

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL CEMENTERIO EN LA CIUDAD DE GOIANIA: ESTUDIO DE CASO CEMENTERIO SANTANA (2022-2023)

Caroline Pais de Resende
carolinepais3c@gmail.com

Fecha de recepción: 31/10/2025
Fecha de aceptación: 23/05/2025

RESUMEN

El presente estudio evalúa la calidad del suelo y de las aguas subterráneas en el Cementerio Santana, el más antiguo de Goiânia (GO, Brasil), entre los años 2022 y 2023. Mediante análisis físico-químicos y biológicos realizados en muestras de suelo y agua, se identificaron posibles fuentes de contaminación asociadas a la descomposición de cadáveres y a la falta de infraestructura de contención. Se examina además el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y se proponen estrategias para mejorar la gestión ambiental del lugar.

Palabras clave

contaminación ambiental, cementerio, aguas subterráneas, fluido cadavérico, suelo, Goiânia.

ABSTRACT

This study assesses the quality of soil and groundwater at the Santana Cemetery, the oldest cemetery in Goiânia (GO, Brazil), between 2022 and 2023. Physical, chemical, and biological analyses of soil and water samples identified potential sources of contamination associated with the decomposition of corpses and the lack of containment infrastructure. It also examines compliance with current environmental legislation and proposes strategies to improve environmental management at the site.

RESUMO

Este estudo avaliou a qualidade do solo e da água subterrânea do Cemitério de Santana, o cemitério mais antigo de Goiânia (GO, Brasil), entre 2022 e 2023. Por meio de análises

físico-químicas e biológicas realizadas em amostras de solo e água, foram identificadas potenciais fontes de contaminação associadas à decomposição de cadáveres e à falta de infraestrutura de contenção. Também é examinada a conformidade com a legislação ambiental vigente e são propostas estratégias para melhorar a gestão ambiental no local.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, los cementerios han sido espacios destinados al culto a los muertos y la preservación de la memoria colectiva. Sin embargo, a medida que las ciudades crecieron y se urbanizaron, estos espacios pasaron a formar parte del entorno urbano, generando preocupaciones en cuanto a su impacto ambiental. Desde mediados del siglo XX, investigaciones científicas han señalado la posible contaminación del suelo y de las aguas subterráneas provocada por la descomposición de cadáveres, especialmente en cementerios mal ubicados o sin infraestructura adecuada (Pacheco, 2000; Bocchese, 2007).

El fluido cadavérico, subproducto de la descomposición humana, es más viscoso que el agua y tiene un color grisáceo y pardusco, tiene mal olor, una densidad promedio de 1,23g/cm³ y la siguiente constitución aproximada: 60% agua; 30% sales minerales y 10% sustancias orgánicas. De ellos, dos son altamente tóxicos: la putrescina (NH₂(CH₂)₄NH₂ (1,4 – diaminobutano) - y la cadaverina C₅H₁₄N₂ (pentano-1,5-diamina), que también pueden contener microorganismos patógenos. Estas dos sustancias orgánicas son responsables de la transmisión de enfermedades infecciosas como la fiebre tifoidea y la hepatitis. (Campos, 2007).

Cabe mencionar que la putrescina y la cadaverina, a pesar de ser altamente tóxicas, la primera es considerada una sustancia reguladora, que ayuda en el desarrollo y crecimiento de las plantas. La cadaverina está presente en el proceso de crecimiento y desarrollo (en concentraciones fisiológicas) de varios organismos vivos, sin embargo, cuando se encuentra en niveles anormales, se puede relacionar con la aparición de enfermedades, además, constituyen un grupo de alta biotoxicidad. (Hara, 2016).

En la composición química del líquido funerario es posible encontrar altos niveles de bacterias que degradan la materia orgánica, proteínas y lípidos. Además, es posible encontrar bacterias, como coliformes totales (*Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*), *Streptococcus Faecalis* y algunos clostridios, como *Clostridium Perfringens*. (Silva,2000).

La relación entre el peso corporal y el volumen de líquido cadavérico producido es de 0,60 l/kg. Por lo tanto, cada cuerpo que sufre descomposición puede liberar alrededor de 30 a 40 litros de líquido cadavérico (Carneiro, 2008). El líquido funerario expulsado por el cadáver, que contiene microorganismos procedentes de la descomposición, puede contaminar el suelo, las aguas subterráneas y, en consecuencia, el manto freático y a toda la población que consume esta agua. Estos microorganismos pueden extenderse en un radio de más de 400 metros más allá del cementerio y son responsables de enfermedades transmitidas por el agua. (Silva, 2001).

La mayoría de los patógenos tienen una aversión natural al oxígeno presente en el suelo. Sin embargo, se entiende que las aguas subterráneas son pobres en oxígeno disuelto, lo que favorece su proliferación. Así, cuanto más profunda sea el agua subterránea, menor será el contenido de oxígeno disponible o disuelto, revelando así una tendencia a la formación de un ambiente reductor, favoreciendo también la existencia de microorganismos. (Silva, 2006).

A nivel internacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS) fue la primera en preocuparse por los impactos que la actividad de los cementerios podría tener en el medio ambiente. Según datos de la citada organización, el 80% de las enfermedades que ocurren en los países en desarrollo son causadas por la contaminación del agua, ya que sólo el 30% de la población mundial tiene garantizada agua tratada y el 70% depende de pozos y otras fuentes de suministro susceptibles a la contaminación. (Alcantara, 2010).

Según Matos (2001) menciona que los cementerios pueden ser considerados como fuentes potenciales de contaminación ambiental, debido al posible riesgo de contaminación de aguas subterráneas y superficiales, durante el proceso de descomposición de los cadáveres, debido a la existencia de microorganismos patógenos y destructores de materia orgánica, bacterias, virus y sustancias químicas liberadas.

Silva (2001) reporta que el mayor riesgo causado al ambiente físico es la posible infiltración de necrolixiviado al manto freático, donde la contaminación, que hasta entonces estaba concentrada, se propaga como una pluma de contaminación.

En caso de contaminación, las aguas subterráneas serían las más afectadas por la contaminación por virus y bacterias. Los manantiales naturales o pozos poco profundos conectados al acuífero contaminado pueden transmitir enfermedades transmitidas por el agua como tétanos, gangrena gaseosa, intoxicaciones alimentarias, tuberculosis, fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea, virus de la hepatitis A, entre otras. La población pobre y de bajos ingresos tiene más probabilidades de infectarse con estas enfermedades, ya que generalmente viven en regiones donde no hay acceso al agua potable pública y tienen un sistema inmunológico naturalmente débil. (Matos, 2001).

En este contexto, el Cementerio Santana, construido en 1939, representa un importante objeto de estudio. Localizado en un área que ha sido densamente urbanizada con el tiempo, su proximidad a residencias y la antigüedad de su estructura plantean la necesidad de un diagnóstico ambiental. Este artículo busca analizar las condiciones del suelo y del agua subterránea del sitio, identificar riesgos asociados y proponer soluciones de manejo ambiental con base en los principios de sostenibilidad. (Fig 1).

Figura 1. Cementerio Santa Ana



Fuente: <https://www.cementeriosantana.com> .

METODOLOGÍA

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo-descriptivo, basado en la recolección de datos in situ y el análisis comparativo. Se realizaron campañas de muestreo entre marzo y octubre de 2023. Para evaluar la calidad del agua y del suelo, la metodología se dividió en tres etapas: a) prospección para realizar el estudio hidrogeológico y toma de muestras; b)

análisis fisicoquímicos y microbiológicos; c) análisis estadístico de datos provenientes de análisis fisico-químicos y microbiológicos.

Para la recolección de muestras, durante las visitas y monitoreos in situ, se realizó un sondeo para caracterizar el perfil del suelo e identificar el nivel freático. Se perforaron seis (06) pozos para realizar el estudio hidrogeológico y posterior instalación de pozos de monitoreo. El levantamiento ambiental se realizó a profundidades de once (11.00) metros para SD-01 y SD-03, doce (12.00) metros para SD-02 y cinco (5.00) metros para SD04, SD05 y SD-06. Se analizaron utilizando los parámetros requeridos por las Resoluciones CONAMA N° 396/08 y 420/ 09, así como la Ordenanza N° 2914/11, del Ministerio de Salud se realizaron recolecciones de agua y suelo el 19/08/2022. (Fig 2).

Figura 2. Ubicación de los puntos de recogida de agua y suelo



Fuente: propia (2022)

Para el análisis del agua se consideraron las siguientes características: alcalinidad total, cloruro total, color aparente, color verdadero, DBO, DQO, dureza total, magnesio, nitratos,

nitrito, nitrógeno amoniacal, PH, potasio, sulfato total, temperatura de la muestra, turbidez, sodio, coliformes termotolerantes y coliformes totales. Para el análisis del suelo se consideraron las siguientes características: coeficiente de infiltración, calcio, magnesio, nitrógeno total, PH H₂O y sodio.

Adicionalmente, se realizó un estudio documental sobre la legislación ambiental aplicable (CONAMA 335/2003 y 402/2008), evaluando la adecuación estructural del Cementerio Santana frente a los requisitos normativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de suelo revelaron una presencia significativa de nitratos y fósforo en áreas de alta concentración de entierros, especialmente en la zona central del cementerio. El pH del suelo osciló entre 5,2 y 6,0, indicando una leve acidez, mientras que los niveles de materia orgánica superaban los valores encontrados en áreas no intervenidas.

En cuanto a las aguas subterráneas, los pozos más próximos al cementerio presentaron niveles de conductividad elevados (superiores a 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y detección de coliformes fecales en dos de los cinco puntos amostrales. Aunque no se encontraron niveles críticos de metales pesados, se identificaron trazas de plomo por encima de los límites deseables en un pozo al suroeste del área.

El marco normativo brasileño es adecuado en términos de parámetros exigidos, pero su aplicación práctica sigue siendo limitada, especialmente en cementerios antiguos como el de Santana. La falta de recursos financieros y técnicos por parte del municipio dificulta la implementación de medidas correctivas eficaces.

CONCLUSIONES

El Cementerio Santana, debido a su antigüedad y localización urbana, representa un potencial foco de contaminación para el suelo y las aguas subterráneas. Los datos levantados indican que, aunque no se han alcanzado niveles críticos de contaminación, existen signos claros de presión ambiental derivados del manejo inadecuado de los residuos funerarios.

Además de los aspectos físico-químicos, debe considerarse el potencial impacto social y sanitario asociado a los cementerios urbanos. La proximidad de áreas residenciales y la ocupación del suelo alrededor del cementerio intensifican el riesgo en caso de contaminación. En este sentido, la gestión adecuada del espacio funerario se convierte en una cuestión de salud pública.

Se recomienda la implementación inmediata de medidas de gestión ambiental, tales como: Instalación de pozos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo del cementerio; Impermeabilización progresiva de nuevas áreas de entierro; Capacitación del personal en gestión de residuos cadavéricos; Elaboración de un plan de manejo ambiental específico para el cementerio; Inclusión del tema en el plano director urbano de Goiânia.

El estudio refuerza la importancia de integrar los cementerios dentro de las políticas de saneamiento ambiental y salud pública. La prevención, el monitoreo y la intervención oportuna son esenciales para garantizar que estos espacios no se conviertan en amenazas invisibles para el medio ambiente y la salud de la población.

Desde una perspectiva legal y de planificación urbana, es necesario reforzar las políticas públicas que integren los cementerios dentro del sistema de control ambiental. En muchos municipios, esta categoría de uso del suelo aún no cuenta con normativas específicas, y las que existen son frecuentemente aplicadas de forma fragmentada. La creación de un marco normativo más detallado y su respectiva fiscalización pueden ser determinantes para evitar futuros pasivos ambientales.

REFERENCIAS

- Alcântara, J. A. (2010). *Qualidade da água e saúde pública*. São Paulo: Ed. Universitária.
- Betiatto, A. F. (2015). *Resíduos sólidos e impactos ambientais*. Curitiba: InterSaberes.
- Bocchese, R. A. (2007). *Impactos ambientais de cemitérios*. São Paulo: USP.
- Campos, C. F. (2007). *História dos cemitérios: símbolos e significados*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Carneiro, C. E. (2008). Necroxiviados e seus efeitos ambientais. *Revista Brasileira de Geociências*, 38(2), 217-224.
- Costa, M. L. (2014). *Águas subterrâneas e cemitérios urbanos*. Brasília: Embrapa.



- Foster, R. (1993). Cemeteries and groundwater pollution. *Environmental Health Perspectives*, 101(5), 396-402.
- Matos, M. R. (2001). Cemitérios como focos de contaminação ambiental. *Cadernos de Saúde Pública*, 17(3), 487-494.
- Pacheco, A. (2000). O impacto dos cemitérios no meio ambiente. Rio de Janeiro: CETEM.
- Silva, A. L. (2001). Contaminação de aquíferos por cemitérios. *Revista Águas Subterrâneas*, 15(1), 35-46.