

XI 004 - DIAGNÓSTICO E ANÁLISE RISCO AMBIENTAL DO CEMITÉRIO PÚBLICO URBANO DE CURITIBA, PARANÁ, BRASIL

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.XI-004>

Eduardo Antonio Maia Lins (*), Adriana da Silva Baltar Maia Lins, Keli Starck, Rui Pedro Cordeiro Abreu de Oliveira, Lilia Albuquerque da Silva

* Universidade Católica de Pernambuco / Instituto Federal de Pernambuco – Email: eduardomaiains@gmail.com

RESUMO

A expansão urbana tem elevado a problemática dos cemitérios, que, anteriormente localizados nas periferias, agora se encontram integrados às áreas urbanas, interagindo com diversos usos do solo. Este estudo tem como objetivo realizar uma análise de risco utilizando uma matriz 5 x 5, focando em um cemitério público em Curitiba, Paraná. A análise é fundamentada em um diagnóstico de campo e informações obtidas junto aos funcionários do cemitério. A avaliação do risco considera o contexto local, abordando parâmetros internos, como as características do solo e da infraestrutura, e externos, como a proximidade de áreas residenciais e comerciais. Embora medidas de controle estejam em vigor, a longa operação do cemitério pode ter resultado na acumulação de substâncias contaminantes no solo e na água subterrânea. A população circunvizinha está sob risco elevado de saúde, devido à contaminação por necrochorume, substâncias tóxicas, vírus, bactérias e metais pesados provenientes da decomposição de corpos. Essa situação é mais crítica em cemitérios antigos, com longos períodos de funcionamento. Essas condições ressaltam a importância de um monitoramento ambiental contínuo e a adequação das infraestruturas para mitigar os impactos à saúde pública. A hipótese de que o derramamento de necrochorume e a dispersão de gases na área urbana ao redor do cemitério afetam a água subterrânea e causam danos à saúde pública apresenta alta probabilidade de ocorrência, considerando o tempo de exposição dos moradores a esses contaminantes.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de Risco, Matriz, Contaminação, Saúde Pública.

INTRODUÇÃO

No início de 2023, a população mundial era de 8,05 bilhões, com o número de pessoas que morreram em 2022 em 67,1 milhões (cerca de 150.000 por dia). De acordo com as projeções da ONU, o número de pessoas que morreram em 2023 diminuiu para cerca de 60,8 milhões, mas aumentará constantemente nos anos seguintes, chegando a 91,6 milhões em 2050 e 122,8 milhões de pessoas em 2100 (ONU, 2022). A população atual do mundo representa cerca de 7% do número total de pessoas que vivem na Terra. Estima-se que esse número seja próximo a 117 bilhões (Kaneda et al., 2022). Os restos mortais dessas pessoas estão escondidos principalmente em solos, além de sedimentos de fundo de corpos d'água, depósitos de cavernas e fendas nas rochas. Nos EUA, no início do século 21, uma média de 2,5 milhões de pessoas morriam por ano, e seus enterros eram organizados em 22.500 cemitérios (Uslu et al., 2009). Inúmeros são os problemas dos cemitérios conforme observado por Lins et al. (2023): muitos deles são antigos, e não se enquadraram as legislações; liberam gases tóxicos e responsáveis pelo efeito estufa; liberam necrochorume para o solo e lençol freático; local de alta concentração de doenças contagiosas, dentre outros. A toxicidade química deste efluente vem da presença de compostos das cadeias do fósforo e do nitrogênio, metais pesados e aminas, sendo as aminas que mais se destacam devido as suas toxicidades elevadas (Fineza, 2008). Essas duas substâncias podem ser alteradas gerando amônia (NH₃), que depois passa a ser convertida em amônio (NH₄⁺), nitrito (NO₂⁻) e nitrato (NO₃⁻).

Com a expansão das cidades, o problema dos cemitérios no traçado urbano aumentou drasticamente. O cemitério, antes localizado fora das cidades, tornou-se parte integrante delas, acompanhando diretamente espaços com diferentes formas de uso e desenvolvimento do solo. Cemitérios de antigas regiões suburbanas também se tornaram parte dos limites urbanos, obrigando a inclusão de novas áreas de sepultamento no planejamento urbano (Greinert; Kostecki, 2024). Nas cidades, sempre houve concorrência para cada área com a finalidade de realizarem empreendimentos de vários tipos, tendo dificuldades decorrentes por problemas derivados de cemitérios não remediados ou até mesmo não identificados. Neckel et al. (2016) descreveram esse problema em relação à pequena cidade de Marau, no Brasil, com um cemitério central (3,57 ha, 2.000 sepultamentos) e mais 43 na zona rural circundante. Em outros continentes, também, o problema é semelhante, como evidenciado pela situação do cemitério em Siteki (Suazilândia), fechado devido à expansão urbana (Golomski, 2015). Ainda de acordo com o autor, até 400 m da borda de um cemitério, as condições de vida da população humana devem ser descritas como insalubres.

O Cemitério Municipal de Curitiba, São Francisco de Paula, foi inaugurado em 1854 e é o mais antigo da cidade, localizado no bairro São Francisco. Ele desempenha um papel importante na história da cidade, sendo o local de descanso final de várias personalidades influentes da política, cultura e sociedade paranaense, como Erbo Stenzel e Romário Martins. Além disso, o cemitério se destaca pelo seu valor artístico, contendo túmulos e mausoléus com esculturas de renomados artistas locais.

O cemitério é reconhecido como um espaço cultural e histórico, tanto pela preservação da memória de Curitiba quanto pelo seu acervo arquitetônico e artístico. Segundo Franco (2008), o Cemitério de São Francisco de Paula "é um verdadeiro museu a céu aberto", uma vez que as esculturas e monumentos representam diferentes períodos e estilos artísticos, desde o neoclássico até o modernista. Santos (2014) reforça o valor histórico do local, apontando que ele guarda a memória de importantes ciclos econômicos e políticos de Curitiba, como o ciclo da erva-mate e o desenvolvimento urbano no século XX. Além disso, o cemitério também é palco de visitas guiadas e eventos culturais, que buscam resgatar e preservar a história da cidade. Este trabalho tem como objetivo analisar um cemitério público localizado na cidade de Curitiba, estado do Paraná, tendo como base um diagnóstico realizado em campo, bem como através de informações coletadas com funcionários.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise de risco através de uma matriz 5 x 5, tendo como exemplo um cemitério público localizado na cidade de Curitiba, estado do Paraná, baseando-se em um diagnóstico realizado em campo, bem como através de informações coletadas com funcionários.

METODOLOGIA

- Região de Estudo:

O Cemitério São Francisco de Paula (Figura 1), mais conhecido como Cemitério Municipal, está localizado à Praça Padre Souto Maior, s/n.º, bairro São Francisco sendo o mais antigo de Curitiba, com cerca de 170 anos. Trata-se de um cemitério administrado pela prefeitura municipal, possuindo mais de 5700 túmulos, e uma área de 5,14 ha, além de uma infraestrutura com capelas mortuárias para os velórios e comércio de flores e velas (IPUC, 2024). Este cemitério foi inaugurado em 1854 e é o mais antigo da cidade, localizado no bairro São Francisco. Ele desempenha um papel importante na história da cidade, sendo o local de descanso final de várias personalidades influentes da política, cultura e sociedade paranaense, como Erbo Stenzel e Romário Martins. Além disso, o cemitério se destaca pelo seu valor artístico, contendo túmulos e mausoléus com esculturas de renomados artistas locais.

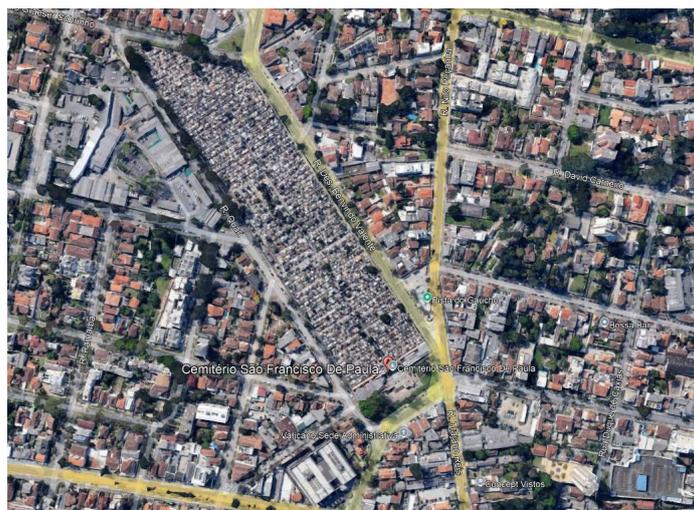


Figura 1. Cemitério urbano de São Francisco de Paula. Fonte: Google Earth (2024).

- Materiais e Métodos

O estudo foi iniciado com uma revisão bibliográfica abrangente e análise da legislação pertinente ao tema, que forneceu suporte teórico e legal ao desenvolvimento da pesquisa. Os subsídios para a análise da área em questão foram obtidos por meio de informações divulgadas na imprensa, além de visitas técnicas ao local, nas quais foram realizados registros fotográficos e inspeções visuais. A avaliação do funcionamento do cemitério e sua adequação às legislações vigentes,

como a Resolução CONAMA 335/03, foi complementada com entrevistas a funcionários, que forneceram informações valiosas sobre as práticas operacionais do local.

Para a análise de risco, foi considerado o contexto local do cemitério, descrevendo-se os parâmetros internos, como características do solo e infraestrutura, e externos, como a proximidade de áreas residenciais e comerciais. Esses elementos são fundamentais para a gestão de riscos. A análise seguiu uma abordagem metodológica descrita por Silva (2018), onde se define o escopo e os critérios de avaliação e gestão de riscos, sendo esses critérios a base para o processo de identificação, análise e mitigação de riscos associados ao cemitério. De acordo com Oliveira (2020), a gestão de riscos em cemitérios requer uma abordagem integrada, levando em conta tanto os impactos ambientais quanto os riscos à saúde pública.

Para esta análise utilizou-se da matriz de risco (Tabela 1), que é uma tabela que cruza a probabilidade de um evento ocorrer com a gravidade do impacto, para definir o nível de risco. Através dela é possível ajudar a classificar o nível de risco determinar a prioridade de ação.

Tabela 1. Matriz de Risco. Fonte: Os autores (2024).

		Gravidade \ Probabilidade				
		1 - Muito Improvável	2 - Improvável	3 - Possível	4 - Provável	5 - Muito Provável
Probabilidades	5 – Catastrófico (70 – 90%)	Médio	Médio	Alto	Alto	Alto
	4 – Grave (50 a 70%)	Baixo	Médio	Médio	Alto	Alto
	3 – Moderado (30 a 50%)	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Alto
	2 – Leve (10 – 30%)	Baixo	Baixo	Médio	Médio	Alto
	1 – Insignificante (0-10%)	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio

A matriz de risco é formada ao cruzar a probabilidade e a gravidade. Geralmente, utiliza-se uma tabela simples onde uma variável está no eixo vertical (gravidade) e a outra no eixo horizontal (probabilidade). A matriz pode variar em tamanho, como 3x3 ou 5x5, dependendo da complexidade dos riscos analisados. Para este estudo, será realizada uma única matriz, considerando-se a hipótese 1 e 2.

A matriz de risco é composta por dois critérios principais: probabilidade e gravidade. É preciso definir escalas para esses critérios.

a. Escala de Probabilidade (ou Frequência):

Esta escala mede a probabilidade de o risco ocorrer. Normalmente, usa-se uma escala de 1 a 5:

- 1 - Muito Improvável: Quase impossível de acontecer.
- 2 - Improvável: Pouco provável de ocorrer, mas possível.
- 3 - Possível: Pode acontecer ocasionalmente.
- 4 - Provável: Acontece com frequência.
- 5 - Muito Provável: Ocorre regularmente ou é quase certo.

b. Escala de Gravidade (ou Impacto):

Esta escala mede a gravidade das consequências caso o risco se concretize. Também é comum usar uma escala de 1 a 5:

- 1 - Insignificante: Danos mínimos ou sem impacto significativo.
- 2 - Leve: Pequeno impacto, sem lesões sérias ou perdas.
- 3 - Moderado: Danos consideráveis, podendo causar lesões moderadas ou perdas financeiras.
- 4 - Grave: Danos significativos, lesões sérias ou perdas financeiras elevadas.
- 5 - Catastrófico: Impacto muito severo, com risco de mortes, perdas financeiras severas ou danos irreversíveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Diagnóstico

As investigações realizadas no Cemitério Municipal de São Francisco, em Curitiba, revelaram uma questão ambiental de grande relevância. Embora hoje o cemitério esteja cercado por áreas comerciais e residenciais (Figura 1), originalmente, há cerca de 170 anos, foi construído em uma área isolada. Com o crescimento populacional e a urbanização, o entorno passou a ser densamente povoado. A falta de drenagem adequada e impermeabilização do solo ao longo dos anos pode ter contribuído para a contaminação ambiental, trazendo possíveis riscos à saúde pública, especialmente devido à poluição gerada pelo necrochorume e os gases liberados durante a decomposição de corpos.

O necrochorume é composto por substâncias tóxicas como cadaverina e putrescina, além de abrigar vírus e bactérias, como apontado pela FUNASA (Brasil, 2007). Esses compostos representam um risco significativo de contaminação do solo e das águas subterrâneas, o que pode afetar a saúde dos moradores da área. Além disso, cadáveres submetidos a tratamentos como radioterapia e quimioterapia podem liberar metais pesados e materiais radioativos no ambiente, aumentando ainda mais os riscos.

As análises tátil-visuais realizadas no local indicam que o solo do cemitério possui características argilo-siltosas, com permeabilidade que varia entre 10^{-6} cm/s e 10^{-8} cm/s, conforme a metodologia proposta por Caputo (2022). Esse intervalo de condutividade hidráulica está dentro dos padrões exigidos pela Resolução CONAMA 335/03, que regulamenta os critérios para instalação de cemitérios, especialmente no que se refere à proteção dos recursos hídricos e à contenção da contaminação do solo.

Os túmulos do tipo gaveta observados no Cemitério Municipal de São Francisco de Paula em Curitiba, conforme Figura 2, estão em conformidade com a Resolução CONAMA 335/03, que estabelece que a área de sepultamento deve manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério. Essa distância é essencial para mitigar possíveis impactos ambientais e evitar a proximidade direta com as áreas adjacentes, incluindo zonas residenciais e comerciais.



Figura 2. Área de sepultamento com recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério. Fonte: Os Autores (2024).

Além disso, o cemitério possui um sistema de drenagem de água pluvial, uma infraestrutura crucial para minimizar problemas como erosão do solo e evitar o deslocamento de necrochorume diluído, que pode ser uma fonte potencial de contaminação para as áreas vizinhas. Segundo o CONAMA 335/03, tanto o perímetro quanto o interior dos cemitérios devem ser equipados com sistemas de drenagem adequados, que auxiliam na contenção de contaminantes e na proteção das águas subterrâneas e superficiais.

Foi observado também que o cemitério é arborizado, mas sem a presença de árvores frutíferas ou de plantas destinadas à alimentação, o que segue uma precaução ambiental importante. Durante as inspeções realizadas, observou-se a presença de árvores ornamentais de grande porte, como tipuanas (*Tipuana tipu*) e sibipirunas (*Caesalpinia peltophoroides*), que são comuns em áreas urbanas devido à sua capacidade de fornecer sombra e melhorar a qualidade do ar. Essas espécies contribuem para o controle da erosão do solo e a redução de impactos ambientais. Além disso, espécies como ipês (*Tabebuia* spp.) e palmeiras jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) também são encontradas no cemitério,

enriquecendo a vegetação com sua beleza ornamental e diversidade, conforme observado na Figura 3. Essas plantas ajudam na estabilização do solo e proporcionam um ambiente mais equilibrado ecologicamente. Segundo Souza (2017), a escolha de espécies não frutíferas é crucial em cemitérios, uma vez que minimiza o risco de contaminação do solo e evita que frutas contaminadas possam ser consumidas por animais ou pela população circunvizinha.

Em Portugal, por exemplo, é proibido o cultivo e a colheita de árvores frutíferas e plantas com fins alimentares nas proximidades de cemitérios, devido ao risco de contaminação do solo por necrochorume e outros poluentes oriundos da decomposição dos corpos, como apontado por Oliveira (2016). Essa medida visa evitar a ingestão de alimentos potencialmente contaminados, protegendo a saúde da população.

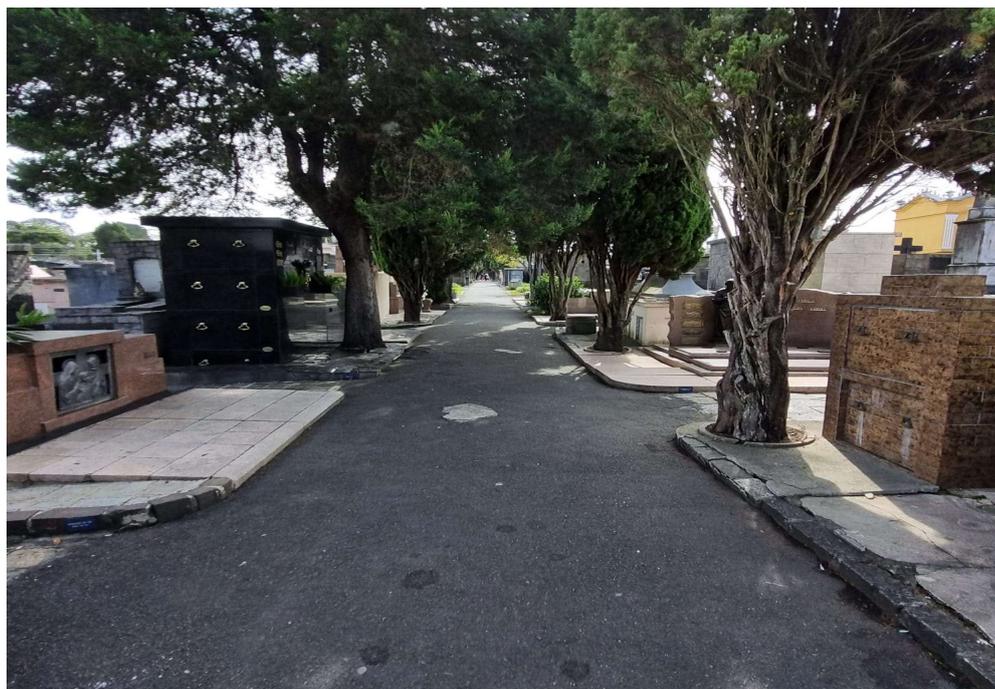


Figura 3. Árvores ornamentais não frutíferas. Fonte: Os Autores (2024).

- Avaliação de Risco

Ao realizar a matriz de riscos, foi possível identificar que são quase certas as probabilidades, e, de pequenas a catastróficas as consequências geradas pelo cemitério de Curitiba no Paraná, apesar de atualmente estarem em melhores condições sanitárias.

A hipótese adotada está voltada ao derramamento de necrochorume e dispersão de gases na área urbana do entorno, atingindo a água subterrânea, trazendo danos à saúde pública. Para que isso ocorresse, far-se-ia necessário:

Risco 1: Alto volume de necrochorume infiltrado;

Risco 2: Necrochorume não drenado;

Risco 3: Solo permeável;

Risco 4: Falta de controle dos gases emitidos na decomposição.

Risco 5: Alto índice dos moradores do entorno com doenças associadas.

Baseado na Tabela 1, acerca dos Riscos 1, 2 e 3, considerando que se trata de um cemitério com mais de 150 anos de existência, onde não existia preocupação com as questões ambientais, podem ser considerados riscos muito prováveis com característica muito grave, indicando um risco alto.

Já o Risco 4, observa-se que não existe um controle dos gases gerados no cemitério, sendo considerado um risco provável e com característica grave, indicando um risco baixo. Quanto ao Risco 5, baseado nos estudos de Almeida, Silva e Souza (2016), investigou a relação entre a localização de cemitérios e a incidência de doenças respiratórias na região metropolitana de Curitiba. A pesquisa revelou que áreas adjacentes a cemitérios apresentavam uma maior prevalência de doenças respiratórias, como asma e bronquite. Os pesquisadores observaram que essa situação era especialmente crítica em comunidades com baixa infraestrutura de saúde, onde os moradores já enfrentavam desafios adicionais relacionados ao acesso a serviços de saúde e condições de vida. Diante do exposto, considerou-se como

riscos muito prováveis com característica muito grave, indicando um risco alto. De um modo geral, a hipótese pode ser considerada com alta probabilidade de ocorrência, levando-se em conta o tempo de exposição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises tátil-visuais realizadas no solo do Cemitério de São Francisco de Paula indicaram uma predominância de características argilosas, com presença de siltes, e uma permeabilidade que varia entre 10^{-6} cm/s e 10^{-8} cm/s. Essa baixa permeabilidade sugere que o solo atua como uma barreira natural, retardando a infiltração de líquidos no subsolo, o que está dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 335/03. Essa regulamentação exige características de permeabilidade adequadas para evitar a contaminação do lençol freático e das águas subterrâneas em áreas de sepultamento.

O cemitério em questão conta com um sistema de drenagem de água pluvial, o que é fundamental para reduzir os processos erosivos que poderiam comprometer a integridade do terreno e causar deslizamentos. Esse sistema também é essencial para evitar o escoamento de água contaminada para áreas residenciais e comerciais adjacentes, prevenindo possíveis fugas de necrochorume diluído para o entorno.

No entanto, apesar dessas medidas de controle, a idade avançada do cemitério e seu longo período de uso podem ter acumulado substâncias contaminantes no solo e na água subterrânea. A população circunvizinha está exposta a um alto risco de saúde devido à possibilidade de contaminação com necrochorume, substâncias tóxicas, vírus, bactérias e metais pesados oriundos de cadáveres em decomposição, especialmente em cemitérios mais antigos e com longos períodos de operação. Essas condições reforçam a necessidade de monitoramento ambiental contínuo e adequação das infraestruturas para minimizar os impactos à saúde pública.

De um modo geral, a hipótese adotada em relação ao derramamento de necrochorume e à dispersão de gases na área urbana circunvizinha ao cemitério, afetando a água subterrânea e ocasionando danos à saúde pública, pode ser considerada com alta probabilidade de ocorrência. Essa avaliação leva em conta o tempo de exposição dos moradores a esses contaminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, J. G. G.; SILVA, A. C.; SOUZA, M. S. Proximidade de cemitérios e sua relação com doenças respiratórias em Curitiba. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 19, n. 4, p. 787-798, 2016. DOI: 10.1590/1980-5497201600040012.
2. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, 2003.
3. CAPUTO, H. P. *Mecânica dos Solos*. Editora LTC, 8 Edição, 2022.
4. FINEZA, A. G. (2008). Avaliação da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios: estudo de caso de tabuleiro – MG. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
5. FRANCO, M. *História e Arte nos Cemitérios de Curitiba*. Curitiba: Editora UFPR, 2008.
6. GOLOMSKI, C., 2015. Urban cemeteries in Swaziland: materializing dignity. *Anthropol. Southern Africa* 38 (3–4), 360–371.
7. REINERT, A.; KOSTECKI, J. The problem of identifying and classifying post-cemetery soils in urban areas, *Geoderma*, 442, 1-15, 2024.
8. KANEDA, T., GREENBAUM, C., HAUB, C., 2022. World Population Data Sheet (Washington, DC: Population Reference Bureau, 2022); United Nations, Department of Economic and Social Affairs, World Population Prospects: The 2022 Revision. United Nations, New York.
9. LINS, E. A. M.; PIANOWSKI, S. M.; BRAGA, M. M.; OLIVEIRA, R. P. C. A.; LINS, A. S. B. M. Análise Ambiental de Cemitério através da Matriz de SWOT – Estudo de Caso, *Revista Engenharia Urbana em Debate*, USP/UFSCar, v. 3, n.1, 2022.
10. ONU, 2022. World Population Prospects 2022. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, UN DESA/POP/2022/DC/NO.
11. SANTOS, Laura. *Curitiba: Memórias e Monumentos Funerários*. São Paulo: Editora Cultural, 2014.
12. USLU, A., BARIS, E., ERDOGAN, E., 2009. Ecological concerns over cemeteries. *Afr. J. Agric. Res.* 4 (13), 1505–1511.