



**Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Ciências Integradas do Pontal
Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal**

LUCAS BERNARDO PEREIRA

**OCUPAÇÃO DO RELEVO E FATORES DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR
METAIS PESADOS.**

Uma análise do Cemitério São José na cidade de Ituiutaba - MG

Ituiutaba (MG) – 2018

**Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Ciências Integradas do Pontal
Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal**

LUCAS BERNARDO PEREIRA

**OCUPAÇÃO DO RELEVO E FATORES DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR
METAIS PESADOS.**

Uma análise do Cemitério São José na cidade de Ituiutaba - MG

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (PPGEP), como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre.

Linha de Pesquisa: Dinâmicas Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa

Ituiutaba
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

P436o
2018 Pereira, Lucas Bernardo, 1988-
 Ocupação do relevo e fatores de contaminação do solo por metais
 pesados [recurso eletrônico] : uma análise do Cemitério São José na
 cidade de Ituiutaba - MG / Lucas Bernardo Pereira. - 2018.

Orientador: Rildo Aparecido Costa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.906>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Geografia. 2. Relevo (Geografia). 3. Cemitério São José -
Ituiutaba (MG) - Aspectos ambientais. 4. Metais pesados -
Contaminação. I. Costa, Rildo Aparecido, 1971-, (Orient.) II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em
Geografia do Pontal. III. Título.

CDU: 910.1

Gloria Aparecida - CRB-6/2047

**Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Ciências Integradas do Pontal
Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal**

LUCAS BERNARDO PEREIRA

**OCUPAÇÃO DO RELEVO E FATORES DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR
METAIS PESADOS.**

Uma análise do Cemitério São José na cidade de Ituiutaba - MG

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa (Orientador)
Universidade Federal de Uberlândia - FACIP

Prof. Dr. Paulo Cezar Mendes (Membro)
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Prof. Dr. Max Whendell de Paula Lima (Membro)
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG

Data: ____/____/____

Resultado: _____

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 09 |
| Objetivos..... | 12 |
| Procedimentos metodológicos..... | 13 |
| Apresentação dos capítulos | 24 |
| CAPÍTULO 1. RELAÇÃO HOMEM-NATUREZA, OCUPAÇÃO DO RELEVO E A IMPLANTAÇÃO DE CEMITÉRIOS | 26 |
| 1.1. A relação homem-natureza sob a perspectiva Geográfica..... | 26 |
| 1.2. A importância do relevo para implantação de cemitérios..... | 30 |
| 1.3. Uso e ocupação do solo..... | 33 |
| 1.4. Sepultamentos e Histórico de uso dos cemitérios..... | 39 |
| 1.5. Cemitérios Brasileiros | 45 |
| CAPÍTULO 2. CARACTERIZAÇÃO DO CEMITÉRIO SÃO JOSÉ: ANÁLISE PARA QUALIDADE AMBIENTAL | 47 |
| 2.1. O Cemitério São José – Ituiutaba-MG..... | 47 |
| 2.2. Perfil Topográfico do Cemitério..... | 58 |
| CAPÍTULO 3. OS IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS EM ÁREAS DE CEMITÉRIOS | 60 |
| 3.1. Impactos ambientais urbanos em áreas de cemitérios | 60 |
| 3.2. A textura do solo..... | 63 |
| 3.3. Parâmetros químicos do solo | 65 |
| 3.3.1. Valores de Bário no Solo | 69 |
| 3.3.2. Valores de Cobre no Solo | 72 |
| 3.3.3. Valores de Zinco no Solo | 77 |
| 3.3.4. Valores de Cromo no Solo | 81 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 84 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 86 |

Agradecimentos

Tenho que agradecer sempre a meu amado e querido pai, Rubens Pereira da Silva. Tudo que eu possa escrever nunca será o suficiente. Foram mais dois anos de ensinamentos, exemplos e conselhos que contribuíram diretamente para minha formação humana. Nem só de ciência o homem viverá. É uma vida quase longa de uma convivência digna das melhores de todas as vidas que eu tenha para viver. Obrigado, pai.

A família é o bastião que sustenta qualquer indivíduo e a reserva dos males do mundo. Só resta a mim ser imensamente grato pela família que tenho. As reuniões em mesas externas ou no salão da Rua 42 foram de grande ajuda para intervir beneficentemente sobre minha saúde mental neste período. Obrigado pelo coração e pelo espaço, tia Edma.

Aos amigos que como nunca antes visto souberam me suportar durante estes dois anos de reclamações, sofrimentos e amarguras, mas também muito aprendizado e sobretudo o deleite da cevada. Em especial aos amigos Lucas Alves, Marcos Flávio, Húrbio Rodrigues, Jessica Oliveira, Franciele Amaral, Fernando Severino, Teodora Oliveira, Lázaro Rufino, Orlando Tomaz e Zé Maria. Com certeza, os dias ao lado de vocês se tornaram mais leves. Obrigado pelos lanches na faculdade, pelas mesas de bar, pelos conselhos dados e principalmente pela paciência desprendida nos dias difíceis. É saudável ao homem ter poucos amigos, porém muitas histórias.

Meu orientador, Rildo Aparecido Costa, pela amizade, pela confiança em encarar este trabalho acreditando em meu potencial, pelas horas acompanhando meus campos e ajudando a colocar em prática o que eu idealizei. Afinal, não é fácil retirar umas amostras com trado. Para além de todo o conhecimento repassado, o valor é inestimável e me servirá para prosseguir na pesquisa.

Ao curso de Geografia da FACIP/UFU, pois muito da minha construção humana devo a esta disciplina e totalmente à minha formação geográfica. Obrigado a todos os professores que estiveram presentes em minha extensa trajetória iniciada lá em 2011. Agradeço também a todo pessoal do Labclima, que me brindou sempre com boas conversas, café e paciência.

Não poderia deixar de agradecer, como sempre, ao Bar duas Pistas, na figura ilustre e carismática do seu dono Amilton “Galego”. Com toda certeza foi palco de boas conversas e crucial para manutenção da saúde mental durante este período.

É digno também lembrar dos amigos que mesmo estando longe merecem menção por isso. Josy Dayane, obrigado por ser uma nova amizade surpreendente e também pelos bons papos e discussões geográficas que perfizeram horas de nossa vida acadêmica e boêmia.

Obrigado, inestimavelmente, Sheyla Birro, sua intervenção junto ao laboratório permitiu que este trabalho pudesse ser realizado, sem contar as boas conversas e risadas. Não se preocupe, ainda bem o lembro que estou em dívida.

Aos professores Antonio de Oliveira e Hélio Carlos, pelos ensinamentos do mundo geográfico, que para além da sala de aula se estenderam às mesas de bar muitas vezes em calorosas discussões que muito me acrescentaram para trilhar o caminho profissional.

A minha alma amiga, com certeza companheira há muitas vidas, Vanessa de Lima da Costa, mesmo estando distante a paz e mansidão que você me transmite é transcendental, nunca será o suficiente em agradecimento, mas me transborda no sentimento que guardo na alma por você.

Enfim quero agradecer a todos com quem pude trocar alguma vivência durante estes últimos dois anos. Aos que esqueci espero ter desculpas aceitas, porém se esqueci do nome não me esqueço da marca que carregarei em todos os meus dias. Obrigado!

“Alamedas sombreadas, ladeadas de árvores sempre verdes, de flores de toda espécie, de pássaros ruidosos, gorjeantes e saltitando de galho em galho, a fossa comum onde estão jogados os deserdados da sorte ou os pomposos tímulos edificadas a preços elevados para dar ao visitante o último espetáculo do luxo mesmo após a morte, tudo isto oferece uma mistura singular. Os ricos e os poderosos parecem ter escolhido o último campo de batalha para suas lutas onde são igualmente impotentes.” (Charles Langlois. Historiador francês, 1899).

OCUPAÇÃO DO RELEVO E FATORES DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR METAIS PESADOS.

Uma análise do Cemitério São José na cidade de Ituiutaba - MG

RESUMO: Este trabalho apresenta uma análise sobre a ocupação do relevo e a contaminação do solo no cemitério São José na cidade de Ituiutaba – MG. Por meio da geografia pode-se fazer uma análise química do elemento solo para determinação dos valores de metais pesados e análise física para saber a sua textura. Por meio da geografia pode-se fazer uma análise do elemento solo, sendo feita sua análise química para determinação dos valores de metais pesados e análise física para saber a sua textura. Uma nova metodologia é proposta para classificar os solos deste tipo de ocupação. No capítulo um é abordada a relação homem-natureza, bem como a ocupação do relevo para implantação e uso dos cemitérios, passando por esta relação a escolha do compartimento de relevo adequado, o uso e ocupação do solo voltado para estas áreas. Também trata do histórico de sepultamentos e do uso dos cemitérios e de uma abordagem geral dos cemitérios brasileiros. O capítulo dois faz uma caracterização da área de estudo onde é feita a comparação das condições encontradas com relação às normativas do CONAMA, apresentando os casos encontrados na atual condição em que cemitério se encontra. O capítulo final trás os resultados da pesquisa, começando pela relação dos impactos ambientais urbanos em áreas de cemitérios. Ao passo final são apresentadas as análises do solo, que são o tema central da pesquisa. São apresentados a textura e os parâmetros químicos para os valores de metais pesados – Ba, Cu, Zn e Cr - encontrados, destacando os impactos causados ao solo e à saúde humana por meio de mapas que demonstram a distribuição das amostras e seus valores e os gráficos que comparam estes valores aos permitidos pelas legislações nacional e estadual.

PALAVRAS-CHAVES: Cemitério; Relevo; Solo; Metais Pesados

OCUPAÇÃO DO RELEVO E FATORES DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR METAIS PESADOS.

Uma análise do Cemitério São José na cidade de Ituiutaba - MG

ABSTRACT: This work presents an analysis of soil occupation and soil contamination in the São José cemetery in the city of Ituiutaba - MG. By means of the geography one can make an analysis of the soil element, being made its chemical analysis to determine the values of heavy metals and physical analysis to know its texture. A new methodology is proposed to classify the soils of this type of occupation. In chapter one, the relation between man and nature is discussed, as well as the occupation of relief for the implantation and use of the cemeteries. This relationship is the choice of the appropriate relief compartment, the use and occupation of the soil directed to these areas. It also deals with the history of burials and the use of cemeteries and a general approach to Brazilian cemeteries. Chapter two makes a characterization of the study area where it is the comparison of the conditions found in relation to the CONAMA regulations, presenting the cases found in the current condition in which the cemetery is located. The final chapter brings the results of the research, starting with the relation of the urban environmental impacts in graveyard areas. The final step is the analysis of the soil that is the central theme of the research. The texture and chemical parameters for the heavy metals values - Ba, Cu, Zn and Cr - are presented, discussing the impacts caused to the soil and to human health through maps showing the distribution of the samples and their values and graphs compare these values to those permitted by both national and state legislation.

KEYWORDS: Cemetery; Relief; Soil; Heavy Metals

INTRODUÇÃO

A contaminação dos solos é um tema bastante discutido principalmente no meio rural, onde o processo acontece muitas vezes devido ao uso de fertilizantes e agrotóxicos advindos da produção agrícola. O solo não tem apenas uso agrícola. Nas cidades não é tratado como recurso natural e sofre impactos devido ao mau uso. Nas cidades a ocupação do solo é feita sem qualquer estudo prévio do mesmo, o que é o caso da maioria das construções, como por exemplo as residências e prédios comerciais. O cuidado está muito mais ligado à construção do que à conservação.

Grande parte das atividades praticadas pelo homem e instalações diversas ocorre na cidade, como os aterros sanitários e as indústrias de grande porte. Estes agentes já estão bem destacados quando se trata de contaminação. Mas um equipamento urbano muitas vezes esquecido e que está diretamente relacionado ao assunto são as áreas de cemitério. Por se tratar de um local onde estão envolvidos sentimentos e crenças, é difícil associá-lo a algum mal que este venha a causar para o ambiente.

Existem casos de cemitérios implantados em áreas de vertentes com declividade acentuada, onde é possível identificar o afloramento da água, estando estas áreas sujeitas à contaminação tanto do nível freático quanto do próprio solo.

A contaminação se dá através da decomposição do corpo humano, que produz um líquido chamado necrochorume (semelhante ao chorume do lixo doméstico), mas que está carregado de toxinas provenientes da putrefação e de metais pesados oriundos da química carregada pelos corpos no processo de embalsamento e pelos adornos funerários.

Estas áreas se tornam muito vulneráveis em períodos de chuva intensa e contínua, pois o nível freático é elevado e a tendência da água é carrear esta contaminação através dos poros presentes no solo, podendo atingir também as águas subterrâneas.

Por isto esta questão não pode ser deixada de lado. Todo uso pelo qual o homem se apropria da natureza deve ser estudado e esclarecido à sociedade, principalmente quando este pode gerar impactos, como é o caso da contaminação causada pelos cemitérios. A referida questão merece uma discussão cada vez mais aberta e esclarecedora dos fatos, que envolva a escolha adequada de áreas para implantação de cemitérios, evitando impactos ambientais urbanos, já que estamos lidando diretamente com o solo, um recurso essencial para a vida em nosso planeta.

Solo é a parte externa da crosta terrestre emersa, isto é, a epiderme da litosfera que sofreu processos de edafização. É no solo que a vegetação implanta suas raízes. É do solo que o tomem tira o sustento para a sua sobrevivência. Podemos afirmar que, assegurando vida útil ao solo, estamos lutando pela nossa própria subsistência. (GUERRA, 1976, p. 49).

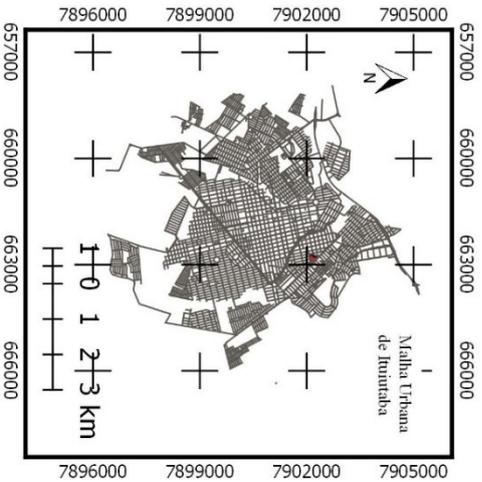
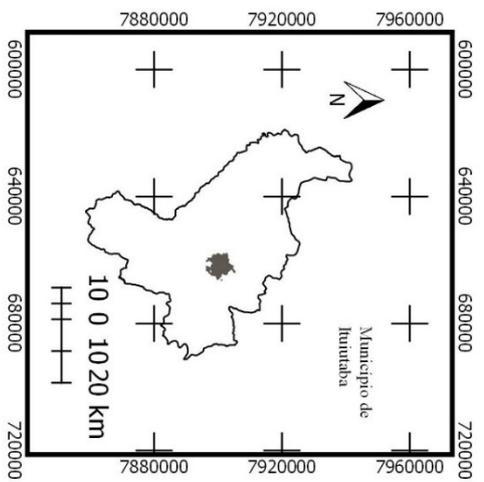
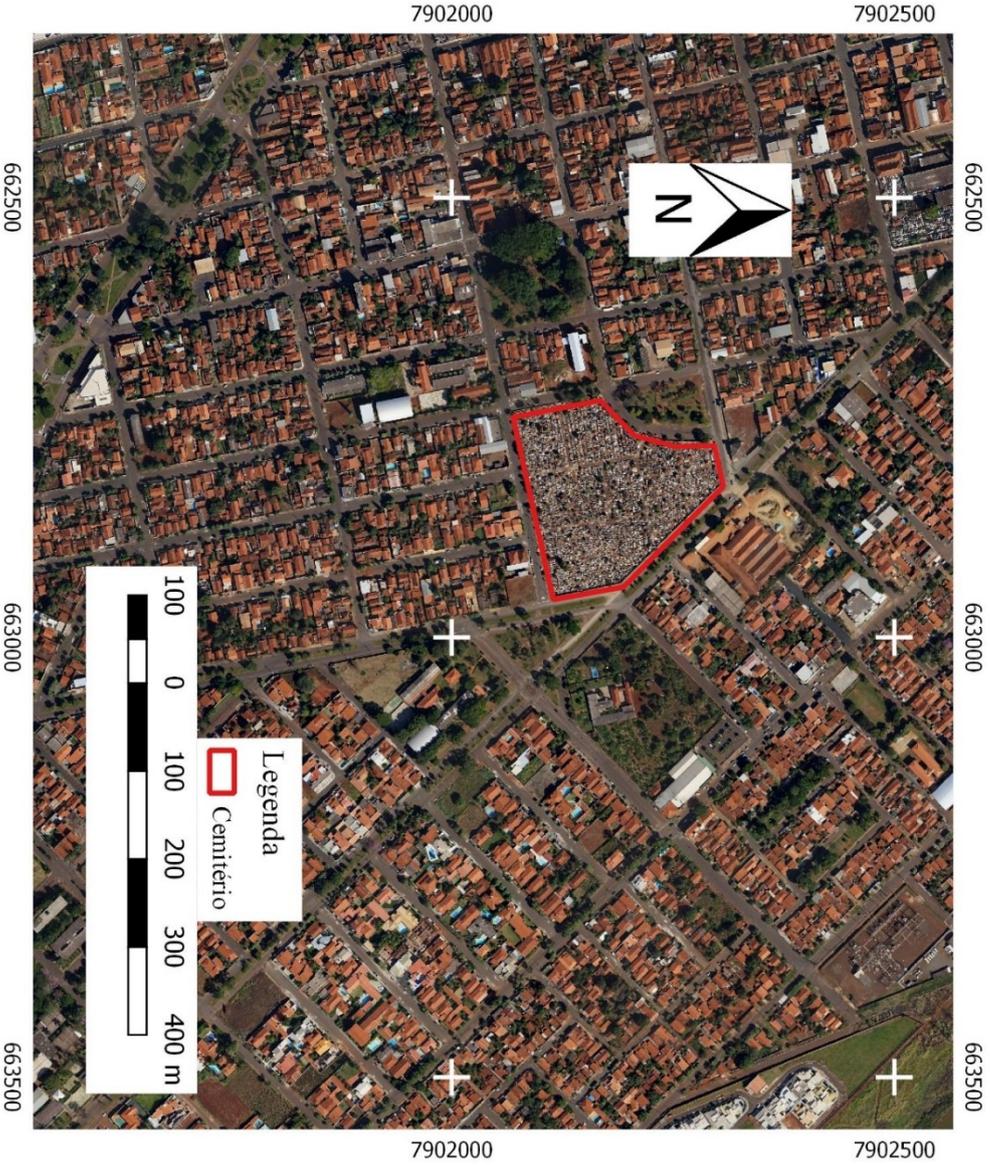
Ou seja, é necessário que o solo seja tratado também como recurso e não simplesmente uma superfície de uso ou cultivo. Sua conservação está diretamente ligada à qualidade de vida da espécie humana e das demais espécies. Assim, o com o solo localizado em áreas de cemitérios não pode ser diferente. Apesar de não ser utilizados para cultivo sua sanidade deve ser preservada para o aproveitamento a longo prazo. Trata-se de uma questão de planejamento e muitas cidades já sofrem com a inutilização definitiva das áreas de sepultamento devido ao mau uso dos locais destinados a esta prática.

Apesar do ato de sepultamento dos corpos estar inserido há milhares de anos em diversas culturas, é preciso que haja certa preocupação e cuidados, devendo-se respeitar a profundidade do nível freático porque a legislação propõe uma distância de no mínimo 1,5m entre a maior profundidade da sepultura e o nível da água além da impermeabilização do terreno para que os caixões não sejam depositados diretamente no solo. A escolha de um compartimento geomorfológico adequado deve ser rigorosamente detalhada já que não é qualquer tipo de relevo ou solo que permite a implantação destas áreas. A legislação proíbe que tal ocorra em ambientes cársticos (CONAMA, 2003), por exemplo.

No Brasil, 75% dos cemitérios apresentam problemas de ordem sanitária (SILVA, 2010). De acordo com o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) de três de abril de 2003, os cemitérios tanto verticais quanto horizontais deverão estar de acordo com a Resolução 335, a partir da data de sua publicação. E os órgãos estaduais e municipais tiveram prazo até dezembro de 2010 para adequação dos cemitérios já existentes.

Em Ituiutaba, por exemplo, o cemitério municipal São José (Mapa 1), fica localizado no perímetro urbano, próximo ao centro da cidade e cerca de 600m de distância de um curso d'água (Córrego São José). Neste, entretanto, não existe captação de água para

Localização do Cemitério São José na malha urbana do município de Ituiutaba - MG



Sistemas de Coordenadas
Geográficas
SIRGAS 2000/UTM 22S
Fonte: Google Earth PRO; IBGE
Data: 17/06/2017
Autor: PEREIRA, L.B.

Mapa 1: Localização do Cemitério São José. (Ituiutaba –MG)

servir a população, inexistindo o risco da mesma estar em contato com esta contaminação através da água. O cemitério fica localizado no topo da vertente, sobre o interflúvio.

O cemitério começou a ser utilizado no ano de 1920, quando estudos não eram exigidos. Procedimentos como mapeamento da área, análise química do solo e grau de declividade não foram realizados. Ressalte-se que para esse tipo de ocupação devem ser utilizadas áreas afastadas do perímetro urbano, em formas de relevo suave, onde predominam solos profundos e que não sejam muito permeáveis, para que se possam evitar impactos ambientais decorrentes da contaminação pelo necrochorume.

O estudo da área tem como foco principal descrever justamente as condições físicas do terreno, e os metais pesados presentes no solo –elementos centrais da pesquisa– também identificar se as atividades estão em consonância com a legislação vigente. Para que isto seja alcançado foram feitas análises químicas em amostras de solo coletadas na área do cemitério. Além de mapas de zoneamento da contaminação embasados pelos resultados das análises, bem como a caracterização da área.

A título de exemplo, em São Paulo, o cemitério Vila Nova Cachoeirinha é um dos maiores descasos com a temática da contaminação, onde o necrochorume escorre a céu aberto, colocando em risco a saúde da população e dos funcionários do cemitério, que desconhecem a magnitude da problemática, em consequência das más condições sanitárias de higiene para sepultamento e exumação.

OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa foi **identificar fatores decorrentes das atividades de ocupação do relevo inerentes ao uso do cemitério como potenciais agentes de contaminação do solo.**

Assim, para que o objetivo geral fosse alcançado, elegeram-se quatro objetivos específicos:

- 1- *Realizar o levantamento e revisão bibliográfica* para discutir alguns conceitos que serão utilizados na pesquisa, além de averiguar se o cemitério está de acordo com as resoluções do CONAMA, que regem o uso neste tipo de área;
- 2- *Identificar e caracterizar o relevo decorrentes da área onde foi implantado o cemitério da cidade de Ituiutaba- MG;*
- 3- *Analisar a química do solo* do cemitério, para identificação da presença de metais pesados

4- *Identificar a textura do solo do cemitério e relacioná-la com permeabilidade e capacidade de contaminação que o mesmo possa oferecer.*

METODOLOGIA:

Em relação aos procedimentos metodológicos, foi realizada a análise sistêmica com base no conceito de geossistemas da geografia. Apesar de não terem sido abordados todos os elementos que compõem um geossistema, este tipo de metodologia é satisfatório para integrar o estudo, já que contempla também a análise do solo como elemento da paisagem.

Antes os estudos em geografia física consideravam o termo “Região Natural” para relacionar uma natureza intocada pelo homem, termo este que não pode ser relevante nos dias atuais (TROPPEMAIR; GALINA). Estudos estes que em sua grande maioria estavam ligados à análise da paisagem:

O embasamento dos estudos sobre a paisagem estavam antes dos “geossistemas” muito fortemente arraigados na escola alemã (*Landschaft*), que neste dado momento histórico designava de análises “geoecológicas” ou, mesmo recebendo o nome de “ecologia da paisagem” (*Landschaftsökologie*). (MONTEIRO, 2001, p. 19).

O autor esclarece as tendências teóricas nos estudos da paisagem, onde não somente a escola alemã, mas também a anglo-americana e francesa tiveram relevante importância na emergência e consolidação do que depois viria a se tornar os geossistemas, e naquele momento histórico estava muito relacionado a este estudo da paisagem (MONTEIRO, 2001).

A este estudo da paisagem acrescentou-se a necessidade de abordar novos caracteres aos estudos geográficos, que fossem capazes de sintetizar o natural e o humano, surgiu então o geossistema, que:

Trata-se, portanto, de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. É nesta escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo. (BERTRAND; BERTRAND, 2007, p. 18).

Para o autor o geossistema deve acompanhar a noção de escalas, assim o mesmo pode compreender desde a dinâmica dos grandes biomas mundiais, como elementos da

paisagem contidos neste, como por exemplo as vertentes e cursos d'água. Estes elementos podem ser compreendidos como subsistemas dentro de uma escala maior, e podem ser compreendidos a partir da:

[...] a unidade básica do sistema. O problema da escala é importante quando se quer caracterizar os elementos de determinado sistema. Um rio é um elemento no sistema hidrográfico, mas pode ser concebido como sistema em si mesmo; a vertente é elemento no sistema da bacia de drenagem, mas pode ser sistema em si mesma; um carro é elemento no sistema trânsito, mas pode representar um sistema completo em sua unidade. Conforme a escala que se deseja analisar, deve-se ter em vista que cada sistema passa a ser um subsistema (ou elemento) quando se procura analisar o fenômeno em escala maior. (CHRISTOFOLETTI, 2011, p. 2).

Nesta afirmativa o autor deixa nítida a preocupação que deve haver com a escala, o que podemos conceber como a mensuração ou definição da área de estudo. Estes elementos definidos em menor escala são a base do sistema para compreensão dos fenômenos em maior escala. E dentro desta trajetória de escalas para análise embasada pelo geossistema ainda podemos considerar que:

Nos níveis superiores a ele só o relevo e o clima importam e, acessoriamente, as grandes massas vegetais. Nos níveis inferiores, os elementos biogeográficos são capazes de mascarar as combinações de conjunto. Enfim, o geossistema constitui uma boa base para os estudos de organização do espaço porque ele é compatível com a escala humana. (BERTRAND; BERTRAND, 2007, p. 18).

Logo podemos concluir que o geossistema está ligado a uma escala de grandeza na qual o homem não pode interferir significativamente em sua dinâmica, ou seja, não é capaz de alterar, por exemplos, o embasamento rochoso e a quantidade de chuva (BERTRAND; BERTRAND, 2007), mas cabe à geografia a adaptação nos níveis de escala até chegar à dimensão da capacidade da escala de ação do homem, como por exemplo a contaminação do solo. Outros autores reforçam esta ideia quando afirmam que:

[...] o Geossistema é um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem. Pela ação antrópica poderão ocorrer pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém estas serão perceptíveis apenas em micro-escala e nunca com tal intensidade que o Geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenado a desaparecer. (TROPPEMAYER; GALINA, 2006, p. 81).

Compreende-se então que a análise sistêmica pode ser aplicada em estudos de estruturas menores contidas na paisagem onde se encaixam também os cemitérios. Entretanto estas devem ser consideradas sistemas menores ou subsistemas, onde então se caracteriza o cenário de ações humanas.

Neste nível o homem pode interferir minimamente nos fatores naturais, se comparado à escala do geossistema. Contudo, se comparado à escala social, os efeitos são sentidos com maior intensidade tendo em vista que estas ações vão se refletir na sociedade, afetando as populações humanas, sejam estas residentes no espaço rural ou urbano. As respostas da natureza perante as ações humanas tornam-se então mais perceptíveis numa escala de tempo menor.

?!Acaba ocupando as vertentes e fundos de vale, e nestas estruturas estará susceptível à dinâmicas naturais inerentes ao sistema, como por exemplo a ocupação e impermeabilização das vertentes é capaz de favorecer a inundação e ocorrência de enchentes nos cursos d'água, porém isto é natural ao elemento contido no sistema, a presença do homem apenas atenua estes efeitos sentidos por ele próprio, pouco alterando as dinâmicas que ocorrem em escala maior configuradas pelo geossistema.

Nos sistemas terrestres, tanto a matéria quando a energia são armazenadas e recuperadas, e a energia é transformada de um tipo para outro (lembre-se: *matéria* é a massa que assume uma forma física e ocupa o espaço; *energia* é a capacidade de alterar o movimento ou de realizar algum trabalho sobre a matéria). (CHRISTOPHERSON, 2012, p. 5).

Desta forma o homem e o sistema estão integrados a partir do momento em que os dois podem exercer energia sobre a matéria, de um lado existem as dinâmicas naturais inerentes a qualquer paisagem, no relevo podemos considerar a lapidação e o carreamento de sedimentos, já no clima temos a influência da radiação solar (que independe da ação humana). O homem aplica energia sobre a matéria principalmente acelerando processos sobre o relevo, que vão refletir também em implicações para o solo.

Para embasar os estudos sobre geossistema existem também classificações das estruturas que o perfazem –geofácies e geótopos– e tipos de sistemas –abertos e fechados– que conceituam o comportamento de energia e matéria dentro de cada escala:

No interior de um mesmo geossistema, o geofácies corresponde então a um setor fisionomicamente homogêneo onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do geossistema. Em relação à superfície coberta, algumas centenas de Km² em média [...]. O geofácies representa assim uma pequena malha na cadeia das paisagens que se

sucedem no tempo e no espaço no interior de um mesmo geossistema. (BERTRAND; BERTRAND; 2007, p. 20).

Compreende-se que os geofácies são recortes espaciais com as mesmas características independentemente de aí características do relevo, mas cabe também refletir se estes recortes lidarão com um mesmo uso da terra por parte do homem. Classificados estes usos é possível traçar um perfil de ações e elementos a serem estudados nos cemitérios.

Existe ainda uma escala menor dentro do geossistema concebida como geótopo, que seria a menor das estruturas de análise, para tal concepção primeiramente surge o conceito de biocenose que pode ser compreendido como:

A biocenose é “um agrupamento de seres vivos, correspondendo, pela composição e pelo número das espécies e dos indivíduos a certas condições médias no meio, agrupamento de organismos ligados por uma dependência recíproca que se mantém por reprodução de maneira permanente”. (ANGELIER *apud* BERTRAND; BERTRAND 2007, p. 10).

Esta concepção é trazida da escala maior que qualifica a ideia de biomas, por se tratarem de massas vegetais com certa homogeneidade animal e vegetal, exemplo disto são as florestas tropicais e as savanas, que também contam com um equilíbrio climático dentro da sua abrangência (BERTRAND; BERTRAND, 2007). Então é possível adaptar esta concepção para o estudo dos cemitérios, já que podem ser considerados áreas menores onde se lida com o mesmo tipo de solo e padrões erosivos então podem ser definidos como geótopos, à medida que:

[...] uma cabeceira de nascente, um fundo de vale que o sol nunca atinge, uma face montanhosa, constituem igualmente biótipos cujas condições ecológicas são muitas vezes muito diferentes das do geossistema e do geofácies dentro das quais eles se acham. É o refúgio de biocenose originais, às vezes relictuais ou endêmicas. Este complexo biótico-biocenose, bem conhecido dos biogeógrafos, corresponde ao geótopo, isto é, a menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno[...]. (BERTRAND; BERTRAND, 2007 p. 20, 21).

De acordo com o autor o geótopo pode ser entendido como a menor escala de análise em um recorte territorial, um curso d'água, uma vertente, um afloramento rochoso. Estes locais tendem a dividir uma dinâmica biológica dentro de uma área

homogênea e que mesmo pode retratar um ambiente passado, ou mesmo recorrente em apenas uma dada área da superfície do globo. Sendo assim os geótopos fogem à classificação dentro da escala superior dos biomas, pois dentro de um bioma vão existir vários geótopos.

Mesmo sem perceber a geografia física na atualidade pende seus estudos em favor destas unidades, pois são cada vez mais numerosos os estudos de caso que dão preferência a recortes menores de escala, em favor do detalhamento das pesquisas.

Existem ainda dentro da classificação dos sistemas os que podem ser concebidos como sistemas abertos ou fechados, concepção esta essencial para compreender-se a relação matéria/energia dentro do geossistema:

Os sistemas da natureza geralmente não são autocontidos: entradas de fluxo de energia e matéria no sistema, e saídas de fluxo de energia e matéria do sistema. Esse sistema é chamado de sistema aberto. Em um sistema as partes funcionam de maneira inter-relacionada, agindo juntas de forma a dar a cada sistema sua característica. A Terra é um sistema aberto em termos de energia, pois a energia solar entra livremente e a energia térmica sai, voltando para o espaço. (CHRISTOPHERSON, 2012, p. 5).

Vemos que a energia é que dá fluidez aos sistemas. No exemplo do nosso planeta esta energia é fornecida pelo sol, na forma de radiação, ao entrar em contato com a atmosfera esta energia toma outras formas, deixa de ser apenas calor e transforma-se também em movimento, afetando diretamente a dinâmica das águas oceânicas. Nosso planeta faz sua parte no sistema aberto quando reflete esta radiação para o espaço, ou seja, existe entrada e saída de energia na matéria. A Terra tem também uma relação de distribuição que parte do núcleo para a superfície, à medida que os fluídos do manto interferem nos movimentos tectônicos. (CHRISTOPHERSON, 2012, p. 5).

Nosso planeta pode ser entendido também como sistema fechado quando em quesitos de matéria:

Um sistema que é isolado do ambiente circundante de forma que seja autocontido é chamado de sistema fechado. Embora tais sistemas fechados raramente sejam encontrados na natureza, a Terra é basicamente um sistema fechado em termos de matéria física e recursos – ar, água e recursos materiais. (CHRISTOPHERSON, 2012, p. 5).

Quando se trata de um sistema isolado nosso planeta é avaliado a partir dos recursos que existem na atmosfera e na crosta, visto que estes materiais não estão sendo

perdidos para o espaço. Excetua-se casos dos gases leves e dos minúsculos meteoros que são destruídos no contato com a atmosfera. (CHRISTOPHERSON, 2012).

Este exemplo de sistema fechado em questão de matéria, nos faz refletir que nosso planeta lida também com a transformação e descarte desta matéria, o que traz à tona a reflexão sobre o melhor uso de recursos, a determinado ponto teremos que pensar em esforços como reaproveitamento e reciclagem como ações inevitáveis (CHRISTOPHERSON, 2012), à medida que o nosso planeta não tem um “sistema de descarte reserva” para dispensar tal matéria.

Foram propostos também os sistemas isolados, que dentro de algumas obras podem ser considerados também como fechados, porém existe menção quando:

Sistemas isolados são aqueles que, dadas as condições iniciais, não sofrem mais nenhuma perda nem recebem energia ou matéria do ambiente que os circundam. Dessa maneira, conhecendo-se a quantidade inicial de energia livre e as características da matéria, pode-se calcular exatamente o evoluir do sistema e qual o tempo que decorrerá até o seu final. (CHRISTOFOLETTI, 2011, p. 3).

A ideia do autor nos remete a um sistema em equilíbrio, que não é mais passível de transformações ou agente de modificações em seu entorno. É um sistema que não influencia mais ações dentro da escala geossistêmica. Entretanto A. Christofolletti (2011) classifica também sistemas não-isolados, os quais mantêm relações com os demais, e aí sim ele os classifica em abertos ou fechados, dá exemplo a nível global quando cita que:

O planeta Terra pode ser considerado como sistema não-isolado fechado, pois recebe energia solar e também a perde por meio da radiação para as camadas extra-atmosféricas, mas não recebe nem perde matéria de outros planetas ou astros, a não ser sem proporção insignificante, quase nula. (CHRISTOFOLETTI, 2011, p. 3).

Neste ponto os últimos dois autores citados dão a ideia de que nosso planeta é um sistema único e reservado estritamente ao uso da raça humana, mas lembrando que este fechamento sistêmico de ordem planetária se dá apenas em nível de matéria, logo conclui-se que as transformações desta matéria, aí refletida por nossos recursos, e seus consequentes efeitos ficarão a cargo exclusivo também do nosso planeta. As perdas de energia são em nível global insignificantes para afetar nossos sistemas, mas são consideravelmente importantes em sua entrada através da radiação solar, o que vimos antes é um fator regulador e independente da força de ação do homem.

Como outras propostas dentro dos estudos geográficos, a análise sistêmica também lida com a possibilidade de partir de estruturas maiores como os biomas e chegar até ao estudo dos cemitérios, por exemplo.

A capacidade do geossistema em contemplar as análises em geografia física está na integração proposta por elementos naturais –clima, vegetação, relevo e solo– com elementos antrópicos, mediando as relações entre eles para obtenção de melhores resultados.

É nesta integração que representa os caminhos e as trocas entre energia e matéria dentro de um sistema que se encontra a chave para interpretar a correlação entre estes elementos, todos sendo considerados como organismos vivos influenciando uns sobre os outros compondo um mesmo sistema que, integrado, será capaz de fornecer repostas que satisfaçam os estudos propostos pela geografia física.

O aprofundamento bibliográfico, por estes termos e conceitos, foi concebido a partir de livros, artigos, alguns trabalhos acadêmicos e sites relacionados. Materiais estes que sempre estiveram acunhados em base geográfica respeitando outros parâmetros, com foco direcionado a enriquecer os cabedais sobre o assunto a fim de elaborar artigos e discussões que possam ser voltadas à área da pesquisa.

Foi realizada uma entrevista com o responsável pela administração do cemitério, quando foi possível colher alguns dados históricos e de uso atual do cemitério. Foi identificado como acontece a rotina de sepultamentos e até em quais condições os funcionários exercem suas atividades.

Foram coletadas amostras de solos, por meio de trado, em diferentes profundidades distribuídas ao longo do perfil de declive do terreno, as quais foram encaminhadas para análises granulométrica e química, respectivamente. A retirada de amostra com o trado se dá através da perfuração do solo verticalmente. Assim é possível definir a granulometria do solo (Figura 1), contudo perde-se a estrutura não podendo definir os horizontes do mesmo.



Figura 1: Retirada de amostra com o trado. **Autor:** PEREIRA, L. B. (2017).

Os trabalhos de campo também buscaram caracterizar a área, pois assim é permitido analisar se o cemitério se enquadra na legislação vigente e se atende as normativas impostas. Para isto foram utilizadas as resoluções do CONAMA n^os 335/2003 e 368/2006, que regem a legislação dos cemitérios, que definem:

Para efeito desta Resolução serão adotadas as seguintes definições: I - cemitério: área destinada a sepultamentos; a) cemitério horizontal: é aquele localizado em área descoberta compreendendo os tradicionais e o do tipo parque ou jardim; b) cemitério parque ou jardim: é aquele predominantemente recoberto por jardins, isento de construções tumulares, e no qual as sepulturas são identificadas por uma lápide, ao nível do chão, e de pequenas dimensões; c) cemitério vertical: é um edifício de um ou mais pavimentos dotados de compartimentos destinados a sepultamentos; e d) cemitérios de animais: cemitérios destinados a sepultamentos de animais. II - sepultar ou inumar: é o ato de colocar pessoa falecida, membros amputados e restos mortais em local adequado. (CONAMA, 2003, p. 839).

A resolução define os locais que devem ser tratados como cemitérios e os tipos existentes para a legislação brasileira. No caso em questão, o cemitério São José em Ituiutaba se enquadra na primeira categoria, pode ser definido como um cemitério horizontal. Esta resolução serve de base para caracterização da área estudada, bem como para efeito de comparação em constatar se o cemitério atende as exigências necessárias. E também determina:

Os corpos sepultados poderão estar envoltos por mantas ou urnas constituídas de materiais biodegradáveis, não sendo recomendado o emprego de plásticos, tintas, vernizes, metais pesados ou qualquer material nocivo ao meio ambiente. Parágrafo único. Fica vedado o emprego de material impermeável que impeça a troca gasosa do corpo

sepultado com o meio que o envolve, exceto nos casos específicos previstos na legislação. (CONAMA, 2003, p. 842).

Com base neste trecho da resolução observa-se que no cemitério há sepulturas em mau estado de conservação (Figura 2), e mesmo a construção das mesmas —muitas vezes conta com metais pesados em sua constituição— também presentes nos adornos funerários, que com o decorrer do tempo e o desgaste natural liberam estes elementos no solo.



Figura 2: Vista de sepulturas em mau estado de conservação. **Autor:** PEREIRA, L. B. (2017).

A metodologia consiste também em criar mapas de cada elemento analisado — Ba, Cu, Zn e Cr— a partir das coletas de solo realizadas no cemitério e criar pontos de valores para cada elemento. Desta forma é possível setorizar zonas de contaminação de acordo com os parâmetros obtidos após análise química. Sendo assim estes pontos receberão nomes conceituados de acordo com o seu nível de contaminação. Estes pontos serão:

1. **Orgânicos:** Para os pontos com menores níveis de contaminação por metais pesados, um setor ainda capaz de ser operado dentro das condições de funcionamento do cemitério. E que também respeite os valores estabelecidos pela

resolução nº 420/2013 do CONAMA e a legislação estadual redigida pela FEAM – MG.

Aos pontos orgânicos pode-se entender que sejam locais onde o solo não se encontre em condições inutilizáveis para qualquer sepultamento, mesmo sendo os metais pesados presentes em níveis normais à estrutura natural dos solos. Sua presença se justifica também por intermédio de:

Estes metais pesados encontrados nos sedimentos são provenientes de duas fontes: as naturais, rochas magmáticas, basaltos e gabros e artificiais, como indústrias químicas e pigmentos, indústrias têxteis, tijolos e revestimentos, além de curtumes e esgotamento sanitário. (COSTA & ROSOLEN, 2012, p. 228).

Os cemitérios ainda não foram classificados em alguma categoria de uso, mas podem ser enquadrados em descarte de resíduos, por exemplo, semelhante às áreas utilizadas por aterros sanitários. Logo exige-se que sejam pontuadas as fontes destes metais e os seus valores para comparação.

- 2. Intermédios:** Para os pontos que apresentarem níveis próximos aos valores estabelecidos pela resolução nº 420/2013 do CONAMA, e que permite que este ainda possa receber sepultamentos comuns, mas que deva receber os devidos cuidados para que doravante a contaminação não se agrave.

Nestes pontos pode se considerar que a contaminação ainda não ultrapassou os níveis estabelecidos, contudo se torna uma área de risco e com o continuar das atividades sem o devido cuidado é fato que os contaminantes irão extrapolar os índices aceitáveis. Assim estes pontos podem ser considerados potenciais em contaminação pelos metais pesados.

- 3. Insalubre ou Infecto:** Para os pontos em que a contaminação apresente valores acima dos permitidos pela resolução nº 420/2013 do CONAMA e da FEAM - MG. Nestes pontos se recomenda que os sepultamentos não sejam mais realizados, a fim de não acentuar as condições dos pontos coletados.

A estes pontos caberá a porção mais problemática do terreno, onde o solo já está saturado por metais pesados, cabe a recomendação para não mais utilização destes pontos não apenas pela atenuação dos valores contaminantes, mas também pelo fato de que podem estes pontos estar disseminando a contaminação para áreas a jusante. Se

considerarmos que esta área se encontra na parte mais alta do terreno é certo que os contaminantes estejam sendo carreados para as partes mais baixas por meio da água que infiltra e percola no solo.

Apresentação do Estudo.

A dissertação foi dividida em três capítulos, para que assim o estudo possa ser compreendido satisfatoriamente em cada etapa de seu processo. Deixando claro como acontece a ocupação do homem no meio dando novos usos aos espaços e transformando a paisagem.

O capítulo primeiro, “Ocupação do Relevo para implantação de cemitérios”, trata da relação do homem com a natureza, pontuando os diferentes usos e as transformações que o mesmo exerce sobre esta, uso este que gera impactos em áreas de cemitérios. E trabalhando também as características geomorfológicas e pedológicas para a implantação dos cemitérios. Seguindo para o fechamento do capítulo são abordados em dois subitens um histórico dos sepultamentos desde a antiguidade e para finalizar uma visão sobre os cemitérios brasileiros.

No segundo capítulo é feita uma caracterização da área de estudo –Cemitério São José– onde, através de trabalhos de campo, foi possível identificar irregularidades no local, como também foi possível relacionar estas situações com a legislação vigente.

O último capítulo traz uma análise do solo –química e granulométrica– e trabalha estes resultados através dos dados obtidos relacionando o uso da área, e os impactos que a mesma pode causar em seu entorno. E através das características do solo foi possível relacioná-las e entender os porquês das diferenças que este apresenta em áreas de cemitério, também relacionando com os impactos causados pelo ato de sepultamento.

A área municipal de Ituiutaba (MG) se encontra inserida entre as coordenadas geográficas 49°52'W / 49°10'W e 18°36'S / 19°21'S (Figura 1), ocupando área de 2587 km² oeste da capital Belo Horizonte (696 km de distância).

Um histórico das dinâmicas econômicas pode ser traçado da seguinte maneira para cidade de Ituiutaba (MG): até a década de 70 do século XX com uma forte tendência para a agricultura, sobretudo a rizicultura; e o período posterior (declínio da produção de arroz) até a atualidade tendo aptidão para a prestação de serviços e comércio terciário que atendem a microrregião do município. Esta característica demonstra que somente a partir da década de 70 a população da cidade deixa de ser essencialmente rural para constituir importante centro urbano no pontal do Triângulo Mineiro, com estimativa de 103.333 habitantes em 2015, sendo a população urbana superior a 95% segundo o IBGE.

Sobre as características físico-geográficas: sua geomorfologia apresenta um domínio de chapadões e chapadas com relevo suavemente ondulado e vales pouco desenvolvidos (BACCARO, 1991); vegetação composta por Cerrado Strictu Sensu e

Cerradão; sobre influência dos sistemas intertropicais, possui estações bem definidas com temperatura média anual de 21°C, sendo classificada com Aw na Classificação Internacional de Koeppen. No que se refere aos aspectos geológicos Ituiutaba (MG) está situada na Bacia Sedimentar do Paraná, representada por rochas da Formação Bauru que afloram nos principais cursos d'água do município, e os arenitos do Grupo Bauru ocupam áreas superiores a 570m de altitude (sul e sudeste da área urbana), e sobre o basalto da Formação Serra Geral.

Capítulo 1

Relação Homem/Natureza, ocupação do relevo e a implantação dos cemitérios

Este referencial tem o intuito de compreender as relações do homem com a natureza para que seja possível chegar ao ponto chave da pesquisa que é o uso pelo qual faz do relevo para a implantação dos cemitérios. Para isso se dividiu esta discussão teórica em quatro pontos principais.

Primeiramente será discutida a relação do homem com a natureza, na perspectiva da apropriação e ocupação do relevo para fins de implantação de cemitérios e com isto averiguar os impactos negativos. Em seguida será abordada a importância do relevo para definição da área para implantação de cemitérios dando enfoque para os aspectos físicos sob a perspectiva dos processos geomorfológicos e pedológicos.

Posteriormente será abordado um histórico referente ao sepultamento e ao uso dos cemitérios. Dando continuidade à discussão, será apresentado um panorama geral da situação dos cemitérios brasileiros, finalizando a discussão teórica com algumas considerações sobre a legislação referente à implantação e ao uso dos cemitérios, destacando algumas soluções para se evitar ou mitigar impactos oriundos deste tipo de ocupação do relevo.

1.1. A relação homem/ natureza sob a perspectiva Geográfica

Desde o surgimento do homem a natureza vem sendo apropriada e transformada por este, isso tem ocorrido principalmente devido a necessidade de sobrevivência, desde “homem primitivo” ao “homem moderno”. No entanto, esse tema não se remete apenas à vida do ser humano, mas também às questões que envolvem o sepultamento dos seus mortos, visto que tem provocado a criação de locais, por meio da transformação da paisagem, para realização de cerimônias e atos de sepultamento, que acabam na maioria das vezes provocando impactos negativos no ambiente.

Assim, Casseti (1991, p. 11) diz que o homem ao se apropriar da primeira natureza acaba transformando a mesma, rompendo o equilíbrio dinâmico dos processos naturais, tudo para que atenda às necessidades de sobrevivência da sociedade:

[...] É através da transformação da primeira natureza em segunda natureza que o homem produz os recursos indispensáveis a sua existência, momento em que se naturaliza (a naturalização da sociedade) incorporando em seu dia-a-dia os recursos da natureza, ao mesmo tempo em que socializa a natureza (modificação das condições originais ou primitivas).

Fica claro que a primeira natureza é apropriada e ocupada, passando a ser compreendida por Casseti (1991), como segunda natureza, que pode ser entendida como os recursos naturais que foram apropriados e transformados, passando a ter registros da intervenção humana. E o solo não difere destes recursos naturais, o mesmo deve ser visto não apenas como uma superfície de ocupação, mas também é um complexo organismo onde interagem elementos bióticos e abióticos, sendo assim também se torna um recurso explorado pelo homem.

Isso pode ser aplicado na questão que envolve a ocupação dos cemitérios para o sepultamento dos corpos humanos, já que a primeira natureza, que pode ser representada pelo relevo, é apropriada, ocupada e transformada para o uso de cemitérios, passando a ser considerada como segunda natureza. Instalando processos nestas áreas que vão interferir no processo natural daquele ambiente, exemplos como a impermeabilização do solo, a remoção de camadas superficiais do mesmo e, por fim, a própria contaminação advinda do mau uso do terreno.

A natureza e o homem são um só, porém a relação que se estabelece entre eles é conflituosa, já que o homem se apropria dos recursos naturais para explorá-los de forma predatória provocando impactos negativos e posteriormente adota medidas de mitigação ou recuperação para tentar diminuir estes impactos. O que acontece é que nas áreas destinadas aos cemitérios estes impactos em grande maioria são ignorados, e mesmo quando avaliados são de difícil recuperação, mesmo que a legislação proponha uma adaptação dos cemitérios já em uso, dado que a inativação destes locais é muito difícil pelo fato de ali estarem depositados sentimentos também.

É o ambiente de vivência do homem, e a partir do sepultamento se torna também ambiente do corpo humano, ou seja, um tipo de ocupação. Tem sido tratada como fonte de matéria-prima e recursos, e cada vez mais a sociedade vem se preocupando com a questão dos impactos deste processo de ocupação, voltando a atenção para os aspectos que podem afetar esta relação de forma negativa.

Isso tem gerado um paradoxo interessante, pois o homem é quem determina a qualidade de vida que a natureza pode nos proporcionar, visto que é ele quem transforma o espaço, podendo assim impactar o ambiente conforme sua necessidade de uso. Diante

disso, Vesentini (1989), nos chama atenção para as diferentes concepções de natureza do ponto de vista do homem, pois:

A idéia de natureza, normalmente, possui um duplo significado: a) Uma concepção de mundo (realidade, universo e, especialmente, meio circundante do homem, excluindo-se os artefatos por ele fabricados); e b) Relações práticas da sociedade com seu habitat, nas quais se incluem a produção econômica, a organização do espaço e até mesmo as relações simbólicas com as coisas e com os deuses. (VESENTINI, 1989, p. 20).

O homem muitas vezes vê a natureza como aquilo intocado, que preserva as características originais e o equilíbrio ecossistêmico. Contudo a natureza também é aquilo que pode ser alterado a partir das ações humanas, principalmente quando relaciona-se à apropriação dos recursos encontrados neste ambiente e que servirão como matéria-prima para manutenção da vida em sociedade. O homem não é parte segregada da natureza, é também parte dela.

E na implantação dos cemitérios não é diferente. É neste lugar que o homem mais uma vez reproduz suas relações simbólicas com o meio, contudo neste caso específico os danos causados à natureza não recebem a atenção necessária.

Dentro do contexto, que envolve a compreensão da apropriação do relevo, surge a necessidade de entender como este processo tem sido interpretado através da sistematização de conhecimentos corroborados dentro de diferentes ciências modernas. Assim, Casseti (1991), chama atenção da geografia para ratificar estudos que levem em consideração os processos morfodinâmicos:

Apesar de as considerações serem lógicas e tais conhecimentos integrarem a maior parte dos currículos do curso de geografia, deve-se observar a necessidade de serem estruturados segundo as preocupações ambientais, como as alterações físicas e químicas dos solos, e a contaminação das águas superficiais e lençóis freáticos, as disritmias pluviométricas e feitos de desertificação, a ocupação das vertentes e processos morfogenéticos resultantes. (CASSETI, 1991, p. 33).

O autor destaca a importância dos solos, das águas superficiais, condicionantes climáticos, do relevo e relaciona seu caráter ambiental voltado para o enquadramento dentro dos estudos geográficos. Ou seja, é preciso realizar análises técnicas –químicas e físicas– e englobar a caracterização climática e do relevo para sua melhor compreensão e devidos cuidados ambientais, principalmente em recortes de áreas pequenas como são os

cemitérios, já que cada local apresenta uma dinâmica própria diferente de todos os outros. Para reafirmar esta importância Guerra (1976), também lembra que:

A geografia é a ciência que estuda as relações existentes entre os seres vivos – vegetais, animais e, especialmente, o homem com o mundo inorgânico. Desse modo, à geografia não interessa particularmente o estudo dissociado de único elemento que compõe a paisagem. Para ela o que interessa realmente é o “sistema”, pois o grupamento de fatos é que dá um caráter científico evidente aos estudos geográficos. É por isso que insistimos ser a geografia uma das ciências de maior importância para os técnicos em recursos naturais básicos [...]. (GUERRA, 1976, p. 8).

O autor nos deixa claro a importância da geografia para a manutenção e preservação dos recursos naturais, já que todo impacto pode ser enquadrado como um sistema, nesta relação em que o homem transforma a natureza em favor de seu uso. Adiante Guerra (1976), afirma a importância do homem no meio ao definir:

A Natureza pode ser definida como um conjunto de forças e substâncias ativas que se estabeleceram e se conservaram em harmonia no universo. Tem-se o *mundo inorgânico* e o *mundo orgânico*. Neste último, destaque especial deve ser dado ao grupo humano, principal responsável, na maioria das vezes, pelo desequilíbrio ecológico constatado numa região. (GUERRA, 1976, p. 12).

Esta afirmativa do autor nos remete à ideia de que o homem ocupando e transformando a natureza, deve também arcar com os custos deste processo. A natureza é um corpo vivo que também emana reações em consequência dos atos tomados sobre ela. “Contudo, a essas ações do homem sobre a natureza será conveniente acrescentar as consequências advindas para ele, para sua fisiologia e para seu comportamento e provenientes do meio por ele criado”. (DOLFUSS, 1978, p.47), ou seja, os recursos que venham a ser inutilizados pelo homem, como o solo ou a água, também o afetarão na mesma escala em que ele os destruir.

E também localmente o homem interfere nestes recursos, mesmo que seja em uma escala reduzida, o solo também é afetado pelo uso ao qual é submetido. Este tipo de contaminação não está ligado apenas ao uso agrícola, mas também urbano, não apenas por uso de defensivos, também o corpo humano é um vetor de contaminação dos solos quando sepultado em condições displicentes.

1.2. A importância do relevo para implantação de cemitérios

A ocupação do relevo para implantação de cemitérios é um estudo pouco abordado nas pesquisas dentro do âmbito acadêmico. O poder público também não tem voltado a atenção necessária para os impactos ambientais decorrentes da utilização de cemitérios na área urbana. Na maioria das cidades brasileiras os cemitérios datam de uso muito antigo (século XIX), e a legislação é muito recente (CONAMA 2003). Mesmo com a legislação de uso e parcelamento do solo, que é predecessora, os cemitérios foram deixados de lado.

As necrópoles são os locais onde acontece a liberação de resíduos contaminantes que podem afetar tanto o solo quanto a água quando mau instalados, e que podem ser comparados aos aterros sanitários no que se refere aos cuidados necessários para evitar impactos negativos. Assim, para amparar e reforçar a atenção a fim de evitar a contaminação, surgiu a legislação do CONAMA¹ que especifica os parâmetros e as características físicas para implantação e funcionamento dos cemitérios, ditando assim as características geomorfológicas, pedológicas e geológicas sobre as quais as necrópoles podem operar.

A questão principal relacionada a este tipo de uso está ligada ao fato de que na maioria dos casos os seus estudos só entram em pauta após eventos naturais ou de causalidade humana. Na grande maioria são realizados para reparar impactos já consolidados diante do descaso em preparar a área antes da implantação. Os gestores das cidades estão em eminência pouco preocupados com a relação entre sociedade e natureza. Para Mendonça (2010), a importância e causalidade (estudos), destes fenômenos dentro da cidade está clara quando:

É esta condição que evidencia a concepção dos riscos socioambientais como problemática complexa pois, sem o envolvimento do interesse social nos riscos naturais, por exemplo, eles permanecem no campo da dimensão física e da materialidade do universo, cuja dinâmica natural é marcada por alterações e mudanças que se processam tanto de maneira lenta quanto rápida ou catastrófica, na sua quase totalidade fora da percepção humana. (MENDONÇA, 2010, p. 156).

Para o autor fica claro que mesmo o homem sendo um agente potencial em transformar a natureza, a dinâmica ambiental faz parte de um ciclo que passa por fases em escala cronológica natural, independentemente da atuação do homem. Isto vem ao encontro dos eventos diretamente relacionados à ocupação do relevo. Na construção dos

¹ Resolução 335 - CONAMA

cemitérios a preocupação está muito mais ligada a um costume cultural do que aos impactos que possam causar ao ambiente. E neste tipo de local a percepção dos impactos demora para acontecer, principalmente quando afetam o solo.

O relevo, com exceção dos fundos de vale, é constituído pelas vertentes e nas cidades isto não é diferente. O problema está ligado à descaracterização destas vertentes de sua forma natural. E este problema surge através das ações do homem dentro da cidade quando ele transforma e ocupa as encostas. Para entendermos o conceito de vertente Christofolletti (1980), define:

Em seu sentido amplo, vertente significa superfície inclinada, não horizontal, sem apresentar qualquer conotação genética ou locacional. As vertentes podem ser subaéreas ou submarinas, podendo resultar da influência de qualquer processo, e, nesse sentido amplo, abrangem todos os elementos componentes da superfície terrestre, sendo formadas pela ampla variedade de condições internas e externas. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.26).

Fica claro que as vertentes são a forma de relevo mais abundante na superfície terrestre, desta forma os cemitérios são instalados neste tipo de forma. Daí então surge a necessidade de entender os processos que acontecem em sua dinâmica, já que estando instalado um cemitério sobre a vertente, os impactos irão surgir no decorrer do tempo.

As vertentes que por natureza apresentam diferentes formas, têm sua estrutura lapidada em detrimento das ocupações. Partindo deste fato o que se vê é um aplainamento das curvas e uma homogeneização das formas, seja pela compactação do solo, seja pela retirada de material superficial. A dinâmica das vertentes pode ser entendida por seus processos morfogenéticos que Christofolletti (1980), conceitua:

Os processos morfogenéticos constituem fenômenos de escala métrica ou decamétrica, e o seu estudo traz informações de ordem teórica e prática. No âmbito teórico, explica a evolução das vertentes e a esculturação do relevo, e no campo prático fornece informações a propósito da melhor aplicabilidade das técnicas de conservação dos solos. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 27).

A partir desta definição podemos entender as formas contemporâneas das vertentes e assim determinar os melhores ou possíveis usos para cada área. O campo prático então nos embasa a compreender processos atuais, que externamente estão muito mais visíveis às características do solo.

As formas do relevo oferecem noções sobre o comportamento dos fluidos na vertente, tendo-se um grau de declividade menor a tendência é que os elementos de degradação da rocha tenham mais tempo de atuação, formando assim solos mais profundos. É o caso da cidade de Ituiutaba onde se localiza o cemitério São José, que predominam os tipos de solo classificados como:

Os principais tipos de solo que ocorrem em Ituiutaba pertencem à classe dos Latossolos, como destaque par ao Latossolo Vermelho Amarelo, Vermelho Escuro e o Roxo, sendo este último associado a áreas de ocorrência de rochas magmáticas no município. (MENDES & QUEIROZ, 2011, p. 335).

Estes solos são característicos por apresentarem perfis em grandes profundidades antes do contato com a rocha sã, e também por possuírem textura arenosa, facilitando assim a infiltração.

De acordo com Santos et al. (2013), estes solos também podem ser classificados como fortemente drenados, onde:

A água é removida rapidamente do perfil, e a maioria dos perfis apresenta pequena variação na morfologia entre os horizontes, sendo solos muito porosos, de textura média arenosa e muito permeáveis. Como exemplos podem ser citados os Latossolos Vermelhos, Vermelhos-Amarelos e Amarelos (não-coesos), de textura média. (SANTOS et al., 2013, p. 64).

Neste tipo de solo os fluídos percolam muito facilmente devido à sua textura arenosa que determina o grau de porosidade. Assim a contaminação carregada por carga hídrica tende a atingir o nível freático rapidamente. Então é preciso um cuidado com a distância mínima entre a parte mais profunda das sepulturas e as águas subterrâneas, o nível da água deve ser medido ao fim da estação das cheias (CONAMA, 2003).

Existem também os solos mal drenados, para os quais Santos et al. (2013), determina:

A água é removida do perfil tão lentamente que o solo permanece molhado por grande parte do tempo. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante parte considerável do ano. As condições de má drenagem são devidas ao lençol freático elevado, camada lentamente permeável no perfil, adição de água por translocação lateral interna ou alguma combinação dessas condições. É frequente a ocorrência de mosqueado no perfil e características de gleização. Como exemplos podem ser citados alguns perfis de Gleissolos, Plintossolos, Planossolos e Espodossolos. (SANTOS et al., 2013, p. 65).

Neste tipo de solo, pelo nível da água subterrânea, é desaconselhável seu uso para instalação de cemitérios pois, neste caso, no ato de sepultamento, o caixão já é depositado em contato direto com a água, não podendo atender a metragem preventiva que estabelece a legislação do CONAMA.

Com relação à declividade do terreno nenhum parâmetro foi estabelecido pelo Conselho Nacional. Entretanto é sabido que vertentes íngremes tendem a estabelecer um escoamento mais rápido devido ao grau de inclinação e a quantidade menor de material a ser carregado (GUERRA, 2011).

Existe ainda ressalva para os terrenos cársticos, quais os principais aspectos são a presença de drenagem sentido predominantemente vertical e subterrâneo, resultando na completa ausência de cursos de água superficiais (CHRISTOFOLETTI, 1980), nestas áreas é proibida a implantação de cemitérios, devido a porosidade das rochas e a presença de águas exclusivamente subterrâneas.

Assim, vemos que o relevo para implantação de cemitérios não está simplesmente ligado ao fato de ter uma área no município que esteja vaga. Exige laudos técnicos —hidrológicos e geológicos— e análises que determinem parâmetros aceitáveis como o nível freático sobre a correta distância da maior profundidade das sepulturas, bem como após a instalação é necessário que as medidas sejam cumpridas para que as águas subterrâneas sejam preservadas.

A seguir será abordado um histórico sobre os sepultamentos e o uso das áreas de cemitérios, citando exemplos e passando por relatos históricos que remetem a este ritual e suas variadas inserções na sociedade humana ao longo do tempo.

1.3. Uso e ocupação do solo

O solo é também um recurso natural, mas em muitos casos não é tratado como tal. Pelo fato do solo não ter um dado valor comercial de mercado —lembrando que o solo não pode ser negociado entre outras nações assim como outros recursos como minérios, petróleo e carvão— contudo sua importância é vital a partir do momento em que todas as atividades humanas se desenvolvem sobre o solo, que não pode ser tratado apenas como superfície ou área de cultivo.

Dado esta relevância serão discutidos seus conceitos, usos e importância baseados na literatura pertinente. Para Santos *et. al*, podem ser considerados:

Corpos naturais independentes constituídos de materiais minerais e orgânicos, organizados em camadas e, ou, horizontes resultantes da ação de fatores de formação, com destaque para a ação biológica e climática sobre um determinado material de origem (rocha, sedimentos orgânicos etc.) e numa determinada condição de relevo, através do tempo. (SANTOS *et al*, 2013, p. 1).

Existem dinâmicas naturais predominantes que agem na formação dos solos, que além de reforçar sua condição natural deixa claro que existe uma regulação independentemente da ação do homem para que resulte em sua formação. Pode-se destacar a atuação do tempo geológico, que atua numa escala muito maior que a do homem, e no caso dos solos depende que as rochas sejam deterioradas para seu surgimento. Logo o homem não pode controlar a formação dos solos, mas cabe a ele o bom uso, assim como qualquer outro recurso natural, para que sua preservação seja prolongada pelo maior tempo possível.

Para Palmieri & Larach, os solos ainda podem ser definidos como:

O solo neste contexto é formado por um conjunto de corpos naturais tridimensionais, resultante da ação integrada do clima e organismos sobre o material de origem, condicionado pelo relevo em diferentes períodos de tempo, o qual apresenta características que constituem a expressão dos processos e dos mecanismos dominantes na sua formação. (PALMIERI & LARACH, 2011, p. 66).

Os autores também reforçam o papel do tempo na formação dos solos. Esta determinante é subordinada à ação do clima, principalmente no que se refere à deterioração das estruturas para dar origem às partículas minerais do solo, quando os organismos atuam quimicamente redesenhando a estrutura e principalmente após a formação do solo propriamente dito. Estes fatores de formação são determinados pelo relevo que neste caso é submetido ao tempo no seu processo de transformação. E ainda reforçam:

Dentro deste ponto de vista, solo é uma parcela dinâmica tridimensional da superfície, constituído por um conjunto de características peculiares internas e externas, com limites definidos de expressão. Seu limite superior é a superfície terrestre e seu limite inferior é aquele em que os processos pedogenéticos cessam ou quando o material originário dos solos apresenta predominância das expressões dos efeitos do intemperismo geo-físico-químico. (PALMIERI & LARACH, 2011, p. 66).

Neste ponto os autores lembram que o solo vai muito além da superfície de cultivo, não implica em concordar que todos os pacotes de solo são profundos, mas que os processos acontecem ao longo de todo perfil longitudinal, o que varia é a intensidade destes processos.

Em contato com a atmosfera onde encontra-se o limite superior os fatores são em maior número e acontecem com maior intensidade, partindo para o subsolo. O clima, por exemplo, já não exerce tamanha influência a partir deste ponto, a atividade fica a cargo dos organismos que influenciam principalmente na química do perfil. Ainda lembram que:

Os solos não são iguais em todas as partes, podendo diferir de município para município, de fazenda para fazenda ou mesmo dentro de uma mesma parcela de área cultivada. Existe, frequentemente, uma propensão de se dar importância, apenas, à camada superficial ou arável e de desconhecer o que está abaixo dos primeiros centímetros de superfície. Este fato conduz à utilização inadequada, provocando, na maioria das vezes, a depauperização do solo e a degradação ambiental. (PALMIERI & LARACH, 2011, p. 69).

Ou seja, dentro de um mesmo terreno urbano pode se ter tipos diferentes de solos.

Então é correto dizer que a profundidade é inversamente proporcional ao nível de evolução de cada solo. Os autores ainda discorrem a respeito:

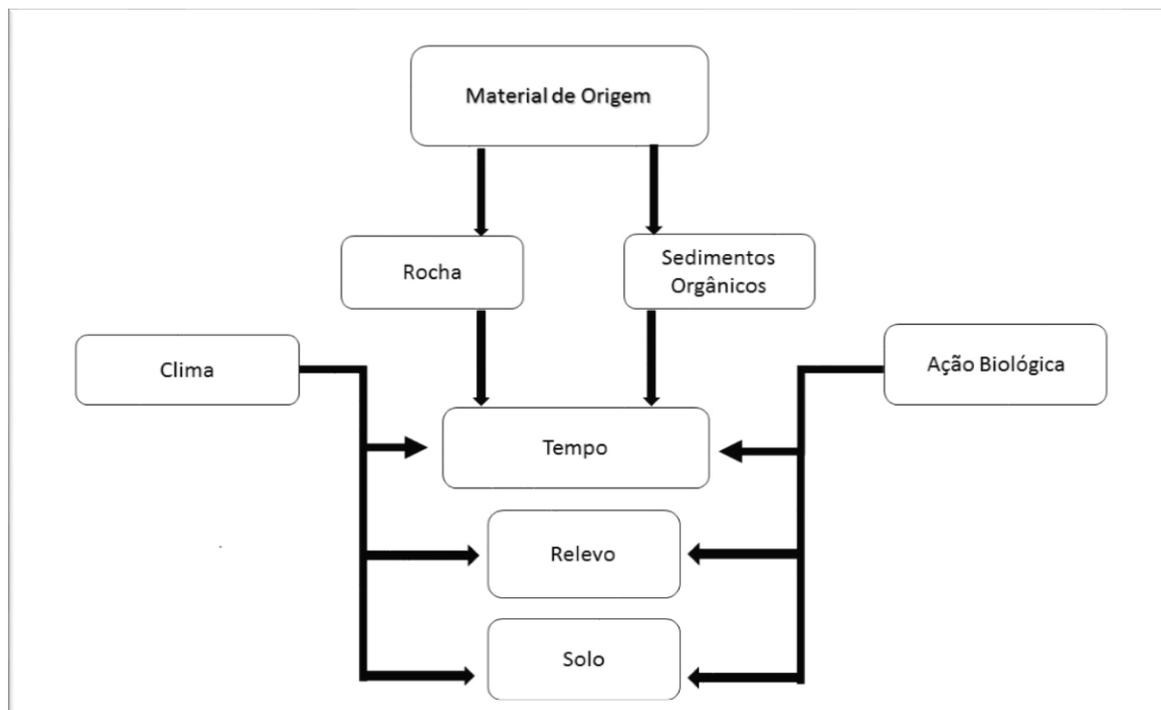
Os solos tropicais, em geral, apresentam perfis mais profundos do que solos de regiões temperadas. Alguns solos tropicais possuem espessura superior a 2 metros de profundidade, porém, em geral, não apresentam variações evidentes de seus constituintes a partir de 2 metros, no horizonte principal B. (PALMIERI & LARACH, 2011. P. 68).

O clima tropical é o predominante no Brasil, entretanto não são encontrados apenas solos profundos, pois o relevo é um condicionante desta característica do solo. Onde se tem um relevo mais íngreme, caso da faixa litorânea brasileira, a tendência é que se encontre pacotes de solo menos profundos já que nestas encostas a água permanece menos tempo no sistema agindo assim de forma menos expressiva e escoando rapidamente.

No semi-árido brasileiro, onde também se encontram pacotes de solo menos profundos, o caso se dá não pela forma do relevo, mas pela questão climática que no local propicia menos água ao sistema, assim mesmo existindo formas de relevo mais suaves. A quantidade de água não condicionou um avançado estado de destruição das rochas de origem do solo.

As características do relevo em consonância com o clima vão determinar em que medida as propriedades físico-químicas se formarão

A partir destes conceitos é possível traçar um fluxograma com intuito de melhor compreender o processo de formação do solo. Dentro desta abordagem também pode-se entender o solo como um sistema, e dentro deste sistema o clima e a ação biológica podem ser compreendidos como energias que atuam no mesmo para moldar suas características.



Fluxograma 1: Atuação e dinâmica dos fatores na formação dos solos. **Autor:** PEREIRA (2017).

Desta forma é relevante considerar o solo como um sistema dinâmico, pois já que considerá-lo mera superfície pode cair em um reducionismo da sua formação. Para fortalecer esta abordagem ainda fica claro que:

A formação dos solos é o resultado da interação de muitos processos, tanto geomorfológicos como pedológicos. Esses processos retratam uma variabilidade temporal e espacial significativa, sendo dessa forma importante abordar os solos como sistemas dinâmicos. (GUERRA, 2014, p. 23).

Esta afirmação do autor justifica o fluxograma que auxilia em compreender como o solo funciona sistematicamente, a partir de vários processos compõem uma cadeia de acontecimentos que resultam na sua formação, e a dinâmica pode ser entendida como a evolução do solo no decorrer do tempo. Com isto pode-se destacar a sua importância a partir do momento em que:

Solo é a parte externa da crosta terrestre emersa, isto é, a epiderme da litosfera que sofreu processos de edafização. É no solo que a vegetação implanta suas raízes. É do solo que o homem tira o sustento para a sua sobrevivência. Podemos afirmar que, assegurando vida útil ao solo, estamos lutando pela nossa própria subsistência. (GUERRA, 1976, p. 49).

Diante disto tem-se o uso do solo dado pelo homem a relevância que este recurso tem para que a própria qualidade de vida do homem seja preservada. E cabe aceitar também que assumindo esta vital importância do solo na vida humana admite-se também que existe uma relação homem-solo que independentemente da harmonia resulta em impactos para ambos. Muito importante, também, é a intervenção dos seres humanos, em qualquer parte do globo terrestre, modificando as propriedades dos solos e/ ou dos pedoambientes. (PALMIERI & LARACH, 2011, p. 86). E ainda concordam a diante que:

A ação do homem pode influenciar, quer na reconstrução do solo e da sua fertilidade quer, principalmente, na degradação ambiental devido a utilização de práticas agrícolas, florestais e/ ou pastoris não adequadas às condições edeфо-ambientais. (PALMIERI & LARACH, 2011, p. 87).

Qualquer atividade desenvolvida pelo homem afetará diretamente o solo, como disseram os autores citados acima, pois é também local de sustento do homem. Como agente deteriorador do ambiente, o homem causa vários danos ao solo e à cobertura vegetal natural, e como consequentemente acelerado a degradação dos recursos naturais e da qualidade de vida. (PALMIERI & LARACH, 2011, p. 88). O solo possui uma dinâmica natural, que pode ser encarada como uma rotina, cada solo está sob condições de um regime hídrico diferente, os solos do semi-árido nordestino e da floresta amazônica são bastante díspares na oferta de água anual, por exemplo. O homem interfere nesta naturalidade, seja desmatando a vegetação ou impermeabilizando o terreno e isto contribui sobremaneira para o agrave das condições normais do solo. As atividades humanas também interferem quando:

Os sistemas ambientais naturais, face as intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características genéticas. A princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se ou mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico, até que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na apropriação dos recursos naturais. (ROSS, 2011, p. 291).

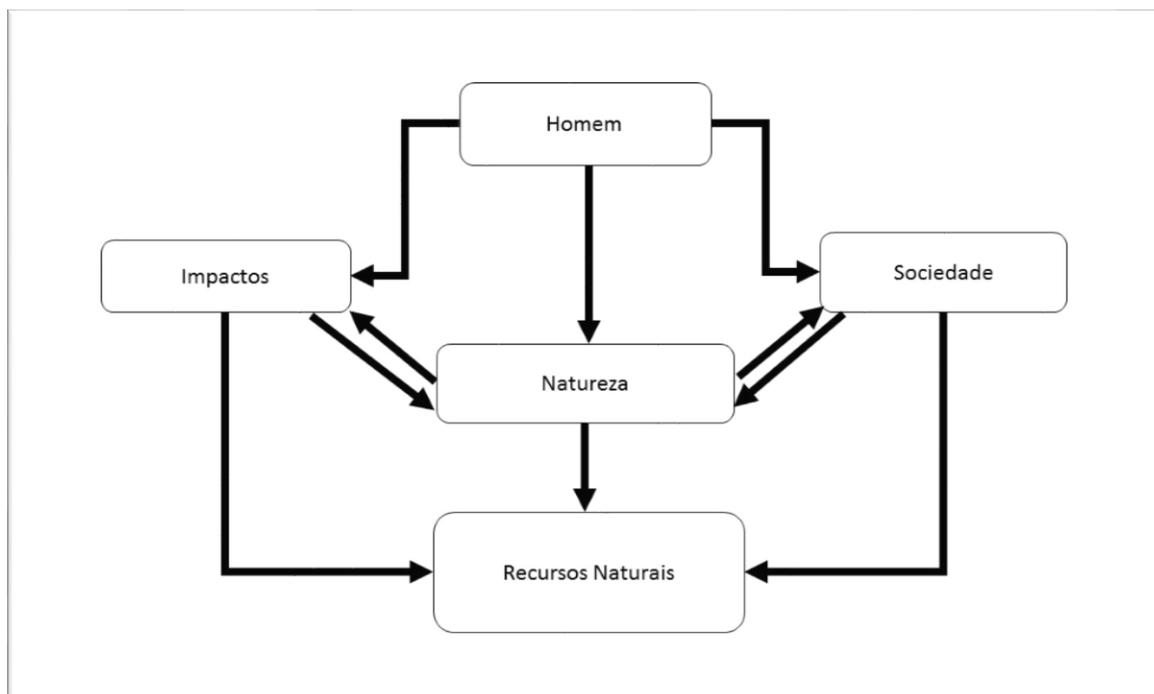
O autor concorda que a natureza seja algo intocável dissociando o homem dela, esta idéia ainda permanece em várias ciências. No caso dos recursos naturais, em questão o solo, pode-se considerar esta comparação a partir do momento em que não existindo ocupação humana do solo este segue sua dinâmica relacionada a outros elementos naturais. Ou seja, mesmo que o homem transforme drasticamente a paisagem, não será capaz de regular o volume de chuva em nível local, por exemplo. E para o autor isto é claro que:

As leis da física e da química regem a funcionalidade dos diferentes estados físicos que a natureza apresenta, e esta, apesar das fortes agressões pela ação do homem, não sofre mudanças em sua essência, tendo grande capacidade de auto-regeneração. (ROSS, 2011, p. 293).

Mas como dito anteriormente, à natureza é necessário tempo para que possa se reestabelecer e adaptar-se a novas condições, sempre lapidadas pelo tempo geológico:

É evidente que para acontecer as regenerações espontâneas das águas, das coberturas vegetais, dos solos, da fauna e a estabilização do relevo, é preciso duas condições básicas – tempo e tregua, ou seja, necessita-se dar oportunidade de auto-recuperação, cessando as intervenções altamente predatórias. (ROSS, 2011, p. 294).

O que resta ao homem é propiciar as condições desta regeneração, e se também é capaz de acelerar os processos predatórios, pode criar processos que agilizem esta recuperação das áreas degradadas. Mesmo que o ambiente original de formação não se recomponha é possível tomar medidas como a recomposição da cobertura vegetal, que no caso dos solos é essencial para que sua dinâmica com o ciclo hidrológico se mantenha intacta. Com base nestes termos foi elaborado um fluxograma das atividades humanas e a relação com os recursos naturais.



Fluxograma 2: Relação homem/recursos naturais. **Autor:** PEREIRA, 2017).

Por esta esquematização pode-se compreender que o homem é o agente principal que transforma a natureza, influenciando sobre os recursos naturais e explorando-os para diversas atividades. E mesmo depois da morte continua a impactar sobre estes recursos. No caso da pesquisa, o solo.

1.4. Sepultamentos e histórico do uso de cemitérios

O sepultamento dos corpos humanos já era praticado pelos primeiros povos, na antiguidade, quando se organizavam em comunidades e possuíam culturas e ritos diferentes. Estes povos realizavam o ato das mais variadas formas possíveis, assim como cita Pacheco (2007, p. 2), “Os ritos fúnebres seguem hábitos e costumes, segundo as peculiaridades de cada povo e lugar”. Conclui-se que os requisitos ambientais esbarram em tradições religiosas.

Na antiguidade os sepultamentos eram realizados de forma aleatória, e a partir do século V a.C, na cidade de Roma, os sepultamentos foram proibidos em áreas urbanas de grande convívio da população, sendo realizados apenas fora das cidades, porém isso não impedia que houvesse contaminação do solo e conseqüentemente do nível freático. Contudo a propagação de pestes que dizimavam grande número de habitantes e a expansão populacional, trouxe de volta as grandes necrópoles para o convívio lado a lado com os vivos.

Assim Pacheco (2007, p. 2), destacando a volta desse costume no século IV d.C, dizendo que: a partir da segunda metade do século IV d.C. "A presença de sepulturas nas propriedades rurais da Alta Idade Média européia mostra que a separação entre o espaço dos vivos e dos mortos já não ocorria de forma radical".

Os sepultamentos então começaram a ser realizados perto das igrejas, conforme informa Pacheco (2007, p. 2):

Os sepultamentos começaram a ser feitos *ad santos*, no interior e entorno das igrejas medievais. É a partir desta altura, que se pode falar realmente em cemitérios. A palavra cemitério (do grego *koimetérion*, "dormitório", pelo latim *coemeteriu*), significava o lugar onde se dorme. Foi sob a influência do cristianismo que o termo tomou o sentido de campo de descanso após a morte.

Nessa época o sepultamento era feito sem condição alguma de higiene e preocupação com o solo ou das águas subterrâneas. O texto de Pacheco (2007), nos deixa claro que:

[...] os enterramentos eram feitos sem o mínimo de condições sanitárias. Estas expunham o ambiente e a saúde das pessoas que frequentavam as igrejas e aquelas que consumiam águas subterrâneas através de poços implantados nas proximidades, aos malefícios da decomposição dos corpos. Este cenário insalubre, mais tarde, gerou um movimento contra os sepultamentos nas igrejas, que resultou na proibição dos mesmos, no século XVIII. Foi a partir deste século que a palavra cemitério começou a ter o sentido atual, quando, por razões de saúde pública, se recomendou o sepultamento dos cadáveres em cemitérios campais, que foram surgindo lentamente na Europa. (PACHECO, 2007, p. 2).

Desde então o costume de destinar grandes áreas para este fim se tornou ainda mais comum. Nos tempos modernos, com o aumento significativo da população, esse problema se tornou ainda mais grave nos séculos XVIII e XIX.

Foram registrados na Alemanha casos de contaminação, causando doenças como febre tifóide e hepatite A na população que consumiu essa água contaminada pelo necrochorume. Este é o principal fator contaminante, sendo um líquido liberado pela decomposição dos cadáveres sua contaminação pode atingir gravemente o nível freático, tornando assim essa água imprópria para diversos usos como o consumo humano.

Se por um lado sempre houve uma grande preocupação em torno dos aspectos culturais do ato de sepultamento, por outro os aspectos científicos relacionados aos cemitérios sempre foram pouco estudados. A respeito disto Silva (2008), chama atenção:

Os cemitérios nunca foram incluídos nas listas de fontes tradicionais de contaminação ambiental, apesar da existência de alguns relatos históricos em Berlim e Paris na década de 70, constatando que a causa de epidemias de febre tifóide estava diretamente ligada ao posicionamento a jusante de fontes de água, como aquíferos freáticos e nascentes, dos cemitérios. (SILVA, 2008, p. 27).

Assim a história deixa claro, como o autor ressaltou, que já aconteceram casos de grandes epidemias ocasionadas pela contaminação oriunda dos cemitérios. Entretanto, mesmo diante desta situação, não foi tarefa fácil alertar a população para o perigo dos sepultamentos àquela época, Carneiro (2008), deixa isto claro quando diz:

Com o aumento da população, faltavam cada vez mais espaços vazios onde as pessoas poderiam ser enterradas próximas ou no interior da Igreja. Contemporaneamente, começaram a proliferar na Europa as idéias protestantes, que terminaram por dividir a Igreja Católica. Desta maneira, protestantes não mais podiam ser enterrados nas Igrejas Católicas, sendo necessária a construção de novos locais propícios para sepultamento. Foi nesta época que cemitérios começaram a ser construídos desligados fisicamente da Igreja, mas esta ainda exercia grande influência sobre os mesmos. (CARNEIRO, 2008, p. 4)

Ainda assim a resistência das pessoas, apoiada pela Igreja Católica, demorou a surtir efeito, até que a ocorrência de vários casos relacionados ao mau odor dentro das igrejas, e a circulação dos gases que emanam da decomposição dos corpos humanos começaram a atingir as pessoas que frequentavam os locais de sepultamento, Carneiro (2008), lembra-nos que:

Contudo, o fator que culminou com o fim do sepultamento no interior das igrejas foi o início da importância que foi dada à saúde pública. O corpo humano quando em estado de putrefação libera gases e fortes odores que podem contaminar quem for exposto a fortes concentrações. Corpos sepultados nas igrejas liberavam esses gases para o interior das mesmas, tornando-as um ambiente impróprio para os deveres que lhe são conferidos. (CARNEIRO, 2008, p. 5).

Ou seja, aquele modelo de sepultamento, aquela ânsia de estar mais perto do paraíso e da salvação, já nunca fora um modelo adequado para a inumação dos mortos, porém durante muitos séculos foi um modelo aceitável. Até que no século XIX a situação se tornou calamitosa, Costa (1995), conclui que:

A doença é especializada no corpo do indivíduo e no corpo da cidade, pois esta é a grande “doente” do século XIX. O espaço da cidade é esquadrihado. São localizados os pontos “doentes”, os focos de infecções sujeitos às intervenções públicas: os cemitérios, os

matadouros, as indústrias insalubres, etc. Estes “espaços”, são expulsos da cidade e normatizados, fiscalizados e obedecendo a regras determinadas por lei. (COSTA, 1995, p. 27).

O que se conclui é que diversos estabelecimentos sempre careceram de cuidados específicos no que diz respeito aos impactos que podem causar nas cidades. E a solução sempre fora o afastamento destes para longe dos núcleos urbanos. A questão é que de nada adiantaria realocar cemitérios e indústrias insalubres fora das cidades, apenas estaria se transferindo o problema.

Com o passar das décadas o crescimento das cidades se tornou constante e hoje como na antiguidade os cemitérios estão incrustados dentro das cidades novamente, Costa (1995), relembra:

Como podemos constatar, a mudança do lugar reservado aos mortos começa a ser problemático desde o momento em que a cidade cresce, se dinamiza e se mercantiliza. O discurso médico-higienista é apenas uma forma como se manifesta a necessidade de ordenamento do espaço urbano, procurando adequar a cidade as novas exigências do mercado. (COSTA, 1995, p. 45).

Então os cemitérios também devem ser vistos como uma forma de ordenação espacial urbana, e como esta deve respeitar os cuidados necessários, ter avaliado seus impactos e repensado o seu uso, já que como qualquer instalação urbana o cemitério também está inserido no mercado. Diante disto fica claro que o entorno desses locais merece atenção especial tanto do poder público, quanto do privado, visto seu potencial em afetar o ambiente.

Já existem soluções viáveis que procuram mitigar ou até mesmo resolver o problema, que vão desde a instalação de mantas absorventes implantadas dentro da urna funerária, até a cremação dos corpos. Contudo muitas dessas soluções esbarram em questões religiosas e culturais de cada povo. Diante disso em alguns casos específicos ocorre a colocação de um plástico muito resistente e impermeável nos cadáveres, como ressalta Felicioni, Andrade, Bortolozo (2007), onde:

É feito um plástico muito resistente e totalmente impermeável. No fundo ele tem uma camada de celulose e um gel que retém dentro desse invólucro o necrochorume. Isso nos traz a garantia de que ele não vai extravasar para fora da urna. Tem uma linha em volta que o coveiro, funcionário do cemitério, na hora da exumação, puxa, fecha e vira um saco de ossos. (FELICIONI, ANDRADE, BORTOLOZO 2007, p. 54).

Existem alternativas que recorrem ao melhor uso dessas áreas na tentativa de conter a contaminação do solo que são os cemitérios verticais (Figura 3), abaixo o caso da cidade de Curitiba – PR.



Figura 3: Cemitério Vertical. **Fonte:** <http://pr.olx.com.br/regiao-de-curitiba-e-paranagua/lancamentos/loculo-perpetuo-no-cemiterio-vertical-de-curitiba-76207883>, acesso em: 24 de maio de 2016

É possível verificar que nesta técnica de sepultamento, os “costumes tradicionais são mantidos, mas o sepultamento é feito em jazigos horizontais estanques de concreto armado” (FELICIONI, 2007, p. 55).

Os cemitérios verticais são soluções de alto custo e inviáveis de serem implantados em áreas já em uso e contaminadas. Neste caso o método mais seguro é o da cremação, pois elimina o risco de contaminação do solo e conseqüentemente do aquífero freático. O grande problema é que a cremação esbarra em relações culturais, religiosas e falta de conhecimento do poder público.

A comunidade católica não aprova o processo de cremação. Até mesmo o desconhecimento sobre valores gastos nesta alternativa. A cremação, ao contrário do que todos pensam, é mais barata que o velório e sepultamento comuns.

Silva (2007), cita que "a cremação é a solução ideal, sim. Assim como incinerar o lixo é uma solução ideal para a cidade, da mesma forma o cadáver, que não deixa de ser um resíduo sólido". Entretanto não é consenso que a queima do lixo seja uma solução

cabível para o problema das cidades. No livro “A Ameaça dos Mortos” os autores, Felicioni, Andrade, Bortolozo (2007), esclarecem características da cremação tais como:

Na cremação, um corpo médio de 70 kg se reduz para 1.500 a 2.000 gramas, ou seja, um quilo e meio a dois quilos de cinzas, que ficarão guardadas em recipientes e entregues às famílias, que serão colocados em cinerárias ou podem ser utilizados em jardins. (FELICIONI, ANDRADE, BORTOLOZO, 2007, p. 58).

Ainda relacionando a cremação e estudos rigorosos realizados para utilização correta das áreas destinadas aos cemitérios, é necessário realizar um manuseio e um monitoramento constante para se evitar o escape dos gases resultantes do processo crematório, para que não se dissipem na atmosfera. Outros locais onde se encontram árvores de grande porte, as raízes profundas podem destruir as paredes dos túmulos o que facilita a percolação da água da chuva e conseqüentemente a contaminação.

Nesta perspectiva supracitada entra em foco também a análise dos fatores ambientais, que são divididos em físicos, bióticos e socioeconômicos.

Considerando os aspectos físicos pode-se compreender o comportamento superficial da água — pois dentro do ciclo hidrológico a água tende a escoar por um caminho preferencial e dentro destas condições é cabível identificar possíveis pontos de erosão que transportam sedimentos das partes com maior declividade que contribuem para destruição de sepulturas e carregamento de substâncias contaminantes — é importante também analisar áreas sem cobertura vegetal principalmente nos limites do cemitério o que facilitaria extravasamento desse material contaminante para áreas de fluxo constante de pessoas.

Os fatores bióticos tratam dos animais que infestam a área, tais como ratos, escorpiões e insetos, que se locomovem livremente no subsolo escavando-o, o que facilita a percolação da água e do necrochorume.

Por fim, os indicadores socioeconômicos tratam em si da estrutura urbana no entorno e principalmente quando a instalações de novos estabelecimentos comerciais e suas atividades, tanto os estabelecimentos comerciais quanto as residências, podem fazer uso das águas subterrâneas e estarem susceptíveis às conseqüências da contaminação.

1.5. Cemitérios brasileiros

No Brasil, o descaso, e quase sempre a falta de conhecimento sobre o assunto geraram uma realidade de total desprezo, visto que na maioria dos municípios não existe

fiscalização e há ausência de estudos que abordam a situação dos cemitérios já instalados. O panorama remete ao século XIX, Neckel (2015), lembra que:

Durante o século XIX, no Brasil, um aumento desproporcional da população em relação aos recursos sanitários, como os hospitais, e a falta de alocações nas prisões e cemitérios agravaram o problema de saneamento. Na época, tinha-se o costume de sepultar os mortos nas igrejas e nelas já não mais cabiam os novos corpos que chegavam para seu “sono eterno”. (NECKEL, 2015, p. 2).

Em nosso país, assim como no costume europeu, os corpos deviam ser sepultados dentro das igrejas, e como já foi discutido, este local não comportava mais a quantidade de corpos, nem era apropriado o seu uso. A questão é que no Brasil as medidas chegaram mais tardiamente do que em países europeus como a França.

De acordo com Silva (2010), 75% dos cemitérios brasileiros apresentam problemas de ordem sanitária, a cargo da contaminação do solo e das águas subterrâneas, fatores que acabam prejudicando a saúde da população circundante destas áreas.

Um estudo mais recente encomendado pela FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), mostrou uma realidade atordoante acontecida no estado de Mato Grosso, de acordo com a Fundação (2007):

Em Mato Grosso, os cemitérios, em sua grande maioria, são construídos sem nenhum estudo geológico e hidrogeológico. Segundo a Folha do Estado (2002), a Central Municipal de Serviços Funerários Cristiano Garcia, da Prefeitura Municipal de Cuiabá, descobriu a existência de 26 cemitérios clandestinos em Cuiabá e distritos vizinhos, os quais superam em três vezes o número de cemitérios que operam oficialmente, aumentando os riscos de uma potencial contaminação das águas subterrâneas e superficiais. (BRASIL, 2007, p. 21).

Ainda é preciso lidar com a problemática dos cemitérios clandestinos, exemplo deste que acontece na cidade de Cuiabá, que não está entre as capitais mais populosas do Brasil. Casos semelhantes acontecem em São Paulo, Ceará, Minas Gerais e Pará, de acordo com a FUNASA (2007).

Após o falecimento o corpo humano é como o de qualquer outro animal, entra em estado de decomposição liberando o necrochorume, principal fator contaminante, um líquido que os corpos humanos liberam durante seu processo de putrefação, Silva (2010). O necrochorume começa a ser liberado geralmente trinta dias após o sepultamento e esse processo ocorre durante o primeiro ano do enterro. Um corpo humano adulto por volta de

70 kg é capaz de liberar uma média de 30 litros de necrochorume durante a sua decomposição Silva (2010).

Esse líquido de cor acinzentada e textura viscosa além de muito mau cheiroso é um potencial condutor de matéria orgânica em putrefação e substâncias químicas como metais pesados. Em relação a essas substâncias químicas destacam-se como principais a putrescina e a cadaverina, que são responsáveis pelas principais características do necrochorume, Almeida; Macedo *apud* Carneiro (2008), definem:

[...] a decomposição das substâncias orgânicas do corpo pode produzir diaminas como a cadaverina ($C_5H_{14}N_2$) e a putrescina ($C_4H_{12}N_2$), que ao ser degradadas geram NH_4^+ , substância que apresenta toxicidade em altas concentrações. A cadaverina e putrescina são danosas também por serem responsáveis pela transmissão de doenças infecto-contagiosas como a hepatite e a febre tifóide. Essas substâncias podem se proliferar em um raio superior a 400 metros de distância do cemitério, a depender da geologia da região. (ALMEIDA & MACEDO, *apud* CARNEIRO, 2008, p. 11).

Essas substâncias químicas pesadas podem permanecer e percolar no solo após o sepultamento. Há ainda pessoas que antes do falecimento passaram por sessões de quimioterapia ou por tratamento dentário e as substâncias químicas e metais pesados utilizados nestes dois processos têm seus íons liberados juntamente com o necrochorume, tornando difícil o processo de eliminação de seus núcleos através da ação natural do solo.

Além disso, quando uma pessoa morre por doença infectocontagiosa, ficam depositados no solo os agentes patogênicos transmissores, e com a vinda da água da chuva e formação de enxurrada esses agentes podem ser transportados até o nível freático, ocasionando contaminação dos poços utilizados ou pontos de captação de água no entorno dos cemitérios.

Capítulo 2

Caracterização do Cemitério São José: análise para qualidade ambiental

Diante da discussão apresentada anteriormente torna-se necessário recorrer à legislação vigente que trata sobre a implantação dos cemitérios brasileiros, que é regida pelo CONAMA –Conselho Nacional do Meio Ambiente– e que determina a resolução que estabelece as normas e critérios para implantação e uso de cemitérios. No entanto, antes disso será feita uma caracterização do Cemitério São José localizado na cidade de Ituiutaba/MG.

2.1. O Cemitério São José - Ituiutaba/MG

No cemitério São José são enterrados, em média, 40 corpos por mês, e o total de túmulos identificados são 18.000, todos distribuídos em 7 quadras e teve suas atividades iniciadas em 1920.

De acordo com informações coletadas no cemitério ocorrem dois tipos de sepultamento, sendo que o primeiro é feito em câmara revestida de concreto, o que não impede que o necrochorume percole das sepulturas e o segundo tipo aquele cujo sepultamento acontece diretamente no solo (este tipo é realizado a uma profundidade mínima de 1,5m da superfície). O sepultamento direto no solo facilita a contaminação do mesmo, entretanto não é proibido pela resolução do CONAMA.

A água utilizada no cemitério não provém de cisternas ou poços perfurados no local, sendo fornecida pela companhia de saneamento municipal, porém a prefeitura não fornece nenhum tipo de equipamento de proteção individual aos funcionários (luvas, botas e máscaras), de acordo com o responsável nunca houve afastamento por doenças relacionadas à contaminação.

A resolução do CONAMA (2003, p. 841), também salienta que “a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da

caracterização hidrogeológica da área”. Fato este que não é respeitado no cemitério (Figura 4), como o local data de uso muito antigo as sepulturas foram dispostas sem um padrão de localização.



Figura 4: Sepultura rente ao perímetro externo (Ituiutaba – MG. Cemitério São José). **Autor:** PEREIRA, L.B (2016).

É importante que a medida para uso do perímetro interno de sepultamento seja respeitada, já que estando mais perto do externo é facilitado que esta contaminação chegue até a população do entorno. Existem ainda casos de sepulturas descuidadas que ficam abertas (Figura 5), propícias à proliferação dos agentes contaminantes pelo ar.



Figura 5: Sepultura aberta (Ituiutaba – MG. Cemitério São José). **Autor:** PEREIRA, L.B. (2016).

Os túmulos abertos oferecem risco para população, principalmente no dia de finados devido ao aumento no fluxo de visitantes, tendo sido registrados casos de queda² dentro de sepulturas mal estruturadas. Fica assim evidente que a manutenção das sepulturas é essencial para que contribua com o bom uso do local, sem que ofereça risco aos visitantes.

A resolução determina parâmetros para a ocupação destes locais. Porém, nos casos onde a contaminação já foi determinada, pouco resta a se fazer para mitigar os problemas já estabelecidos, o que resta é tomar medidas que amenizem o problema em sepultamentos futuros. A seguir isto será discutido, bem como no decorrer do texto serão abordados casos ocorridos no Cemitério São José.

Na década de 70 o Código de Posturas do município tratou das normas para implantação de cemitérios particulares na cidade, logo os parâmetros adotados deveriam ser praticados também no cemitério São José, apesar de sua administração ficar a cargo do poder público. O parágrafo sexto do artigo 171 do mesmo código prevê as seguintes exigências para os cemitérios:

² <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2014/09/prefeitura-de-ituiutaba-alerta-para-risco-de-acidentes-em-cemiterio.html>

a) – existir templo, necrotério e necrocômio; b) – serem assegurados absoluto asseio e limpeza; c) – ser mantida completa ordem; d) – serem estabelecidos o alinhamento e a numeração das sepulturas, incluindo a designação dos lugares onde as mesmas devam ser abertas; e) – ser mantido o registro as sepulturas, dos carneiros e mausoléus; f) – serem rigorosamente controlados os sepultamentos, exumações e transladações, mediante certidões de óbito e outros documentos; g) – serem rigorosamente organizados e atualizados os registros, livros ou fichários relativos a sepultamentos, exumações, transladações e perpetuidades. (ITUIUTABA, 1970, p. 40)

No cemitério São José poucas destas exigências são atendidas. É um local que com o passar dos anos sofreu com o crescimento populacional da cidade, o que leva também ao maior número de óbitos, fazendo com que o espaço no cemitério (Figura 6), se tornasse insuficiente para um sepultamento de acordo com as diretrizes.



Figura 6: Sepulturas em mau estado de conservação (Ituiutaba – MG. Cemitério São José. **Autor:** PEREIRA, L.B. (2017).

É nítido o descaso com as sepulturas mais antigas e que há muito tempo não recebem quaisquer cuidados, infringindo assim o que determina o Código de Posturas do município, que também determina que deve-se manter o embelezamento do local (ITUIUTABA, 1970). Ainda é citado no parágrafo segundo do artigo 172 do código que: “as sepulturas deverão ser distanciadas uma das outras pelo menos oitenta centímetros em todos os sentidos. (ITUIUTABA, 1970, p. 40)”. Caso que também não é respeitado (Figura 7), e ocorre em vários lugares do cemitério.



Figura 7: Sepulturas em mau estado de conservação (Ituiutaba – MG. Cemitério São José). **Autor:** PEREIRA, L.B. (2017).

Pelo tempo de uso e o número de sepultamentos realizado foi impossível para o cemitério manter um critério que respeitasse a distância. Com o passar do tempo e não havendo outro cemitério na cidade até o ano de 1985, esta prática se tornou comum no local. Apesar disto ser tratado no “**Art. 190** – Um cemitério poderá ser substituído por outro quando tiver chegado a um grau de saturação que seja difícil a decomposição dos corpos ou quando se tornar muito central. (ITUIUTABA, 1970, p. 43)”. Outro problema que com relação à localização do cemitério é que com o crescimento urbano hoje situa-se em área bem próxima ao centro da cidade.

O código ainda ressalta que “**Art. 189** – Os restos de materiais provenientes de obras, conservação e limpeza de túmulos deverão ser removidos imediatamente pelos responsáveis para fora do recinto do cemitério. (ITUIUTABA, 1970, p. 43). E ocorrem casos de total abandono com diversas sepulturas. (Figura 8).



Figura 8: Sepulturas em mau estado de conservação (Ituiutaba – MG. Cemitério São José). **Autor:** PEREIRA, L.B. (2017).

Ou seja, o cemitério São José não teve sua administração balizada pela legislação municipal, fato que se deve principalmente à expansão urbana. Atualmente a área já é circunvizinha de vários bairros e também o crescimento populacional não permite que a área continue em uso já que seu espaço para sepultamento chegou ao limite

Diante dos aspectos legais que regem as normas implantadas nos cemitérios o órgão responsável pela normatização é o CONAMA, o qual publicou em abril de 2003 resolução para adaptação de melhores condições ambientais das necrópoles brasileiras, indicando que nos sepultamentos as covas devem estar a uma distância entre 1,5m a 2m do aquífero freático.

Trata também da normatização dos cemitérios verticais e columbários, que é o local destinado à deposição das cinzas após a cremação. Os cemitérios novos devem passar por rigoroso estudo apresentando dados de análises para liberação da área para uso de sepultamento de corpos e os já existentes tiveram prazo inicialmente de 180 dias a partir da publicação da resolução para se adaptarem tendo depois este tempo prorrogado.

Em novembro de 2008 o CONAMA publicou a resolução que apenas reedita o texto da antiga, não inserindo nenhuma nova recomendação que aborda o tratamento

ambiental das áreas destinadas aos cemitérios. O prazo para os órgãos ambientais responsáveis pela fiscalização de cemitérios existentes até abril de 2003 estabeleceu critérios para adequação até dezembro de 2010.

Os funcionários que estiverem envolvidos em sepultamentos e exumações devem estar protegidos utilizando luvas, máscara, botas e demais equipamentos de segurança sanitária.

A resolução dificulta o acesso a medidas mitigadoras relacionadas à contaminação quando impõe que: "Fica vedado o emprego de material impermeável que impeça a troca gasosa do corpo sepultado com o meio que o envolve, exceto nos casos específicos previstos na legislação." (CONAMA, 2008, p. 841). Sendo sabido que em decorrência específica da ocasião qualquer índice de permeabilidade pode permitir a contaminação.

De acordo com Silva (2010), existem várias pesquisas que demonstram tamanho descaso com a exumação e sepultamento, pois há casos em que a profundidade das covas é tamanha que os corpos são depositados diretamente na água.

Situações irregulares ocorrem por toda área do cemitério São José (Figura 6), em alguns casos mesmo sendo o caixão depositado a sepultura permanece aberta. O que pode oferecer riscos à população que frequenta o cemitério, pois Silva, Filho (2008, p. 29), alertam, "Sepultado o corpo, instalam-se os processos putrefativos de ordem físico-química, em que atuam vários microrganismos que podem ser aeróbios, anaeróbios ou facultativos."

Assim, dadas as condições climáticas do local e de falta de conservação da estrutura física das sepulturas, estes microrganismos podem se espalhar pela corrente de ar estando em contato direto com as pessoas que circulam pela região. Além disto as características climáticas podem influenciar de outras maneiras neste processo, Silva, Filho (2008, p. 29), lembram que, "Sob certas condições ambientais, podem ocorrer fenômenos transformativos destrutivos como *autólise* e *putrefação*, ou conservativos como a *mumificação* e *saponificação*."

O processo de mumificação ocorre em regiões desérticas ou com solos muito arenosos e calcários, contando também com a baixa umidade e elevadas temperaturas. O que propicia uma maior conservação dos corpos sepultados, pois muitos organismos necessitam de umidade para começar a agir na fase de putrefação.

Já a ocorrência de saponificação ocorre em regiões úmidas e de elevadas temperaturas, o que pode ser considerado em grande parte dos cemitérios brasileiros, Nascimento (2009), define este processo sendo:

Se o ambiente for excessivamente úmido, há o favorecimento da saponificação, onde a gordura adquire aspecto céreo. Este processo ocorre mais facilmente em solos argilosos, porosos, impermeáveis ou pouco permeáveis, quando saturados de água. Ambos mumificação e saponificação prolongam a permanência dos corpos semi-decompostos e mantêm o perigo de contaminação latente, dada a oferta de vetores disponíveis e mobilizáveis. (NASCIMENTO, 2009, p. 29).

Ou seja, fica evidente que o aspecto visual deve ser mantido não apenas pela aparência, mas também pela possibilidade de contaminação. Estando tais sepulturas expostas (Figura 9), ou mal vedadas o risco aumenta facilitando a mobilização destes vetores contaminantes pelo ar.



Figura 9: Sepultura aberta (Ituiutaba – MG. Cemitério São José). **Autor:** PEREIRA, L.B. (2016).

Mesmo não tendo um grau de declividade tão acentuado, é possível identificar que as sepulturas do lado mais baixo da área do cemitério apresentam sedimentos transportados de áreas a montante (parte mais alta do relevo) como fica claro na imagem (Figura 10), sendo possível identificar pequenos processos erosivos.



Figura 10: Sepulturas semi- cobertas (Ituiutaba – MG. Cemitério São José). **Autor:** PEREIRA, L.B (2016).

O que tende a se agravar e evoluir devido a impermeabilidade e falta de vegetação do terreno, podendo assim surgirem ravinas ou sulcos de escoamento aumentando a quantidade e velocidade no transporte dos sedimentos.

Acrescente-se a isto o descaso, pois algumas sepulturas chegam a ficar completamente cobertas tornando difícil a localização e o devido cuidado com as mesmas, já que este processo pode levar também à abertura de sepulturas pela erosão.

No muro da parte mais baixa do cemitério existem aberturas para drenagem, visto que na época de chuvas intensas e constantes é grande a quantidade de sedimento que é transportada pela água e fica depositada nas calçadas, no lado externo do cemitério. A figura abaixo (Figura 11), mostra bem o nível ao qual chega a deposição, indicando que este tipo de transporte está carregando elementos das partes mais profundas para a superfície do solo.



Figura 11: Nível de deposição dos sedimentos. **Autor:** PEREIRA, L.B. (2016).

Estes sedimentos carregados para fora do cemitério podem trazer na sua composição elementos liberados pelos corpos em decomposição e os metais pesados presentes no solo oriundos dos ornamentos funerários.

Por se tratarem de compostos inodoros a população não sente sua presença no ar, mas a inalação de tais elementos pode causar náuseas e dores de cabeça, desmistificando assim o fato das pessoas se sentirem mal apenas por estarem em um cemitério. Isto se explica através dos fatores contaminantes.

O CONAMA é o órgão regulador do uso de terrenos para cemitérios no Brasil. A resolução 335/03 define o cemitério São José como horizontal, pois: "é aquele localizado em área descoberta compreendendo os tradicionais e o do tipo parque ou jardim." (CONAMA, 2003).

A resolução não é respeitada no que tange à distância do aquífero freático, já que de acordo com as informações do local é praticado o sepultamento em que os corpos respeitam uma distância mínima da superfície e não do nível de água subterrânea, qual deve ser medido na estação chuvosa, pois: "o nível inferior das sepulturas deverá estar a

uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias." (CONAMA, 2003).

Estas irregularidades se dão principalmente pela falta de interesse do poder público em zelar pela área, já que na cidade não foi designado nenhum órgão ambiental que fiscalize o funcionamento do cemitério, ficando sua administração a cargo da secretaria municipal de obras.

E ainda de acordo com a resolução 335/03 fica evidente a falta de fiscalização como define: "Art. 8º - Os corpos sepultados poderão estar envoltos por mantas ou urnas constituídas de materiais biodegradáveis, não sendo recomendado o emprego de plásticos, tintas, vernizes, metais pesados ou qualquer material nocivo ao meio ambiente". (CONAMA, 2003), confirmando a irregularidade, pois as amostras químicas detectaram a presença de metais pesados.

Confrontando o cemitério com a resolução 368/06 ainda pode-se identificar outros pontos falhos, já que tal determina: "o perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, destinado a captar, encaminhar e dispor de maneira segura". (CONAMA, 2006). E como constatado dentro do cemitério existe o acúmulo de sedimentos (Figura 12), no interior e no perímetro.



Figura 12: Sedimentos carreados no interior do cemitério (Ituiutaba – MG. Cemitério São José). **Autor:** PEREIRA, L.B (2016).

Assim conclui-se que no caso do cemitério São José muitas exigências ainda não são cumpridas e que os prazos para adequação estabelecidos pelo CONAMA expiraram

em 2010. E são citados alguns fatores que contribuem para isto como, por exemplo, o tempo de funcionamento do cemitério e a falta de informação e interesse das autoridades municipais

2.2 Perfil Topográfico do Cemitério

Foi traçado também um perfil topográfico do cemitério utilizando o programa Google Earth PRO (Figura 13), para facilitar a compreensão do terreno do cemitério e entender adiante como os fluídos se comportam no cemitério, bem como sua variação de altitude.

O cemitério se localiza no interflúvio –topo da vertente– ou seja, o divisor de águas, levando a entender que contaminação não avança em sentido leste, como demonstrado na imagem.

Isto ficou comprovado porque as análises químicas indicaram que os metais estão concentrados no primeiro ponto de coleta, já que é a mais baixa altitude do terreno. Então pode-se concluir que a contaminação está sendo carregada das partes mais altas e concentrando-se na parte mais baixa do cemitério. Contudo, também se acumula nas partes mais altas, variando aí pela quantidade de túmulos e materiais que se concentram em cada parte.

No capítulo final da pesquisa serão abordados os resultados obtidos através da análise granulométrica e química do solo, como também as características do mesmo e os impactos causados pelo uso da área do cemitério.

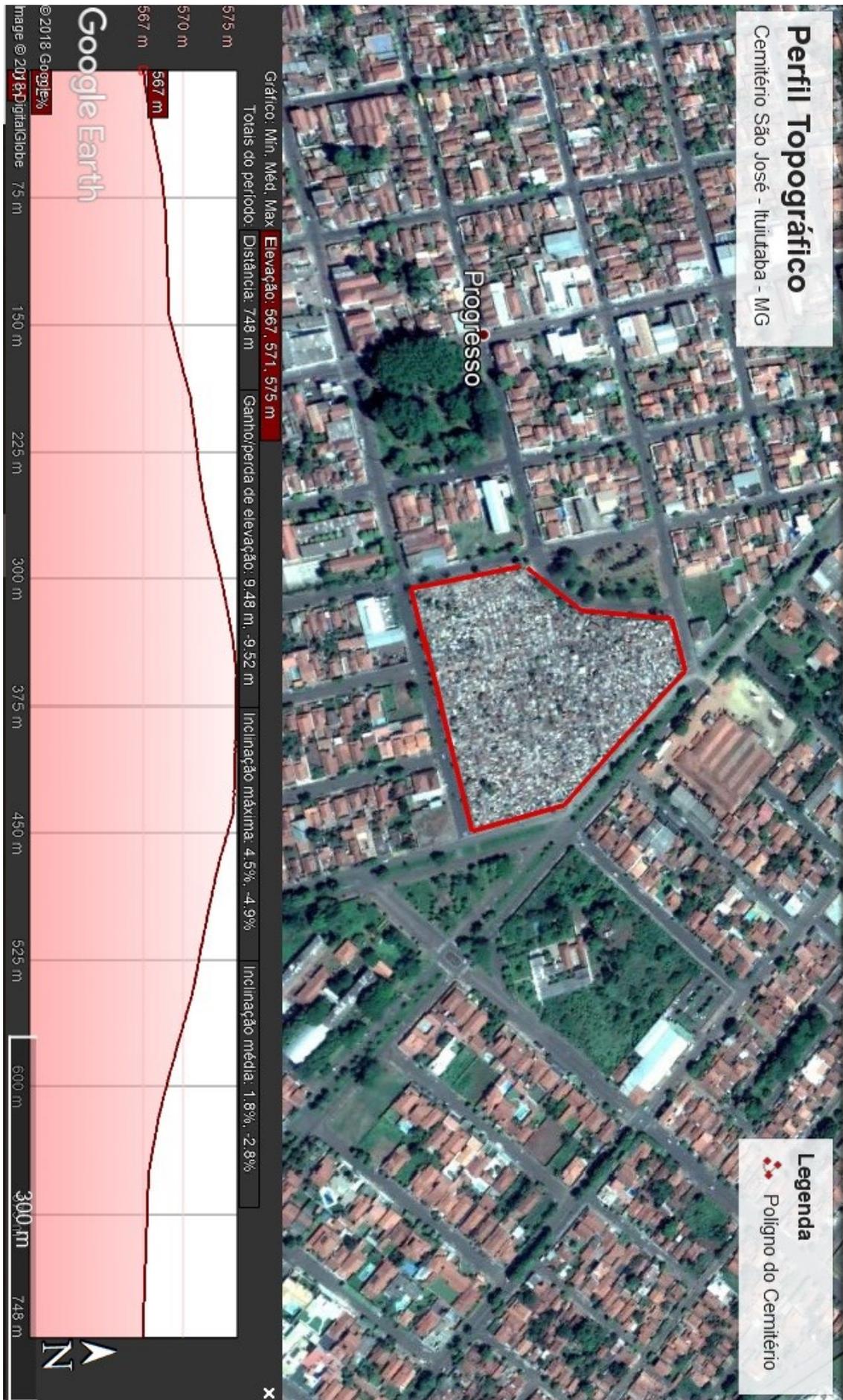


Figura 13: Perfil topográfico do terreno. **Fonte:** Google Earth PRO. (2018).

Capítulo 3

Impactos ambientais e análise do solo do Cemitério São José

Neste capítulo serão abordados os impactos, bem como outros processos que podem ocorrer em áreas de cemitérios, devido às características climáticas e de relevo. Por meio de trabalhos de campo foi possível determinar a granulometria do solo e identificar irregularidades na área do Cemitério Municipal São José, com registro fotográfico e mapas que demonstram o descuido com as sepulturas. As amostras de solo foram submetidas à análise química feita em laboratório.

3.1. Impactos ambientais urbanos em áreas de cemitério

O processo erosivo nas áreas urbanas se dá principalmente pela retirada da cobertura vegetal, associada à impermeabilização da superfície, caso este que se aplica aos cemitérios. Estas condições fazem com que a água retire sedimentos em maior quantidade, favorecem o escoamento superficial com velocidade e força maiores em direção à jusante da vertente e impedem a infiltração no solo. A respeito da erosão pluvial Guerra (2011), ressalva que é:

A erosão causada pela água é a forma mais comum e de maior distribuição espacial na superfície terrestre, apesar de nas cidades não costumar se a principal forma de degradação ambiental. Ela possui duas fases básicas: a primeira é a remoção de partículas, que pode também formar crostas no topo do solo, e a segunda é o transporte dessas partículas na superfície. Entretanto, o transporte de material pode também ser feito em subsuperfície, por meio da formação de dutos, com diâmetros que podem variar de poucos centímetros até vários metros. (GUERRA, 2011, p. 34).

Mesmo não sendo a erosão a principal fonte de impacto ambiental urbano, ela também é um modelador das estruturas antrópicas. A água contribui sobremaneira para o desgaste dos materiais utilizados pelo homem em suas construções. Essas partículas desagregadas então ficam disponíveis para o transporte ao longo das vertentes. E no caso dos cemitérios estas partículas serão carregadas pelo escoamento superficial podendo colocar a população em contato direto com a contaminação.

Os solos urbanos que arcam com os maiores danos, assim Silva (2011), exemplifica isto dizendo que:

As consequências da retirada da cobertura vegetal são o aumento do escoamento superficial, da taxa de erosão e dos picos das cheias nas bacias hidrográficas. A compactação do solo afeta as características hidrológicas assim como a aeração do solo, contribuindo também para o aumento do escoamento superficial. (SILVA, 2011, p. 58).

Nas áreas de cemitérios, com a retirada da cobertura vegetal e o aumento do escoamento superficial, estas ações podem contribuir para o carregamento de material para as áreas do entorno. Fato este ligado a impermeabilização do terreno.

Sobre a deposição de resíduos em solos urbanos Silva (2011), cita que:

O homem moderno, urbano e dotado de todo o aparato tecnológico deposita nos solos, resíduos em quantidade muito superior à que a natureza pode reciclar. Ressalta-se também que estes resíduos “modernos” têm uma vida acentuadamente maior do que a dos artefatos dos homens primitivos. Alguns materiais podem levar centenas de anos no meio ambiente, devido ao tempo muito prolongado para sua decomposição. (SILVA, 2011, p. 58).

Estes resíduos depositados em áreas de cemitérios podem ser exemplificados pelos metais pesados, que Rocha (2009) define:

[...] como um grupo de elementos situados entre o Cobre (Cu) e o Chumbo (Pb) na tabela periódica. Estes metais são quimicamente muito reactivos e bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los de uma forma rápida e eficaz. (ROCHA, 2009, p. 11)

O autor reafirma que estes elementos não são eliminados facilmente ou de maneira natural, processo este que não ocorre no solo das áreas de cemitério, por razões já expostas, para absorver os teores destes metais, que em contato com a água potencializam seus efeitos, que podem ser ainda piores, Rocha (2009) enfoca que:

O chumbo, o mercúrio e o cádmio são metais que não existem naturalmente em nenhum organismo. Não desempenham funções nutricionais ou bioquímicas em microorganismos, plantas ou animais. Ou seja, a presença destes metais em organismos vivos é prejudicial em qualquer concentração. O chumbo, o mercúrio e o cádmio são os metais pesados que através dos alimentos, incluindo a água de consumo, mais têm contribuído para os casos de intoxicação prolongada ou crónica. (ROCHA, 2009, p. 12).

Então, quaisquer níveis destes metais encontrados nos solos ou nas águas podem ser considerados contaminantes com o impacto.

A respeito da urbanização e os consequentes processos de ocupação, os quais o homem regulariza nos meios naturais, encaixam-se também os cemitérios, dentro deste contexto, e dando enfoque à categoria dominante do relevo que são as vertentes Casseti (1991), escreve que:

A partir do momento em que a vertente começa a ser ocupada, processo iniciado com a retirada da cobertura vegetal, as relações processuais morfodinâmicas se alteram: os solos são castigados diretamente pela incidência dos raios solares e efeitos pluvioerosivos, além de permitir o aumento da velocidade dos ventos, o que favorece a dessolagem. Inicia, portanto, um aumento do fluxo por terra (escoamento ou componente paralelo) e conseqüentemente redução da infiltração. Com isso, o comportamento da descarga começa a ser alterado, ou seja, o fluxo por terra implica início de torrencialidade da vazão, antes controlada pelo lençol freático, além de trazer consigo material proveniente da vertente, resultante do processo erosivo. (CASSETI, 1991, p.73).

Os processos urbanos de transformação das vertentes e ainda o alto índice de impermeabilização dos terrenos nas cidades também contribuem para a alteração nos processos morfogenéticos, pois assim Silva (2011), ressalta:

Mesmo áreas em processo de urbanização já apresentam solos com alterações físicas e morfológicas que são resultados das intervenções necessárias para a implantação de residências e ruas. Nas áreas urbanas consolidadas não se pode dizer que há um solo propriamente dito, pois aterros, decapeamentos e a impermeabilização do solo são tão fortes que descaracterizam aquilo que se convencionou chamar de solo. (SILVA, 2011, p. 43).

É importante destacar como o autor que as áreas urbanas não se adaptam ao relevo, ao solo, mas sim provocam alterações para que os meios físicos e morfológicos se submetam à sua dinâmica. É assim também impactado nas áreas de cemitério, onde a impermeabilização do solo é feita, nas vias de locomoção, enquanto as sepulturas são deixadas em solo exposto facilitando a contaminação

3.2. A textura do solo

Foram retiradas ao total dez amostras de solo em profundidades e pontos diferentes do cemitério (Mapa 2). Estas amostras são nomeadas entre P1 e P10, destas, duas foram submetidas à análise física.

Em laboratório foi realizada análise granulométrica sobre duas amostras de solo retiradas no cemitério a profundidades de 100cm em P2 e 70cm em P4 (Tabela 1), respectivamente. Para obtenção dos resultados o método utilizado foi o da pipeta regulamentado pela EMBRAPA (1997), que:

Baseia-se na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. Fixa-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após a adição de um dispersante químico (soda ou calgon). Pipeta-se um volume da suspensão, para determinação da argila que seca em estufa é pesada. As frações grosseiras (areia fina e grossa) são separadas por tamisação, secas em estufa e pesadas para obtenção dos respectivos percentuais. O silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100%. É obtido por diferença das outras frações em relação à amostra original. (EMBRAPA, 1997, p. 27).

Deste modo as amostras foram separadas nas suas frações de areia, argila e silte, desprezando o percentual de areia fina e areia grossa, calculando seu percentual apenas através de peneiramento.

Foram escolhidas apenas duas amostras para análise granulométrica, já que pela dimensão do terreno do cemitério não ocorre variação do tipo de solo e as frações de areia, silte e argila apresentam valores muito parecidos.

O método exige que as amostras fiquem em solução por um período de doze horas antes que se separe a areia da argila e do silte, ficando em repouso a amostra por mais quatro horas em pipeta de 1L (Figura 14), antes de ser transferida em porções de 50ml, transferidas para cápsulas de porcelana e levadas à estufa, a uma temperatura de 50°, desta forma o silte evapora deixando apenas a argila após a secagem total da amostra.

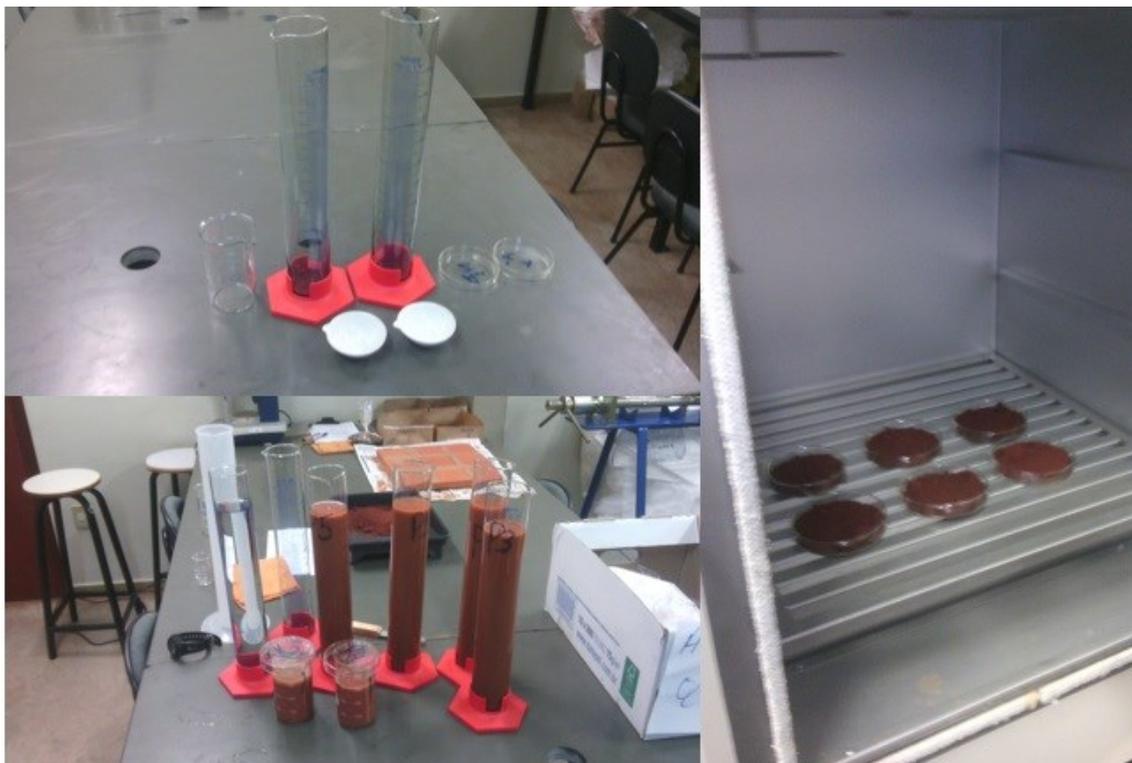


Figura 14: Materiais de laboratório – PEDOGEO – FACIP/UFU **Autor:** PEREIRA, L.B. (2016).

Após a definição do procedimento metodológico se chegou aos dados referentes à porcentagem das frações de areia, argila e silte das amostras P2 e P4 coletadas em pontos diferentes (Mapa 2).

Escolhidos os pontos de coleta, foram recolhidas duas amostras de profundidades diferentes para análise granulométrica (Tabela 1). Estabelecendo pontos de onde começam os sepultamentos em relação à superfície.

| | P2 – 100cm | P4 – 70cm |
|---------------|-------------------|------------------|
| Areia | 32,5% | 33,4% |
| Silte | 48,5% | 43,3% |
| Argila | 19% | 23,3% |

Tabela 1: Resultados de análise granulométrica. **Fonte:** PEDOGEO – FACIP/UFU

Vistos os dados obtidos pela análise granulométrica, o solo pode ter a textura classificada como arenosa baseada no Triângulo Textural da EMBRAPA, no qual é possível traçar um parâmetro de acordo com as porcentagens, observando no sentido horário considerando primeiramente a quantidade de argila.

A textura do solo pode ser definida em campo através da sensação de tato, mas para definir seus valores é necessário a análise granulométrica. No caso da textura arenosa sua característica confere caráter áspero às mãos quando coletada e apresenta grãos visíveis a olho nu. De acordo com Santos *et al.* (2013), a textura ainda pode ser definida como:

[...] à proporção relativa das frações granulométricas - areia (a mais grosseira), silte e argila (a mais fina) - que compõem a massa do solo. No campo, a proporção dessas frações é estimada pelas sensações táteis, massa homogênea sem excesso de água. Esse material, passado entre o polegar e o indicador, pode dar a sensação de aspereza, sedosidade e pegajosidade, normalmente correlacionadas com as proporções de areia, silte e argila, respectivamente. (SANTOS *et al.*, 2013, p. 17,18).

Desta forma, sendo o solo de textura arenosa, sua configuração confere a ele mais espaçamento entre os grãos facilitando a infiltração, percolação e escoamento dos fluídos. Por isto pode-se concluir que os fluídos, dentro do cemitério, tendem a infiltrar mais facilmente pelo solo com pouco potencial de retenção de líquidos, chegando ao nível freático. Identificada a granulometria do solo Carneiro (2008), concorda que:

Solos arenosos possuem grãos maiores e conseqüentemente áreas superficiais menores. Isto implica que não possuem capacidade de reter água ou contaminante em seus interstícios. O solo arenoso ainda é considerado pobre biologicamente. (CARNEIRO, 2008, p. 12).

Devido ao processo de urbanização e ao uso do solo na localização, ficou impossibilitada a retirada de amostras de água do nível freático, já que as cisternas foram em sua maioria aterradas, não sendo mais usadas para dessedentação animal ou uso humano. Mesmo a escola localizada na vizinhança do cemitério possui um poço artesiano desativado, não indicando assim risco aos alunos. A escola faz uso de água tratada pela autarquia de saneamento municipal.

3.3. Parâmetros químicos do solo

Definidos os pontos dentro do cemitério foram retiradas dez amostras para análise química visando identificar a contaminação dos metais pesados: zinco, bário, cromo e cobre, metais que são utilizados nos materiais funerários e de difícil decomposição no solo.

Para retirada das amostras foi utilizado o trado holandês, com profundidades que variaram de 30cm a 120cm – que foram as profundidades permitidas pelo terreno para retirada de amostras - respectivamente e em relação à superfície do terreno.

Foram escolhidos dez pontos de coletas (Mapa 2), em locais onde o solo ainda não foi impermeabilizado. As amostras coletadas foram colocadas em sacos plásticos e enviadas posteriormente para laboratório de análise química, situado na cidade de Jataí no estado de Goiás.

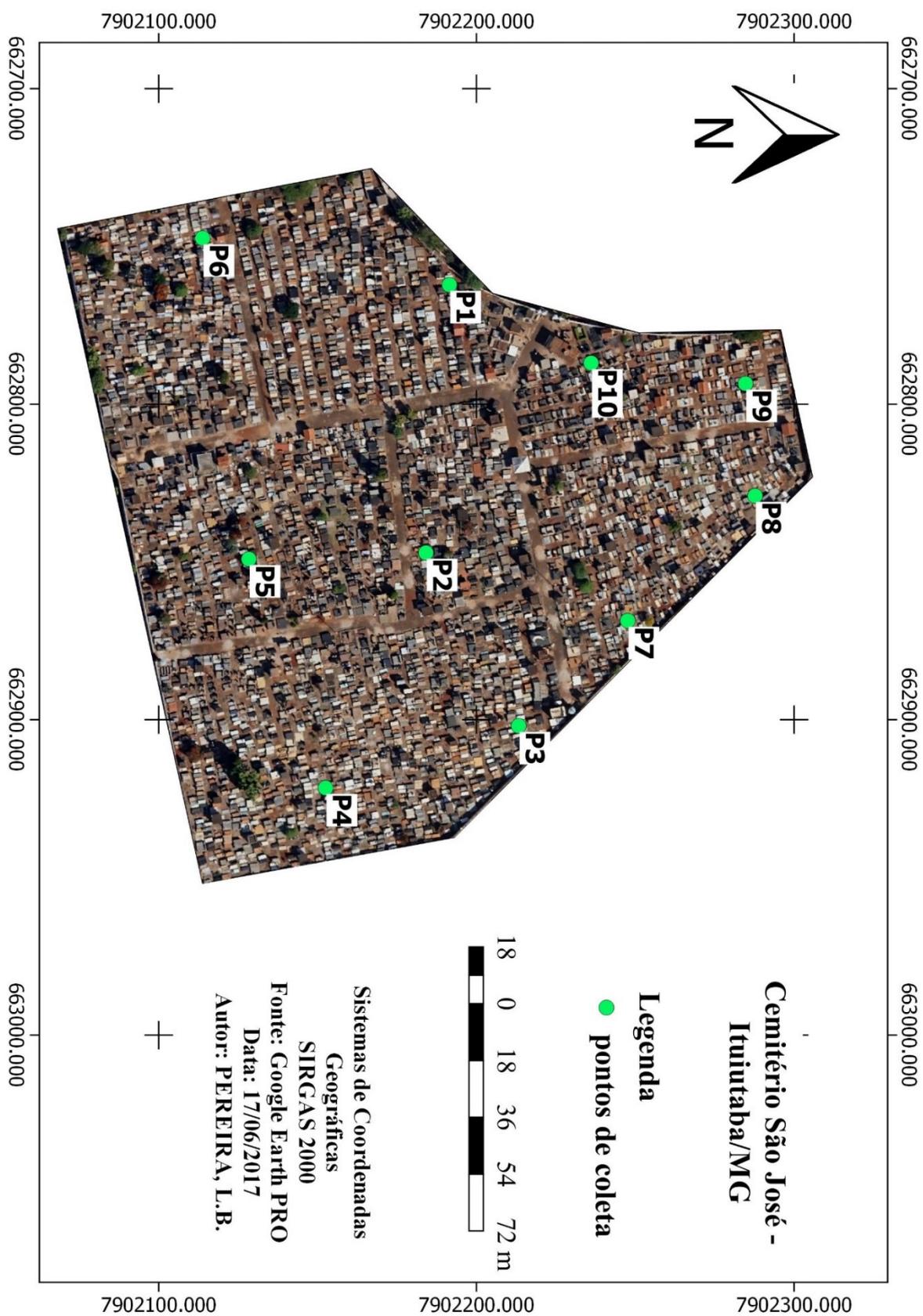
Os pontos satisfazem o tipo de coleta para análise, já que a legislação determina que:

A amostra de cada estação será do tipo composta, formada por subamostras de 10 (dez) pontos amostrais, obtidas na profundidade de 0-20 cm. Amostragens simples ou para outras profundidades poderão ser adotadas em função de especificidades regionais. As coordenadas geográficas e a altitude dos pontos amostrais devem ser anotadas, especificando o sistema geodésico de referência. (CONAMA, 2009).

Como o estudo não visa quantificar nutrientes, mas sim metais pesados no solo em decorrência da contaminação pelos cemitérios, justifica-se o uso de diferentes profundidades para obtenção dos resultados. Já para validação dos pontos e amostras (Tabela 2), foi realizado campo para obtenção dos dados necessários, acrescidos da profundidade.

| Pontos | Longitude | Latitude | Altitude | Profundidade |
|--------|---------------|---------------|----------|--------------|
| P1 | 18° 57' 56,7" | 49° 27' 14,5" | 550m | 30cm |
| P2 | 18° 57' 56,3" | 49° 27' 12,5" | 574m | 100cm |
| P3 | 18° 57' 55,2" | 49° 27' 10,3" | 582m | 80cm |
| P4 | 18° 57' 57,7" | 49° 27' 08,8" | 565m | 70cm |
| P5 | 18° 57' 59,7" | 49° 27' 13,1" | 567m | 80cm |
| P6 | 18° 57' 59,2" | 49° 27' 15,3" | 571m | 120cm |
| P7 | 18° 57' 54,4" | 49° 27' 11,9" | 576m | 40cm |
| P8 | 18° 57' 53,5" | 49° 27' 12,8" | 567m | 40cm |
| P9 | 18° 57' 53,8" | 49° 27' 13,8" | 560m | 60cm |
| P10 | 18° 57' 54,3" | 49° 27' 13,5" | 575m | 30cm |

Tabela 2: Dados dos pontos de amostras de retirada de solo. **Autor:** PEREIRA, L.B (2017).



Mapa 2: Pontos de coleta de amostras de solo no cemitério São José (Ituiutaba – MG). **Fonte:** Google Earth PRO. **Autor:** PEREIRA, L.B. (2017).

Após análise foram obtidos os valores de cada elemento. Estes metais ocorrem também em nível natural no solo, e dentro os quatro elementos analisados apenas um, o Cr excedeu os valores de prevenção (VP): “é a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais de acordo com o art. 3º”. (CONAMA, 2009), que também são expressados no trabalho (Tabela 3). Entretanto, todos os valores podem ser considerados contaminantes à medida que o uso do solo no cemitério não se enquadra nos usos dados pela legislação.

VP - CONAMA

| | |
|--------------|------------------|
| Bário | 150 mg/kg |
| Cromo | 75 mg/kg |
| Cobre | 60 mg/kg |
| Zinco | 300 mg/kg |

Tabela 3: Valores de Prevenção de metais nos solos **Fonte:** CONAMA (2009)

Existem também os valores referentes de qualidade (VRQs), que são determinados diferentemente por estado e neste caso todos os elementos apresentaram valores excedentes ao permitido:

Art. 8º Os VRQs do solo para substâncias químicas naturalmente presentes serão estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes dos Estados e do Distrito Federal até dezembro de 2014, de acordo com o procedimento estabelecido no Anexo I. (CONAMA, 2009).

No estado de Minas Gerais estes valores foram determinados pela FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente), em parceria com a UFV (Universidade Federal de Viçosa), em 2008. (FEAM, 2008). E estão aqui representados (Tabela 4), os valores estaduais que regem os parâmetros para substâncias químicas no solo.

VRQs - MG

| | |
|--------------|-------------------|
| Bário | 93 mg/kg |
| Cromo | 75 mg/kg |
| Cobre | 49 mg/kg |
| Zinco | 46,5 mg/kg |

Tabela 4: Valores de Referência de Qualidade **Fonte:** FEAM/Minas Gerais (2008)

Estes valores representados em gráficos e mapas indicam como se comporta a contaminação por estes metais dentro do Cemitério São José. Apesar dos valores não terem ultrapassado os níveis de prevenção do CONAMA, excederam o VRQ da legislação estadual, como expresso na tabela acima. Adiante apresentam-se os mapas e os respectivos gráficos com a quantificação de cada elemento por amostra.

3.3.1. Valores de Bário no solo

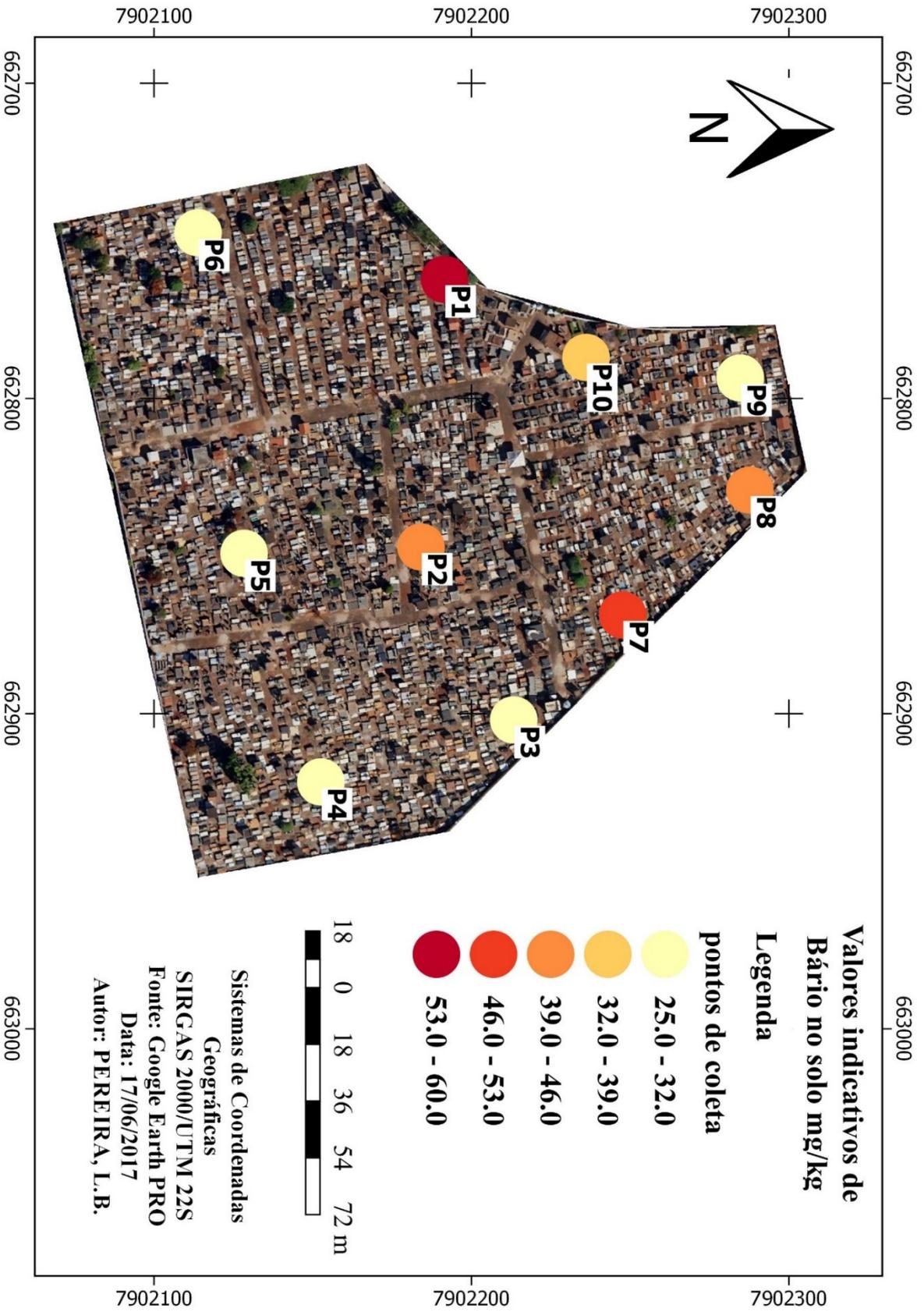
Os resultados serão apresentados por mapas individuais de cada elemento seguido de um gráfico com valores para auxiliar no detalhamento de cada metal analisado. Abaixo (Mapa 3), são representados os valores de Bário, bem como seus valores em cada ponto de coleta.

O perfil de amostragem do Bário na área do cemitério indica valores abaixo do permitido pela resolução 420/2009 do CONAMA. Dentre os pontos de coleta de amostra o que representa o maior valor é o P1, retirado a 30cm de profundidade e na mais baixa declividade do terreno.

As cores no mapa indicam os maiores valores do tom mais escuro para o mais claro. No caso dos cemitérios este elemento está presente principalmente nos vernizes utilizados nos caixões e mesmo nas tintas que são utilizadas na construção dos túmulos. A respeito do Bário é destacado que:

[...] este elemento é tóxico e pode matar pela ingestão de apenas meio grama, mas felizmente, sua absorção é lenta. É usado em venenos para ratos, depilatórios, pigmentos para pintura, vidros e cerâmicas. Na medicina é usado em contrastes radiológicos para estômago, vesícula e intestinos. (KEMERICH *et al*, 2012, p. 145).

A menor quantidade do elemento foi registrada em P5 a 80cm de profundidade em maior declividade no terreno. Os outros pontos apresentaram variação entre 49, 73 mg/kg a 25, 01 mg/kg (Gráfico 1), como descrito abaixo. Ou seja, em todos os pontos o elemento foi encontrado em valores que podem causar impacto à saúde humana.



Mapa 3: Valores indicativos de Bário no solo mg/kg. **Fonte:** Google Earth PRO. **Autor:** PEREIRA, L.B. (2017)

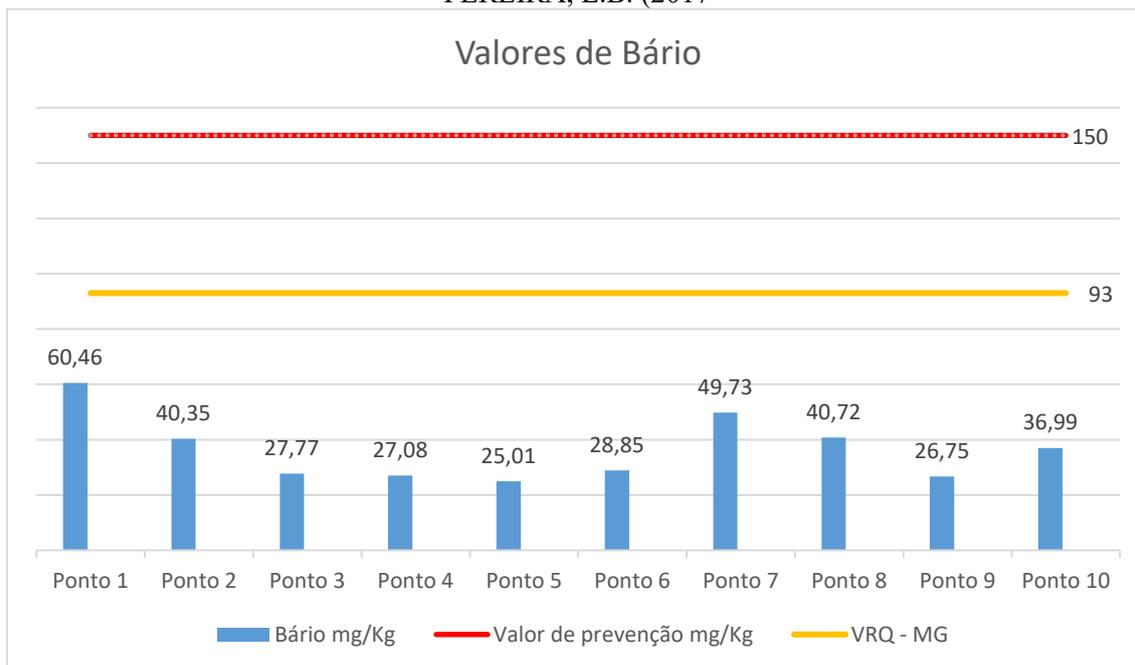


Gráfico 1: Valores encontrados de Bário no solo. **Autor:** PEREIRA, L.B. (2017).

Como indicado no gráfico, em nenhum ponto as amostras indicaram valores acima do permitido tanto para os valores de prevenção do CONAMA quanto para os valores de referência de qualidade da FEAM – MG. Contudo, a respeito da quantidade do metal presente no solo ainda pode-se dizer que:

Marques et al. (2004), avaliando solos do Cerrado brasileiro formados sob diferentes materiais de origem, observaram valores médios de 33, 41 e 299 mg kg⁻¹ em solos derivados de rocha sedimentar, basalto e gnaisse, respectivamente. (BIONDI *et al.*, 2011, p. 1824).

Estes valores também são normais para a região do Cerrado brasileiro, os teores podem variar amplamente dentro deste bioma, o que não significa que no caso do Cemitério São José o elemento não possa se enquadrar como contaminante já que em Latossolos a concentração deste elemento pode ser muito mais inferior considerando níveis normais (Biondi *et al.* 2011), e também existem casos onde:

O Ba está incluído na lista de substâncias perigosas da Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR, 2010), sendo também regulamentado pela legislação ambiental de diversos países quanto aos valores orientadores de qualidade do solo. (BIONDI *et al.*, 2011, p. 1820).

Ou seja, mesmo estando abaixo dos níveis considerados prejudiciais este elemento pode ser considerado nocivo ao ambiente dependendo da sua especificação, variando muito em função dos tipos de solo. Nos solos do Cerrado pode apresentar baixas concentrações e nos solos da zona da mata nordestina, por exemplo, apresentam altos teores naturais (Biondi *et al.* 2011), isto se justifica quando:

Esses valores são baseados na análise de solos sob condição natural (sem nenhuma ou mínima interferência antrópica) e em análise de risco. A determinação dos teores naturais, em cada unidade da Federação, como indicado pelo CONAMA, é o primeiro passo para a definição de valores orientadores de situações de contaminação, essencial para a construção de uma legislação voltada para o monitoramento e intervenção legal condizentes com a realidade local [...]. (BIONDI *et al.*, 2011, p. 1820).

E o solo analisado neste estudo relata o uso em área de cemitério, ou seja, a quantidade encontrada não pode ser dada como natural. Justifica-se também pelo fato de que o local de estudo se encontra em região de Cerrado e com predominância de Latossolos (Rodrigues, 2014), onde os valores naturais de Bário tendem a ser menores, logo os valores acima exibidos podem ser oriundos da contaminação causada pelo sepultamento de corpos humanos.

E de acordo com a metodologia proposta todos os pontos para a análise do elemento Ba podem ser classificados como orgânicos, já que em nenhuma das amostras os valores excederam o permitido pela resolução nº 420/2013 do CONAMA, ou pela legislação estadual da FEAM-MG (2008).

3.3.2. Valores de Cobre no Solo

O perfil de amostragem do Cobre no solo mostra mais uma vez a maior concentração do elemento na parte mais baixa do terreno, na menor declividade. Desta forma é possível considerar que esta contaminação está sendo carregada dentro do cemitério, da maior para a menor declividade. A respeito deste metal pode-se dizer que:

COBRE (Cu) – Nos solos que contém “húmus”, há deficiência deste elemento. Suas funções na fisiologia vegetal não foram ainda bem esclarecidas; admite-se, porém, que interfira nos processos de oxidação e redução. (AMARAL, 1984, p. 58).

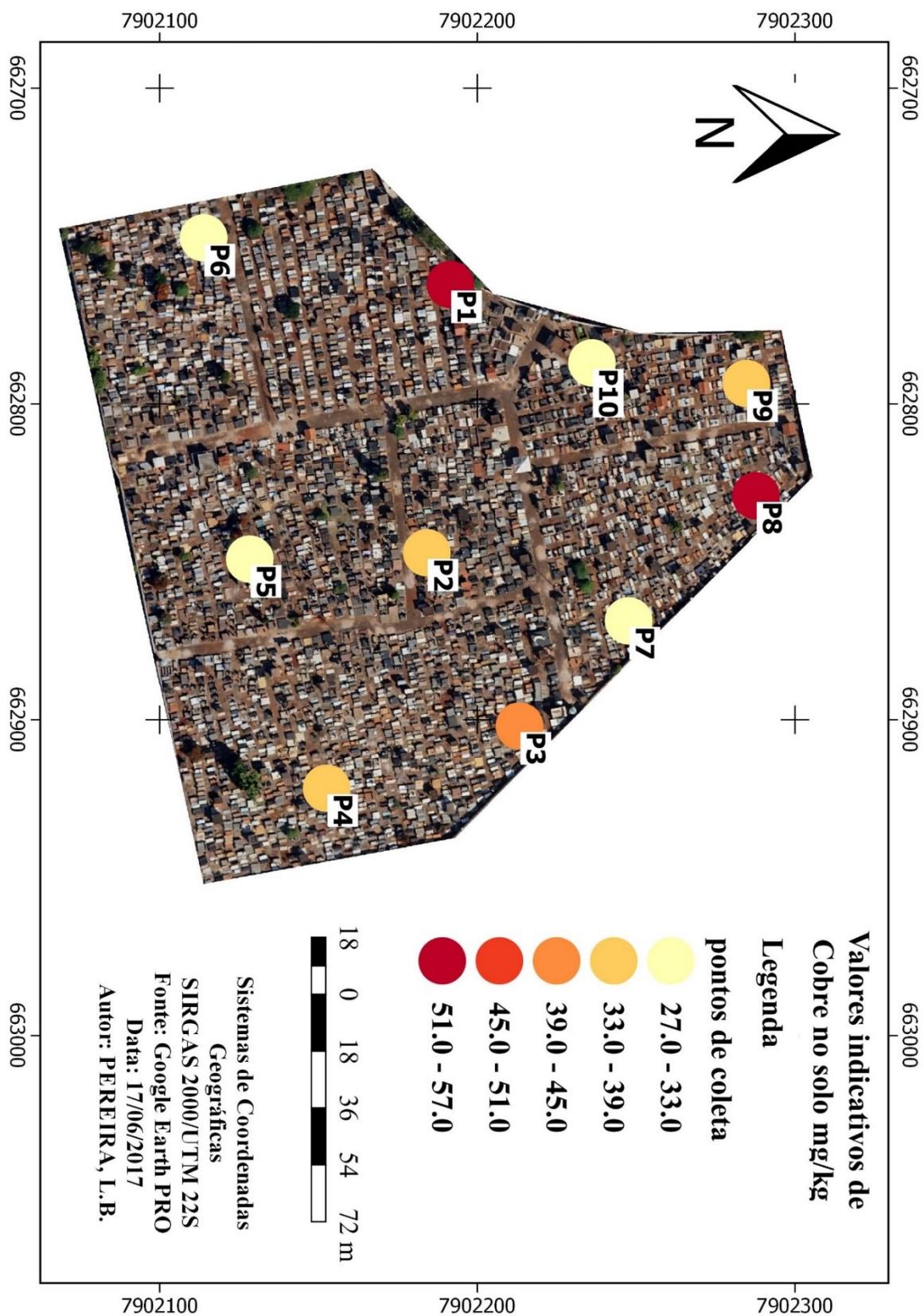
Por não se tratar de uma área de plantação logo a função estabelecida pelo autor é pouco relevante para justificar a presença do metal no solo. Logo seus valores podem ser avaliados como contaminante dado o uso do cemitério (Mapa 4). Neste local o Cobre está presente principalmente nas partes metálicas utilizadas, seja nos monumentos em túmulos, seja nas partes metálicas que acompanham o corpo humano, mas:

Embora seja um elemento solúvel, portanto potencialmente móvel e disponível para as plantas, as formas com que ele ocorre no solo são de grande importância na prática agrônoma. A contaminação de solos por cobre é resultante da utilização de materiais que contêm este elemento, tais como fertilizantes, resíduos municipais ou industriais e por emissões industriais. (MELO *et al*, p. 30, 31).

Os autores deixam claro que a contaminação por Cu no solo advém de materiais depositados no mesmo. No caso dos cemitérios o elemento é transportado para o solo inicialmente pela deterioração às quais estão expostos os monumentos póstumos (Figura 12). Devido à exposição às intempéries climáticas, principalmente a chuva, estátuas e placas de identificação tem o Cu retirado de sua estrutura vindo a percolar no solo.



Figura 12: Estátuas desgastadas pela ação do tempo. **Autor:** PEREIRA, L.B (2017).



Mapa 4: Valores indicativos de Cobre no solo mg/kg. **Fonte:** Google Earth PRO. **Autor:** PEREIRA, L.B. (2017).

Em segundo momento a liberação de Cu ocorre principalmente devido ao processo de decomposição do corpo humano, que interfere não somente em partes metálicas oriundas do próprio corpo, como também contribui para a dissolução e transporte do elemento presente nas estruturas presentes nas urnas funerárias, como alças e outros adornos metálicos.

Ainda é ressaltado a respeito das características do Cu seu comportamento dado à medida em que:

É considerado o mais imóvel dos metais pesados, sendo fortemente fixado pela matéria orgânica, por óxidos de Fe, Al e Mn e pelos minerais de argila (Adriano, 1986). Assim, a característica comum da sua distribuição no perfil do solo é o acúmulo no horizonte superficial, seguindo o modelo de distribuição da matéria orgânica no perfil do solo. (MELO *et al*, p.30).

Mesmo estando localizado em área de predominância de Latossolos, onde os teores de argila tendem a ser menores, a fixação deste elemento se justifica na superfície pelo teor de matéria orgânica, que neste caso é explicado pelo sepultamento e a profundidade na qual são realizados. Desta forma os valores de Cu obtidos no solo do Cemitério São José podem ser considerados contaminantes a partir do momento que não é resultado de uma acumulação natural no terreno, mas sim da atividade desenvolvida sobre o mesmo.

Pessoas que são sepultadas com obturações dentárias e jóias, por exemplo, tendem a liberar uma grande quantidade deste elemento no solo durante o processo de decomposição. Entretanto “os estudos têm demonstrado que o Cu apresenta baixa mobilidade no solo, acumulando-se na superfície do mesmo” (Sheppard & Thibault, 1992 *apud* MELO *et al*, p. 56). E dentro do cemitério os maiores valores de Cu foram encontrados nas menores profundidades sendo em P1 a 30cm e em P8 a 40cm de profundidade respectivamente.

Nos outros pontos os valores variaram conforme demonstrado abaixo (Gráfico 2), e para corroborar o que é citado pelos autores acima, os menores valores de Cu foram encontrados na maior profundidade em P5 a 80cm e P6 a 120cm de profundidade respectivamente.

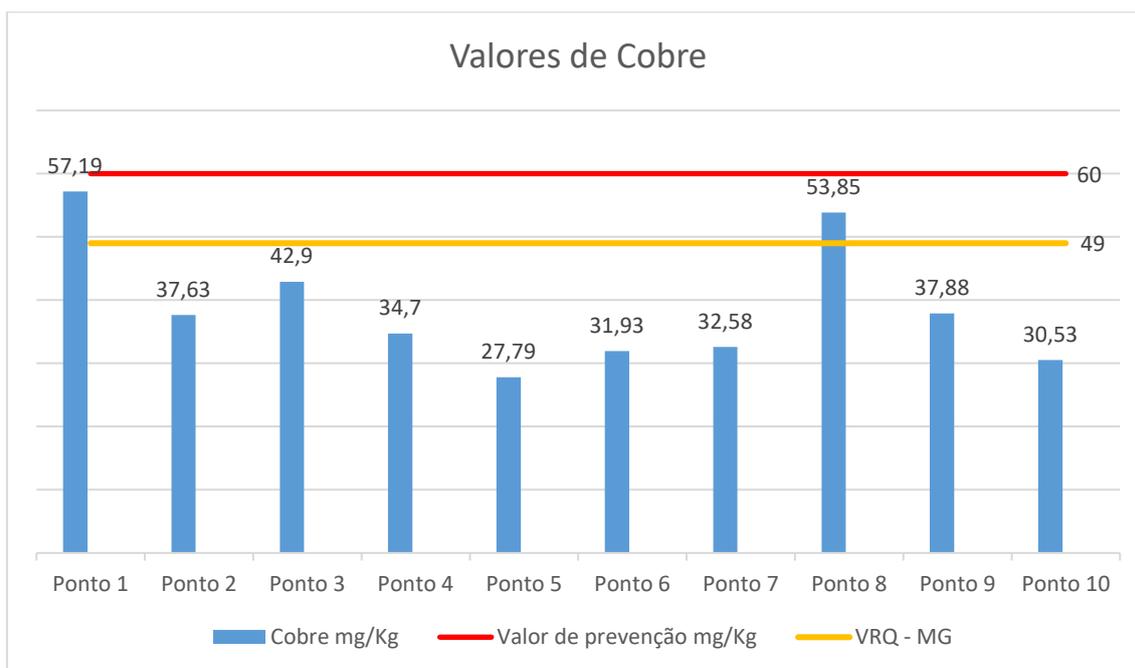


Gráfico 2: Valores de Cobre no solo. **Autor:** PEREIRA, L. B. (2017).

A quantidade encontrada do elemento apenas superou os valores permitidos para o estado de Minas Gerais, comparando com a resolução do CONAMA, nenhum ponto excedeu o máximo permitido. Mesmo assim apenas nos pontos mais superficiais P1 e P8 os valores de referências superaram o estipulado pela FEAM-MG.

O principal fator de análise sobre este metal é que a matéria orgânica aumenta a mobilidade do Cu, já que pode ser fixado por esta matéria e óxidos de Fe e Al também. (Giroto, 2007), e no caso dos cemitérios esta matéria orgânica se dá através do sepultamento, um caso que pode ser comparado à deposição de resíduos orgânicos em aterros sanitários e na matéria orgânica dissolvida em esgoto (Giroto 2007), além disto também é reforçado que:

Um exemplo disso é o trabalho de ASHWORTH & ALLOWAY (2004), mostrando que a mobilidade do Cu através do solo foi aumentada na presença de matéria orgânica dissolvida derivada de lodo de esgoto, e que este processo aumentou o potencial de contaminação de águas superficiais e subsuperficiais. Embora, o risco de intoxicação por cobre para saúde dos homens ser baixo, a World Health Organization sugere valores padrões (máximos) de 2 mg L^{-1} , para água potável. (GIROTO, 2007, p. 39).

Isto não descredita a presença do Cu no solo do cemitério, uma vez que seus valores não foram obtidos de um solo em condições naturais, sem a interferência humana, justificando isto através dos objetos que contém cobre em sua composição presentes dentro do cemitério.

Para o elemento Cu, de acordo com a metodologia proposta no trabalho, pode-se classificar dois pontos, sendo estes P1 e P8 como sendo intermédios, já que seus valores se aproximaram dos valores permitidos pela resolução nº 420/2013 do CONAMA, e em P8 pode se classificar como insalubre ou infecto considerando a legislação da FEAM-MG (2008), já que o valor ultrapassou o nível de qualidade exigido. Os outros oito pontos se classificam como orgânicos, pois seus valores não atingiram nenhum patamar exigido tanto pelo CONAMA quanto pela FEAM-MG.

3.3.3. Valores de Zinco no Solo

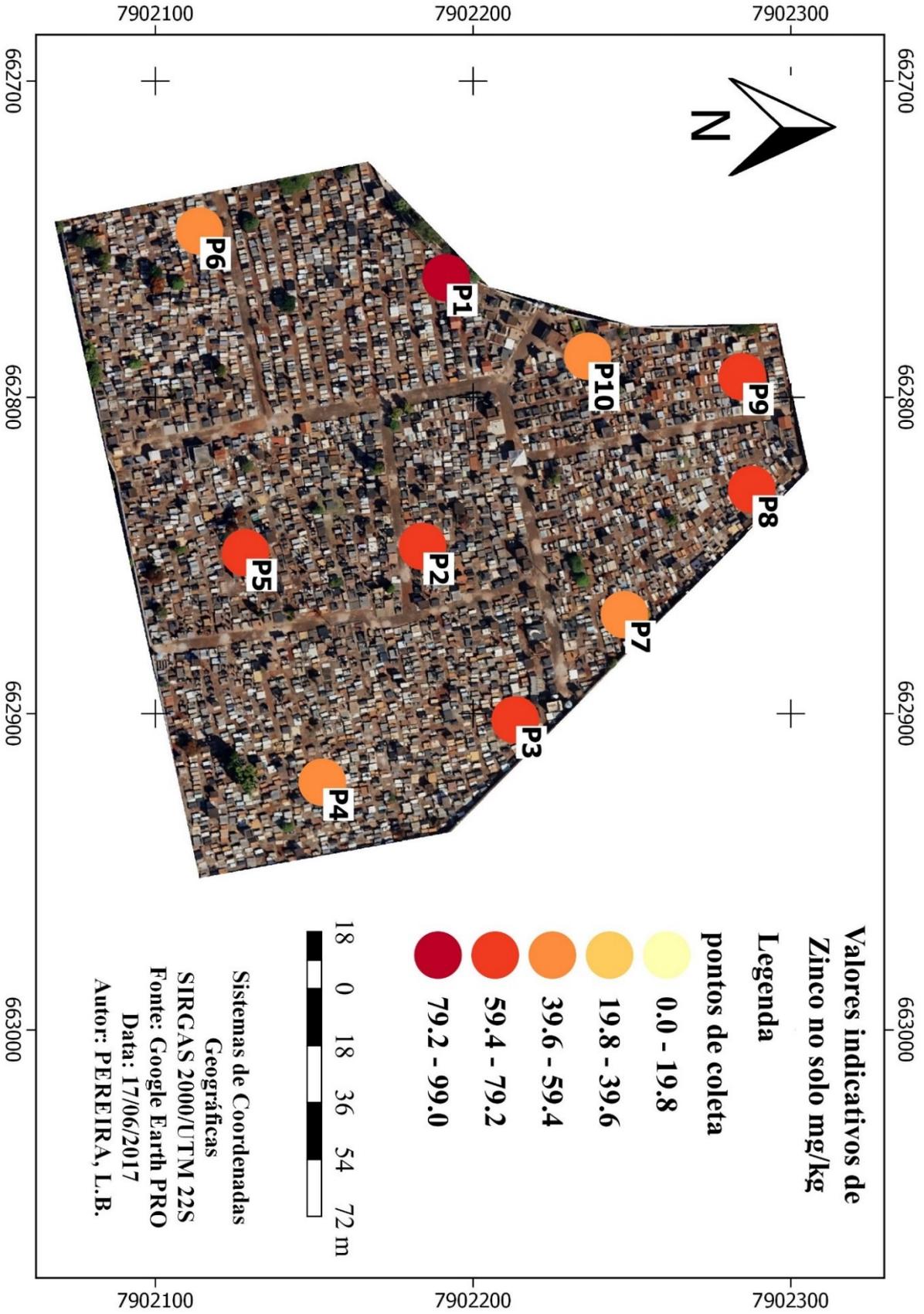
Já o zinco (Mapa 5), apresenta um perfil de aumento na concentração partindo da parte mais alta para mais baixa do relevo, vindo a apresentar sua maior concentração em amostra superficial em P1 a 30cm de profundidade.

Isso leva a compreender que este elemento vem sendo carregado das partes mais altas do cemitério e sendo depositado na parte baixa. Lembrando que de acordo com Kemerich (2012), o zinco é:

[...]considerado o 25º elemento mais abundante na crosta terrestre, ocorre em vários minerais e em diferentes formas (sulfetos ou carbonatos de Zn), seu maior uso é na galvanização de produtos de ferro (Fe), proporcionando uma cobertura resistente à corrosão. É utilizado em baterias, fertilizantes, aros e rodas de veículos, tintas, plásticos, borrachas, em alguns cosméticos como pós e bases faciais e produtos farmacêuticos, como os complexos vitamínicos. A absorção excessiva do metal pelo organismo pode levar a um quadro de intoxicação, resultando em sintomas como vômitos, diarréias e cólicas (KAMERICH *et al*, 2012, p. 152).

É um metal que em contato direto com a população pode causar sintomas desconfortáveis, mas que são pouco associados com o cemitério e sua contaminação. Fato se deve que este metal fica particulado no ar e acaba sendo inalado pela população que eventualmente frequenta o cemitério.

Com relação aos valores de quantidade o Zn também não excedeu limite permitido pelo CONAMA. Contudo sua concentração prevista para o estado de Minas Gerais esteve acima do recomendável em todas as amostras retiradas (Gráfico 3).



Mapa 5: Valores indicativos de Zinco no solo mg/kg. **Fonte:** Google Earth PRO. **Autor:** PEREIRA, L.B. (2017).

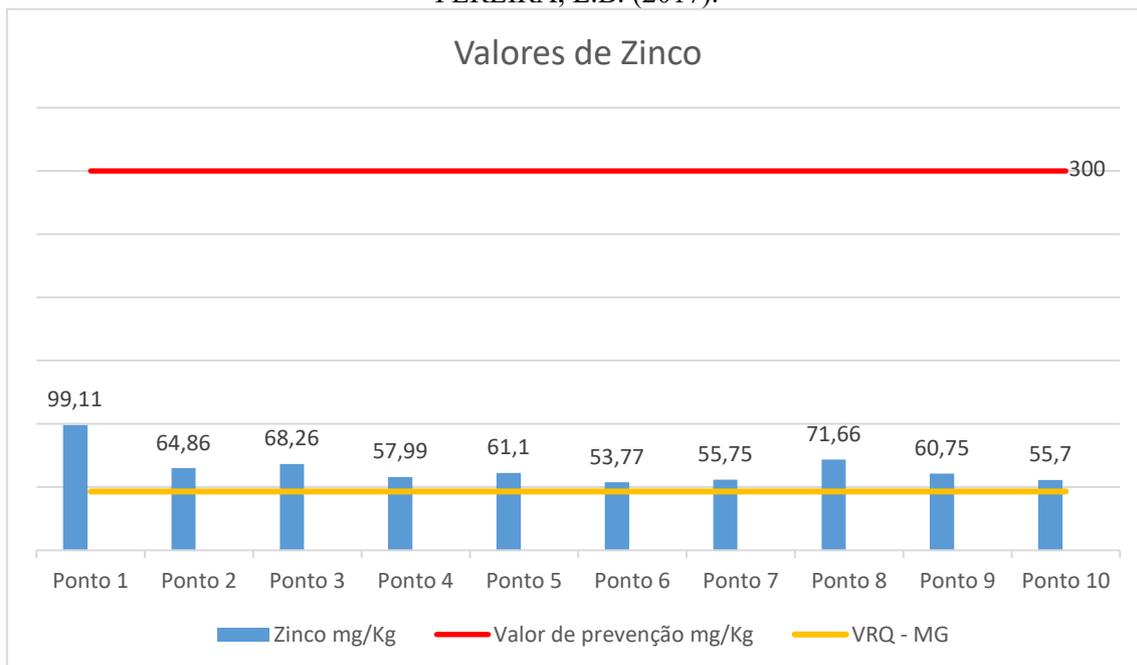


Gráfico 3: Valores de Zinco no solo. **Autor:** PEREIRA, L. B. (2017).

Mais uma vez a maior concentração do metal, neste caso o Zn foi encontrado na menor declividade do cemitério em P1 a 30cm de profundidade. O Zn tem um comportamento muito similar ao do Cu, isto é dito quando:

ZINCO (Zn) – Entre o Zn e o cobre há muitas coisas comuns. Favorece a produção de hormônios vegetais, bem como influi no desenvolvimento da clorofila. (AMARAL, 1984, p. 58)

No Cemitério São José o Zn não está ligado à produção vegetal, por isto sua presença no solo do terreno se justifica como contaminante, uma vez que esta concentração advém principalmente das partes metálicas ou de latão (Bezerra, 2011), que são utilizadas em muitos casos. O Zn também é utilizado com composição com o Cu (Figura 13), entretanto apresentou valores maiores que o mesmo nas amostras coletadas.



Figura 13: Estátuas metálicas que sofrem com ação do tempo. **Autor:** PEREIRA, L.B (2017).

Assim como o cobre, o zinco está presente principalmente nos monumentos sepulcrais e dada a ação do tempo, mais os fatores climáticos, contribui para que este metal seja dissociado das estruturas e percole no solo. O Zn é fortemente retido pelos horizontes mais superficiais do solo, encontrando-se em sítios de troca das argilas silicatadas e da matéria orgânica, podendo também estar absorvido às superfícies dos sólidos [...] (BEZERRA, 2011, p. 26). Nas análises coletadas esta afirmativa se confirmou já que os mais altos valores de Zn foram encontrados nas amostras superficiais.

O zinco e o ferro são metais pesados que estão constantemente entrando em contato com o substrato, causando degradação de áreas e difícil revegetação no local. (Alexandre *et al*, 2012, p. 23). Fica evidente o impacto causado pela presença do elemento do solo, vindo a comprometer mesmo futuros usos que venham ser dados ao cemitério. O autor ainda lembra que: atualmente, a toxicidade advém de atividades de mineração e fundição em solos agrícolas tratados com lodo de esgoto, especialmente em solos de pH baixo, onde o metal é melhor absorvido. (Alexandre *et al*, 2012, p. 24). E nos cemitérios o uso pode ser comparado à deposição de efluentes como o esgoto sobre o solo. Também a formação do solo na região favorece o acúmulo deste metal já que:

Em relação às condições edáficas, nas áreas de cerrado predominam solos de baixa fertilidade, ácidos e com altos teores de saturação de

alumínio. Os solos distróficos cobrem aproximadamente 89% da superfície total da região. (RODRIGUES, 2014, p. 52).

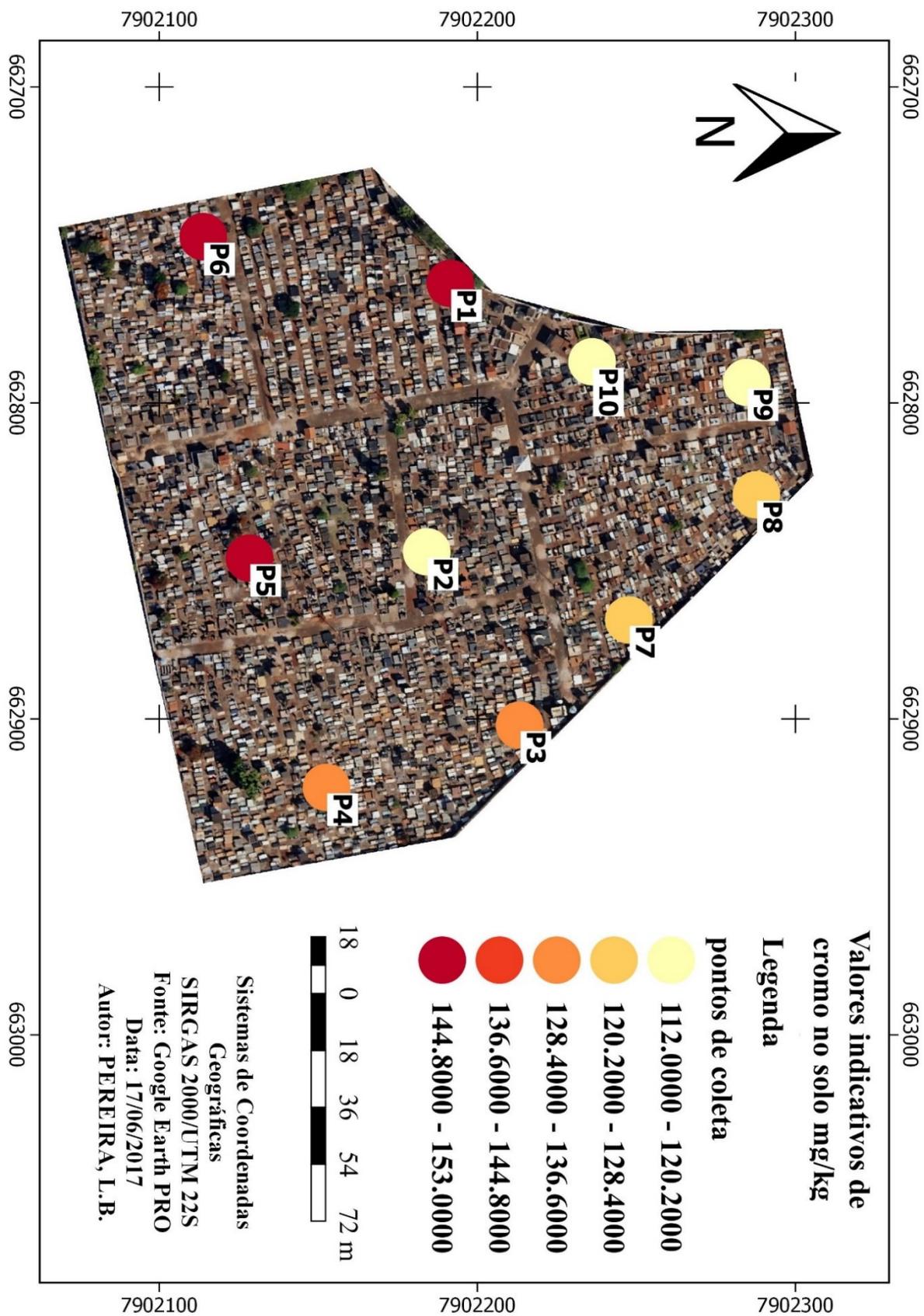
A afirmativa do autor serve para lembrar que o cemitério está localizado em área predominante de Latossolos, o que em concordância com Alexandre (2012), justifica a absorção de Zn pelo solo devido a acidez característica do mesmo.

Já para o elemento Zn, considerando a metodologia proposta, todos os pontos podem ser classificados como insalubres ou infectos se comparados à legislação da FEAM-MG (2008). Todas as dez amostras apresentaram valores superiores ao permitido pela legislação mineira. A resolução nº 420/2013 do CONAMA permite um valor muito superior para presença deste elemento no solo.

3.3.4. Valores de Cromo no Solo

O quarto elemento analisado foi o Cr, sendo o único metal estudado que apresentou valores acima do permitido tanto pelo CONAMA quanto pela FEAM –MG. Novamente a maior concentração do metal (Mapa 6), se deu em P1 na menor declividade a 30cm de profundidade.

Este comportamento similar de todos os elementos dentro do terreno do cemitério indica que esta contaminação está concentrada principalmente nas camadas superficiais do solo e na menor declividade do local. Com exceção, o Cr também apresentou valores altos (Gráfico 4), em P5 a 80cm de profundidade e em P6 a 120cm de profundidade respectivamente.



Mapa 6: Valores indicativos de Cromo no solo mg/kg. **Fonte:** Google Earth PRO. **Autor:** PEREIRA, L.B. (2017).

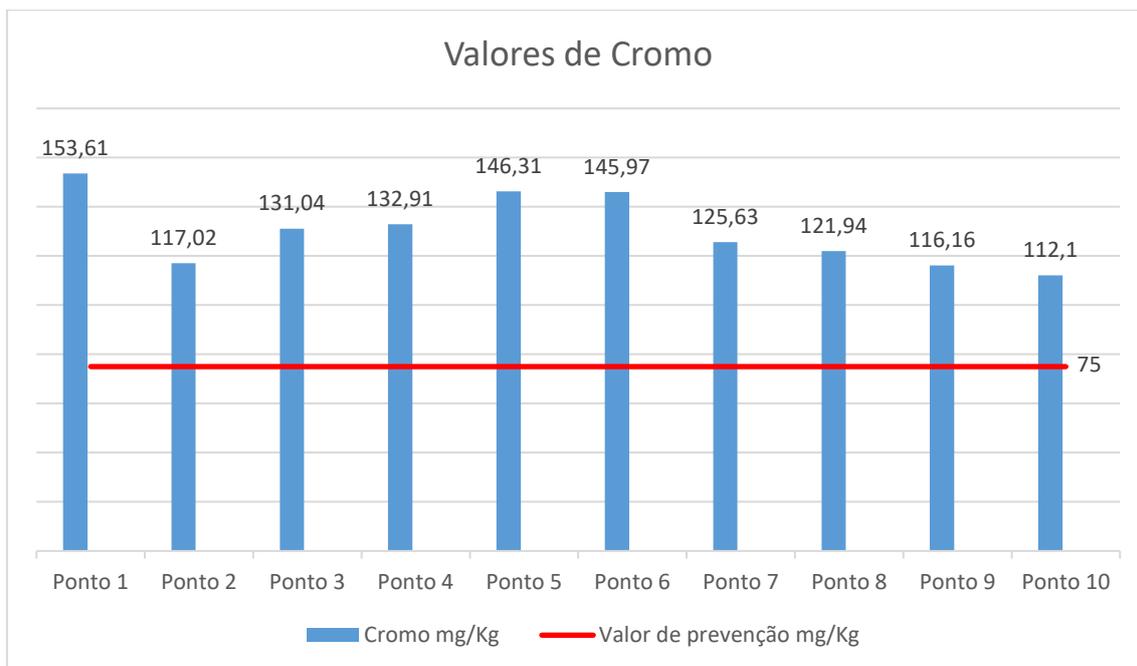


Gráfico 4: Valores de Cromo no solo. **Autor:** PEREIRA, L. B. (2017).

O gráfico para o Cr não apresenta a linha para os valores de referência de Minas Gerais, uma vez que a FEAM-MG determinou que para este metal o número fosse o mesmo da legislação do CONAMA. A respeito deste elemento é esclarecido que:

O cromo é um elemento traço essencial, mas também pode ser tóxico para o ser humano. Este elemento químico é encontrado naturalmente no solo, na poeira e gases de vulcões. No meio ambiente, pode ser encontrado na forma de cromo (0), cromo (III) e cromo (VI), sendo que o cromo (III) tem ocorrência natural no meio ambiente, enquanto cromo (VI) e cromo (0) são geralmente produzidos por processos industriais. (KAMERICH *et al*, 2012, p. 149).

Os autores esclarecem bem que o Cr pode ocorrer de forma natural no ambiente, contudo a temática central desta pesquisa classifica-o no caso como contaminante. O cromo no solo está em sua maioria na forma de óxido insolúvel Cr_2O_3 de baixa mobilidade e uma pequena quantidade nas formas solúveis de Cr (VI) e Cr (III), portanto de maior mobilidade no solo. (Kamerich *et al* 2012, p. 149). Por esta afirmação pode-se concluir que no cemitério o Cr se apresenta tanto em formas insolúveis como em formas solúveis devido às profundidades e concentrações em que foi encontrado. O elemento químico cromo é extremamente usado na galvanoplastia e na indústria de curtumes. (Kamerich *et al*, 2012).

Nos cemitérios é utilizado principalmente para dar maior durabilidade às partes metálicas envolvidas nos materiais funerários. A respeito do Cr quando se refere a saúde humana é lembrado que:

Em relação à saúde humana pode-se evidenciar que pessoas que fazem uso excessivo destes metais pesados estão sujeitos a algumas patologias tais como: problemas neurológicos, psiquiátricos, danos no fígado e rins, além de irritação gastrointestinal. Deve-se destacar também o Cr e o Ni que podem ter efeitos carcinogênicos. (COSTA & ROSOLEN, 2012, p. 228).

Estes efeitos não estão relacionados à presença próximo à população, e ainda não foi realizado nenhum estudo referente à saúde dos moradores do entorno ou dos funcionários que estão diariamente em contato com esta contaminação. O caso do Cr se mostra mais grave, visto que é um metal de alta toxicidade e que gera danos nocivos à saúde humana, ou seja, não influencia apenas a saúde do solo em questão.

O elemento Cr, de acordo com a metodologia criada para classificação dos pontos de coleta, pode ter todos as suas amostras classificadas em pontos insalubres ou infectos já que em todos os dez pontos os níveis de Cr superaram tanto o permitido para resolução nº 420/2013 do CONAMA quando da FEAM-MG (2008).

Considerações Finais.

O estudo trouxe uma análise sobre a contaminação do solo e ocupação do relevo no Cemitério São José, na cidade de Ituiutaba-MG. Estas áreas ainda são pouco tratadas no meio acadêmico devido à mística que envolve o local ou o próprio desconhecimento dos impactos dali provenientes. Em Ituiutaba-MG é o primeiro estudo realizado sobre o cemitério.

Sendo apropriada pelo homem a natureza também é o seu lugar de sepultamento. É passada a hora da temática dos cemitérios ser discutida com mais rigor científico e também ser encarado como um lugar passível de causar impactos à natureza e ao próprio homem. Recursos como a água e o solo acabam perdendo sua qualidade não apenas nos aterros e lixões.

A proposta de uma metodologia inédita para o estudo do solo nas áreas de cemitérios advém da necessidade de enquadrá-lo também como recurso natural que vem sendo contaminado nestas áreas, e não apenas uma superfície de deposição.

É necessário que haja planejamento na execução destas obras, em casos de construção de novas necrópoles, e também que os já implantados sejam revisados seus planos de manejo ou mesmo a elaboração da gestão para futuras instalações de cemitérios. Deve haver também o cuidado com a área a ser destinada à construção, bem como realização das devidas análises normatizadas pelos órgãos competentes.

Em Ituiutaba-MG a gestão do cemitério cabe à prefeitura e o Código de Posturas da cidade, de 1970, trata da construção de cemitérios particulares. E mesmo o cemitério São José não atende os requisitos tratados por este código, pelo fato de que durante muito tempo –1920 a 1985– foi o único cemitério da cidade, sofrendo assim com dificuldades que não lhe permitiram cumprir as determinações postas, principalmente no que diz respeito ao espaço para sepultamentos.

O que se nota é que o cuidado e a manutenção ficam a cargo dos funcionários municipais e dos familiares que fazem uso do local para visitação.

No do cemitério São José foi identificada a contaminação por metais pesados – Ba, Cu, Zn e Cr. Contudo, estes elementos não se encontram em valores que impeçam a utilização da área ou perigo   saúde humana. Porém alguns elementos foram encontrados em valores acima do permitido seja pelo CONAMA, ou pela FEAM-MG.

H  que se preocupar também que atualmente o cemitério se encontra em uma área bem central da cidade, o que não   recomendável seja qual for o caso. O fato é que a área continua sendo usada para sepultamentos e com o passar do tempo o esperado é que a contaminação aumente, o que pode tornar o uso inviável.

  necessário que haja estudos regulares de tempos em tempos para monitoramento do cemitério através de análises que darão base para o seu bom funcionamento de acordo com a legislação. Apesar do prazo para regularização já ter vencido (2010), nada foi feito. O cemitério s  é lembrado próximo ao dia de finados.

Pode-se considerar uma nova área para construção de um outro cemitério municipal, desta vez com respeito às normas legais e necessárias. Por enquanto o Cemitério São José carece de um maior cuidado em sua utilização. E a população deve ser esclarecida não apenas quanto ao cuidado de cada túmulo, mas também sobre os impactos que o cemitério pode causar.

Deve-se estabelecer um diálogo de conscientização e cautela para que este tipo de ocupação seja bem compreendido e não fique alheio ao cotidiano da sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Nautir David. Noções de conservação do solo. 2º. Ed. – São Paulo: Nobel, 1984.

BERTRAND, Georges. BERTRAND, Claude. Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Organizador: Messias Modesto dos Passos. Maringá. Ed: Massoni, 2007.

BEZERRA, Jairo Dias. Quantificação de Arsênio, Zinco, Cobalto, Cromo e Bário no Solo de uma área agricultável do agreste de Pernambuco. Dissertação de Mestrado – UFPE. 2011. Disponível em: http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/9642/arquivo7032_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso: 05/2017.

BIONDI, Caroline Miranda et, al. TEORES NATURAIS DE BÁRIO EM SOLOS DE REFERÊNCIA DO ESTADO DE PERNAMBUCO. R. Bras. Ci. Solo, 35:1819-1826, 2011.

<https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000500036>

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas. Região de Cuiabá e Várzea Grande – MT – Brasília: Funasa, 2007.

BRASIL, Leis, decretos, etc... Resolução CONAMA nº335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental. Diário Oficial, Brasília, 28 de maio de 2003, Seção 1.

BRASIL, Leis, decretos, etc... Resolução CONAMA nº368, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre o licenciamento ambiental. Diário Oficial, Brasília, 29 de março de 2006, Seção 1.

BRASIL, Leis, decretos, etc... Resolução CONAMA nº 420, 30 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas. Diário Oficial, Brasília, 30 de dezembro de 2009, Seção 1.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia. São Paulo. Ed: Blucher, 1980. 2ª edição. 13ª reimpressão, 2011.

CHRISTOPHERSON. Robert W. Geossistemas: uma introdução à geografia física. Tradução: AQUINO, Francisco Eliseu et. al. 7ª edição. Porto Alegre. Ed: Bookman, 2012.

CARNEIRO, Victor Santos. IMPACTOS CAUSADOS POR NECROCHORUME DE CEMITÉRIOS: MEIO AMBIENTE E SAÚDE PÚBLICA. São Paulo. 2009. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21956>>. Acesso em: 22 de abril de 2015.

CASSETI, Valter. Ambiente e Apropriação do Relevo. São Paulo: Editora Contexto, 1991.

COSTA, Rildo Aparecido. ROSOLEN, Vania. CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM SEDIMENTOS DE CÓRREGOS URBANOS COMO INDICADOR DA QUALIDADE AMBIENTAL E RISCOS A SAÚDE HUMANA. HYGEIA, ISSN: 1980-1726 Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia>. Hygeia 8 (15):222 - 231, Dez/2012

DOLFUSS, Olivier. O Espaço Geográfico. Tradução de DANTAS, Heloysa de Lima. São Paulo: Editora DIFEFEL, 3ª edição. 1978.

EMBRAPA. Manual de Métodos e Análises de Solo/ Centro Nacional de Pesquisa de Solo - 2. ed. Rio de Janeiro. 1997.

FEAM, Fundação Estadual do Meio Ambiente. Valores orientadores. Deliberação Normativa COPAM nº 166, de 29 de junho de 2011. Diário Executivo – Minas Gerais: 27/07/2011. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=18414>. Acesso: 05/2017.

FELICIONI, Fernanda, ANDRADE, Flavio, BORTOLOZZO, Nilza. A Ameaça dos Mortos: cemitérios põem em risco a qualidade das águas subterrâneas. São Paulo: Editora Jundiaí, 2007.

GIOTTO, Eduardo. COBRE E ZINCO NO SOLO SOB USO INTENSIVO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS. Dissertação de Mestrado – UFSM. Santa Maria, 2007. Disponível em: http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/1/TDE-2008-03-13T135703Z-1375/Publico/EDUARDOGIOTTO.pdf. Acesso: 05/2017

GUERRA, Antonio José Teixeira. Encostas Urbanas – Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro. Editora Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, Antônio Teixeira. Recursos Naturais do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1976.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Degradação dos Solos – Conceitos e Temas. In: Degradação dos Solos no Brasil. Org: Antonio José Teixeira Guerra, Maria do Carmo Oliveira Jorge. 1º. Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

ITUIUTABA. Código de Posturas do Município. Das Condições Higiênico-Sanitárias de Cemitérios Particulares. Ituiutaba, 1970.

KAMERICH, Pedro Daniel da Cunha. et. al. Valores anômalos de metais pesados em solo de cemitério. Universidade Federal de Santa Maria. Revista Ambiente & Água. Volume 7. nº1, p. 152.

MELO, Gabriel Maurício Peruca de. MELO, Valéria Peruca de. MELO, Wanderley José de. METAIS PESADOS NO AMBIENTE DECORRENTE DA APLICAÇÃO DE

LODO DE ESGOTO EM SOLO AGRÍCOLA. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/CB5F6214/LODOMETAL.pdf>.
Acesso: 11/2016.

MENDES, Paulo Cezar. QUEIROZ, Arlei Teodoro de. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA – MG. In: Geografia do Brasil Central: enfoques teóricos e particularidades regionais. /Anderson Pereira Portuguese, Geresa Gonçalves Moura e Rildo Aparecido Costa (Org). – Uberlândia: Assis Editora, 2011.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. GEOSSISTEMAS a história de uma procura. 2ª edição. São Paulo. Ed: Contexto, 2001.

NASCIMENTO, Waldemir Gonçalves. Investigação Geofísica, Ambiental e Forense nos Cemitérios do Bengui e Tapanã (Belém - PA). Dissertação de Mestrado. 2009.

NECKEL, Alcindo. A ATUAL SITUAÇÃO AMBIENTAL E CONTAMINAÇÃO DOS CEMITÉRIOS BRASILEIROS: RISCOS E PERSPECTIVAS E MEDIDAS FUTURAS. XII Congresso de Ecologia do Brasil. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/xiiceb/xiiceb/palestrantes/Alcindo%20Neckel.pdf>. Acesso: 05/2017

PACHECO, Alberto. Cemitérios: Um pouco de preocupação ambiental. Artigo do instituto de Geociências da USP. São Paulo, p. 1- 3, 2007.

_____, Alberto, SARAIVA, Fernando, FORMAGGIA, Denise. Cemitérios: Sepultamentos em Columbários – Riscos ambientais e Sanitários. Artigo do instituto de Geociências da USP. São Paulo, 2007.

_____, Alberto, BATELLO, Edson. A Influência dos Fatores Ambientais nos Fenômenos Transformativos em Cemitérios. Artigo do Instituto de Geociências da USP. São Paulo, 2007.

_____, Alberto. (1986). Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento. Revista do Sistema de Planejamento e de Administração Metropolitana (SPAM), SNN/EMPLASA. São Paulo, ano IV, n. 17.

PALMIERI, Francesco. LARACH, Jorge Olmos Iturri. Pedologia e Geomorfologia. In: Geomorfologia e Meio Ambiente. Org: Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. 10^o. Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

ROCHA, Adriano Ferreira. "Cádmio, Chumbo, Mercúrio – A problemática destes metais pesados na Saúde Pública?". Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação. Monografia de graduação. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54676/4/127311_0925TCD25.pdf>. Acesso em: 22 de novembro de 2016.

RODRIGUES, Silvio Carlos. Degradação dos Solos no Cerrado. In: Degradação dos Solos no Brasil. Org: Antonio José Teixeira Guerra, Maria do Carmo Oliveira Jorge. 1^o. Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia aplicada aos EIAs – RIMAs. In: Geomorfologia e Meio Ambiente. Org: Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. 10^o. Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SANTOS, Raphael David dos. et. al. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6. ed. Viçosa - MG: Sociedade Brasileira de ciência do solo, 2013.

SILVA, Antonio Soares da. Solos Urbanos - Geomorfologia Urbana/ Antonio José Teixeira Guerra (org). Rio de Janeiro. Editora Bertrand Brasil, 2011.

SILVA, Lezíro Marques. Contaminação por necrochorume afeta subsolo de cemitérios em São Paulo. O Estado de S. Paulo, São Paulo, 6 abril. 2010. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2010/04/06/contaminacao-por-necrochorume-afeta-subsolo-de-cemiterios-em-sao-paulo/>. Acesso em 21 de novembro de 2016.

SILVA, Robson Willians da Costa. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. Artigo publicado - Revista Brasileira de Ciências Ambientais. p. 27, nº 09, 2008. Disponível em: http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/09-08_artigo_5_artigos132.pdf. Acesso em: 28 de novembro de 2016.

TROPPEMAIR, Helmut. GALINA, Marcia Helena. Geossistemas. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 10, 2006. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/69/44>. Acesso em: 24 de junho de 2016.

VESENTINI, José William. Geografia, Natureza e Sociedade. Ecologia e Geopolítica a Dialética da Natureza, Ecologismo e Revolução Social. São Paulo: Editora Contexto, 1989.