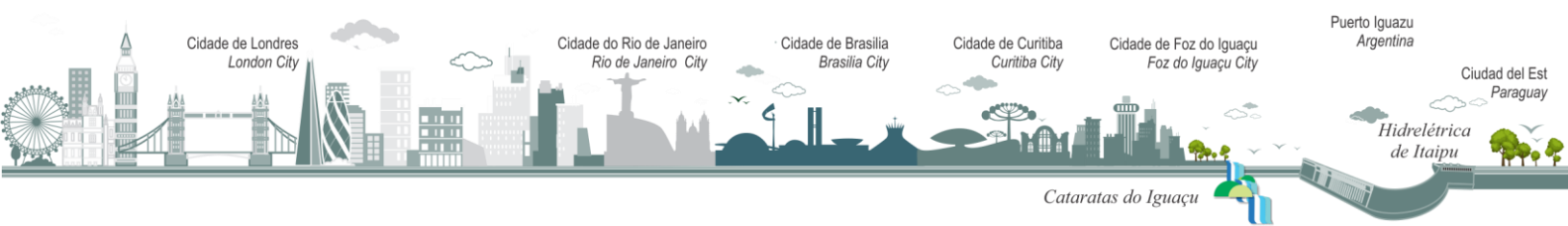
Por meio do estudo realizado na área do antigo lixão de Foz do Iguaçu, denominado Arroio Dourado, concluiu-se que o solo analisado é classificado como muito argiloso, sua composição granulométrica é composta de 13,70% de areia, 18,60% de silte e 67,70% de argila. Com a análise de concentração de metais pesados no solo, que permitiu avaliar como esses compostos poderão interagir no meio ambiente de acordo com as concentrações encontradas no solo amostrado. Foi possível verificar que Cromo estava fora dos valores máximos permitido na legislação brasileira, CONAMA nº 420/2009. Já em relação aos padrões internacionais os resultados para Chumbo, Cromo e Níquel apresentaram concentrações acima dos valores de orientação Europeus, enquanto a concentração de cromo encontrada ultrapassa os valores de orientação para países como China e EUA.





## REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Abrelpe, 2019. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 27 nov. 2020.
- ANTÔNIO, A. **Propriedades de solo II – Textura, cor e porosidade**. E-tec Brasil. Disponível em: [http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/586/Aula\\_03.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/586/Aula_03.pdf?sequence=3&isAllowed=y) Acesso em: 27 nov. 2020.
- ARAÚJO, J.; FILHO, J. Identificação de fontes poluidoras de metais pesados nos solos da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró/RN, na área urbana de Mossoró-RN. **Revista Verde**, Mossoró, v.5 n.2, p. 80-94, abr./jun. 2010.
- BALESTRA, C.; LORENCE, A. **Identificação da pluma de gás metano no subsolo do lixão arroio dourado – estudo de caso**. Foz do Iguaçu: CONTECC, 2016.
- BOEIRA, L.; DOMINGOS, D. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS**, Florianópolis, vol. 4, n. 3. Set./Dez. 2015.
- BORGES, M. **Determinação de Cd, Cu e Zn em latossolo vermelho submetido a diferentes sistemas na região dos Chapadões-MS**. UFMS, 2014. Disponível em: [https://ppgagronomiapcs.ufms.br/files/2018/01/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Monica-Cristina-Rezende-Zuffo-Borges.pdf](https://ppgagronomiapcs.ufms.br/files/2018/01/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Monica-Cristina-Rezende-Zuffo-Borges.pdf). Acesso em: 27 nov. 2020.
- BRASIL, Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 27 nov. 2020.
- BRASIL, Resolução CONAMA Nº 420, de 28 de dezembro de 2009. **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas**. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em 28 nov. 2020.
- DIAS, N.; ALLEONI, L.; CASAGRANDE, J.; CAMARGO, O. **Adsorção de cádmio em dois latossolos ácricos e um nitossolo**. RBCS, 2001. Disponível em: [https://www.rbcjournal.org/wp-content/uploads/articles\\_xml/0100-0683-rbcs-S0100-06832001000200006/0100-0683-rbcs-S0100-06832001000200006.pdf](https://www.rbcjournal.org/wp-content/uploads/articles_xml/0100-0683-rbcs-S0100-06832001000200006/0100-0683-rbcs-S0100-06832001000200006.pdf). Acesso em: 28 nov. 2020
- DUARTE, R; PASQUAL, A. **Avaliação do cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos**. Botucatu: FCA/USESP, 2000.
- FREITAS, T. **O cromo na indústria de curtumes de Mato Grosso do Sul, Brasil: Aspectos ecológicos**. Brasília: Faculdade de Ciências da Saúde: 2006. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2545>. Acesso em: 27 nov. 2020.
- FRIGO, J. **Educação Ambiental e Construção Civil: Práticas de Gestão de Resíduos em Foz do Iguaçu-PR**. Santa Maria: UFSM, 2011. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16230/TCCE\\_EA\\_EaD\\_2011\\_FRIGO\\_JULIANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16230/TCCE_EA_EaD_2011_FRIGO_JULIANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso: 27 nov. 2020.
- GANDOLLA, M.; FERREIRA, J.; MANNARINO, C. **Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Europeia**. Scielo, 2016.







Disponível em: [http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n2/1809-4457-esa-S1413\\_41522016146475.pdf](http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n2/1809-4457-esa-S1413_41522016146475.pdf).  
Acesso em: 27 nov. 2020.

HELENE, L.; MOREIRA, C. **Diagnóstico ambiental de solo contaminado por cromo de curtume em Motuca (SP) por métodos geofísicos**. UNESP, 2016. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139516/helene\\_lpi\\_me\\_rcla.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139516/helene_lpi_me_rcla.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acesso em 28 nov. 2020.

MAMEDES, I. Influência da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos sobre o solo: estudo de caso do lixão de Várzea Grande – MT. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis, v. 5, n. 2, p 327-336, out.2016/mar. 2017.

MARCHI, C. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 1, n. 2, p. 118-135, jul./dez. 2011.

MILHOME, L.; HOLANDA, B.; DE ARAÚJO NETO, R.; DO NASCIMENTO F. Diagnóstico a contaminação do solo por metais tóxicos provenientes de resíduos sólidos urbanos e a influência da matéria orgânica. **Revista Virtual de Química – RVq**, Iguatu, v. 10, n. 1, p 59-72, mar. 2018.

MONTANO, M.; JUNIOR, S.; SCHIFER, T. Aspectos toxicológicos do chumbo. **Infarma**, UNIJUÍ, v.17, n. 5/6, 2005.

NAVA, I. A. et al. Disponibilidade dos metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo no solo e tecido foliar da soja adubada com diferentes fontes de NPK+Zn. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, V. 35, n. 5, p. 884-892, set./out, 2011.

REICHERT, J.; REINERT, D. **Propriedades física do solo**. Santa maria: UFSM, 2006. Disponível em: <https://sites.google.com/site/rodrigojsj/propriedadesfisicas.pdf> Acesso em. 28 nov. 2020.

ROCHA, F. **Cádmio, Chumbo, Mercúrio – A problemática destes metais pesados na Saúde Pública?** Porto: FENAUP, 2009. Disponível em:

[https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54676/4/127311\\_0925TCD25.pdf](https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54676/4/127311_0925TCD25.pdf). Acesso em: 28 nov. 2020.

SILVA, T. **Indicadores da qualidade de solo na avaliação da condição ambiental de área de lixão desativado em ouro fino – MG**. Itajubá: INIFEI, 2019. Disponível em: [https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1934/dissertacao\\_2019053.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1934/dissertacao_2019053.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acesso em: 28 nov. 2020.

TÓTH, G.; HERMANN, T.; DA SILMA, M. R.; MONTANARELLA, L. Heavy metals in agricultura soils of the European Union with implications for food safety. **Environment International**, v. 88, p. 299-309, 2016.

VARDHAN, K.; KUMAR, P.; PANDA, R. A review on heavy metal pollution, toxicity and remedial measures: current trends and future perspectives. **Journal of Molecular Liquids**, v. 290, set. 2019.

