

## AVALIAÇÃO DA INTERFERÊNCIA E DO DANO CAUSADO PELA PERCOLAÇÃO DO NECROCHORUME NO SOLO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.IV-014>

Lara Castelo Branco Moura , Naíde de Lucas da Silva Neta, Krishna Shiva Oliveira Sousa, Liana Cristine Sousa Chaves, Bruna de Freitas Iwata  
Instituto Federal do Piauí, castelolara@gmail.com

### RESUMO

O presente trabalho visa a discussão sobre os impactos causados por cemitérios e como esse empreendimento afeta diretamente a saúde pública e o meio ambiente. Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se uma abordagem aprofundada e exploratória em trabalhos realizados à nível municipal e nacional, plataformas digitais e legislações com medidas em relação ao assunto abordado. O objetivo nesse trabalho foi analisar a situação dos cemitérios na zona urbana de Teresina e suas implicações na bacia hidrográfica a partir dos aspectos hidrológicos e pedológicos da região e para isso foram escolhidos 10 pontos da área urbana. Devido a grande potencial de contaminação dos solos e dos mananciais subterrâneos e superficiais e as implicações para o meio ambiente e para saúde humana este tipo de análise é de grande importância.

**PALAVRAS-CHAVE:** Necrochorume, Cemitérios, Contaminação.

### INTRODUÇÃO

O necrochorume é o líquido proveniente da decomposição de cadáveres, contendo microrganismos que podem levar a contaminação dos solos, de reservas hidrológicas, e trazer riscos à saúde da população localizada próximas a essas áreas. O necrochorume é o principal responsável pela poluição ambiental causada pelos cemitérios, ele pode conter diferentes tipos de bactérias e muitos tipos de vírus causadores de doenças que podem ser veiculadas hidricamente (KEMERICH *et al*; 2012).

A instalação inadequada das necrópoles que não seguem normas gerais sobre a construção, administração e fiscalização de cemitérios, podem causar grandes impactos ambientais. Tais instalações devem ter seu licenciamento pautado nos estudos de avaliação de impacto ambiental.

De acordo com a resolução CONAMA 01/86, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

Segundo Cruz (2018) o conhecimento do tipo de solo, do relevo e a localização dos cemitérios são importantes para identificar o potencial risco de contaminação, podendo haver contaminação de forma inofensiva ou pela capacidade de autodepuração do solo, ou contaminação potencial à riscos de doenças como tuberculose, cólera, hepatites, poliomielite. A relevância dos estudos de impactos negativos causados pelas necrópoles ainda é pouco discutida e a compreensão acerca do tema perante a sociedade civil quanto aos riscos de contaminação por patógenos é de pouco conhecimento, havendo a necessidade da discussão, informação e educação ambiental para que a fiscalização seja feita e o olhar aos problemas ambientais seja de conhecimento de todos.

### OBJETIVOS

Investigar possíveis cemitérios que possuem potencial contaminante a partir de informações hidrológicas e pedológicas em que o empreendimento está inserido.

## METODOLOGIA

Para este trabalho foram selecionados 10 cemitérios dentro do perímetro urbano da cidade de Teresina, Piauí (TABELA 1). Como base para a análise bibliográfica e levantamento de dados foram utilizados os dados disponíveis no plano diretor da cidade, disponível no site da SEMPLAN, dados do IBGE, as resoluções sobre o licenciamento e implantação de cemitérios e artigos sobre o tema.

**Tabela 1- Cemitérios**

Cemitério	Coordenadas
Cemitério Santa Maria	4°59'26" S 42°50'19" W
Cemitério da Vermelha	5°06'40" S 42° 48'18" W
Cemitério São Judas Tadeu	5°04'59" S 42°46'29" W
Cemitério Areias	5°09'17" S 42°47'50" W
Cemitério Morros	5°02'04" S 42°46'02" W
Cemitério da Santa Cruz	5°09'34" S 42°47'05" W
Cemitério São João Batista	4°59'32" S 42°50'16" W
Cemitério Santa Mônica	5°01'19" S 42°46'35" W
Cemitério Jardim da Ressureição	5°05'13" S 42°44'29" W
Cemitério São José	5°04'49" S 42°49'12" W

## RESULTADOS

A contaminação dos solos pelo necrochorume ocorre principalmente por duas formas: ação das águas das chuvas que entram nos caixões e levam o necrochorume que será percolado no solo, ou pelo contato direto neste material com os corpos d'água presentes na área. Com isto há aumento das substâncias orgânicas e inorgânicas que podem causar diversos impactos no solo, além da possível contaminação por patógenos, metais pesados advindos dos adereços dos caixões, pelos materiais utilizados para a preservação dos corpos e até por medicamentos (DEPIZOOOL & GIELFE, 2016).

Por conta dos perigos da contaminação dos solos e corpos d'água é preciso a correta implantação e constante monitoramento dos cemitérios. A seguir temos as principais inferências feitas para os pontos escolhidos com base nos dados coletados.

A pesquisa realizada no cemitério Santa Maria, encontra-se localizado no Bairro Nova Teresina, Av. Poty Velho na Zona Norte do município, situada na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, encontra-se centralizada no meio de residências e pontos comercial do bairro sem uma distância adequada.

Pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina, a sub-bacia P19 se assemelha-se à sub-bacia P 18, a urbanização acontece a montante da Rua João Izidro França, os níveis de cotas podem elevar-se.

Uma variação dessa sub-bacia mostra que o relevo é mais acentuado com cerca de cota 80 m. Na região mais baixa da bacia predominam os Neossolos Flúvicos, que por sua vez se relaciona com o comportamento dos rios. Os Neossolos Flúvicos, classificados no grupo hidrológico D, representam 40% da sub-bacia, enquanto os 60% restantes são compostos por Latossolos Amarelos. A área desta sub-bacia possui 906 hectares e seu coeficiente de compacidade tem o valor de 1,29, que é um valor condizente com a sua forma retangular. A partir do cruzamento das informações de uso da terra e de tipo de solo, o valor do parâmetro CN foi estimado em 83.2.

A pesquisa realizada no Cemitério da Vermelha, encontra-se localizado no bairro Centro (Sul), R. Simplicio Mendes, situada também na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, centralizada em áreas de residências e diversos pontos comerciais.

Pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina, a sub-bacia P11 possui urbanização em praticamente toda a área da superfície, porém possui uma pequena parte de áreas mais baixas, devido que no local apresenta algumas lagoas e áreas alagadas, abrange uma área de 238,65 hectares. O resultado apresenta que não há riscos de inundação naturais, devido ao seu formato.

Um exemplo no resultado apresenta que a sub-bacia vizinha P10 em sua curva varia de cota entre 101 m e 55 m, ou seja, resulta em declividades suaves. A sub bacia P11 possui 100% dos solos pertencentes à categoria do grupo hidrológico D. Desta forma, considerando o tipo de solo com uso e ocupação do território, o parâmetro Curva Número médio foi estimado para a sub-bacia em 90,7.

O cemitério São Judas Tadeu fica localizado na avenida Av. João XXIII no bairro dos Noivos. O empreendimento está localizado na sub-bacia p12, a bacia tem relevo bastante suave, com cotas variando entre os 80 metros, a montante, e 30 m, à jusante.

Apresenta intensa urbanização, sendo a grande maioria de caráter residencial e uma pequena área verde acompanhando as margens do rio Parnaíba, tratando-se da faixa de mata ciliar delimitada por essa avenida.

Atualmente a sub-bacia não apresenta indícios de alagamentos significativos, apesar de que, alguns poucos pontos no seu interior, apresentam pequenas inundações localizadas devido ao excesso de águas pluviais que percorrem extensões maiores do que as desejáveis antes de adentrar ao sistema existente.

O cemitério apresenta tipo de solo Latossolo que é definido pela Embrapa como solos minerais, não hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), apresentam teor de silte inferior a 20% e argila variando de 15% a 80%, são solos com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade. O cemitério em questão situa-se longe do rio, mais próximo de casas habitacionais, podendo haver exposição da população.

O cemitério Areias está situado na margem direita do Rio Parnaíba, em zona urbana, na região sul da cidade de Teresina e a montante do ponto de captação de água superficial para abastecimento público (BRITO, 2015).

O item XXIV, do Plano Diretor (Teresina, 2006), tem como objetivo a construção de um novo cemitério público, em local apropriado, substituindo o Cemitério das Areias, que se encontra sem condições de uso, e transformando o no Parque da Saudade, espaço livre de interação comunitária. Contudo, o novo cemitério não foi construído, e o Cemitério das Areias, atualmente, encontra-se interditado pelo Ministério Público Estadual, desde 2004. (MATOS, 2020).

A base geológica do município de Teresina corresponde às formações Piauí e Pedra de Fogo, pertencentes a uma estrutura geológica de dimensões regionais conhecida por Bacia Sedimentar do Piauí-Maranhão, que contém 80 % do Estado do Piauí. Entre as unidades de solo predominam o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Podzólico Vermelho-Amarelo. O Latossolo Vermelho Amarelo é situado em uma faixa paralela ao rio Parnaíba, com uma largura média de 10 km, ocorrendo com grande profundidade, boa drenagem, nível muito baixo de fertilidade natural e acidez muito forte. (TERESINA, 2002).

Apesar da proximidade do cemitério ao principal rio da capital causarem preocupação da possibilidade de contaminação de seu curso hídrico e a poluição do solo pela lixiviação de resíduos contaminados que acarreta ainda a percolação desses resíduos como o necrochorume ao encontro do lençol freático, BRITO (2015) avalia que o aquífero freático sobre o cemitério Areias não apresenta sinais de contaminação oriunda da decomposição de corpos humanos enterrados na localidade.

Acrescentando-se que dificilmente exista uma pluma de contaminação capaz de impactar também o Rio Parnaíba. Entretanto, observou-se que a pequena profundidade do lençol freático e a presença de solo arenoso com alta permeabilidade, podem ocasionar condições que sugerem um perigo de contaminação caso o cemitério seja reaberto. E que a baixa ocorrência de indicadores de contaminação no aquífero livre do cemitério Areias, pode ser justificada pelo fechamento do cemitério para novos sepultamentos desde o ano de 2004. Nesse período foi levantada a hipótese de contaminação do lençol freático e Rio Parnaíba pelo lixiviado oriundo das sepulturas.

Segundo a Environment Agency (2004), um cadáver humano se decompõe de 10 a 12 anos e estima-se que mais da metade da carga poluente lixivia no primeiro ano, restando menos de 0,1 % da carga original contaminante após 10 anos.

O Cemitério Morros está localizado na Rua Maria Júlia Santos, no bairro Morros, na zona Leste da cidade Teresina; confrontando com a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba e o Rio Poti. Logo, encontra-se dentro da sub-bacia PD07 que, segundo o Plano Diretor de Drenagem Urbana, é uma região com boa densidade de córregos e com relevo bastante acidentado, assim, não está sujeito a inundações.

O empreendimento está sob a classe de solo Plintossolos, que de acordo com SiBCS possui congressão de ferro acentuada, é mal drenado e está dentro do horizonte plíntico. De acordo com o PDDrU Teresina, enquadra-se no grupo hidrológico tipo D, “solos contendo argilas expansivas e pouco profundas com muita baixa capacidade infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial”, ou seja, retém água no solo, a não lixiviação das substâncias cemitériaiais agregam a mesma no solo, o que leva a contaminação concentrada por esses agentes e, na época das chuvas, escorrem pela superfície causando a contaminação direta do Rio Poti e microbacias, Área de Preservação Ambiental Permanente (APP), da área por estar apenas a 1.700 metros do cemitério e das residências por encontrar-se a uma distância de 9 metros da necrópole.

Além disso, por se tratar de um Plintossolo a ocorrência de ferro no solo torna-se maior a agregação de metais pesados devido o somatório da congressão natural de ferro do solo com o ferro contido nas dobradiças, pregos e parafusos. Caixões de metal, normalmente não utilizados em sepultamentos, e demais adereços podem causar contaminação do solo por elementos como o Ferro, Cobre, Chumbo e Zinco durante vários anos (BARROS et al., 2008).

O Cemitério Santa Cruz, localizado na Rua Unnamed Road, no Bairro Santa Cruz, zona Sul de Teresina, está confrontando com a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Situado dentro da sub-bacias P05, onde, de acordo com o Plano Diretor de Drenagem Urbana, a urbanização ocupa significativa parte da bacia especialmente a montante da Av Henry Wall de Carvalho, embora há partes com predominância de vegetação. Vale ressaltar que no local destacam se os Alissolos, com altos teores de alumínio, na sub-bacia que ocupam 70% da área, enquanto que os Latossolos Amarelos, mais permeável que pertencem ao grupo hidrológico B do SCS, representam os 30% restantes.

Os solos mais impermeáveis se localizam na região de montante desta sub bacia com alta declividade. Com isso, infere-se que é uma sub-bacia crítica propícia à inundações em função do solo e ocupação, apesar de estar

favorecida pela sua forma para minimizar as enchentes e com fácil lixiviação do solo por sua permeabilidade e declividade. Assim, ocasionando a agregação do necrochorume no solo e nas águas subterrâneas pondo em risco de contaminação os cursos d'água que ficam a 1,7 km da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, microbacias do local – Área de Preservação Permanente - e às residências ao seu entorno que estão a 6,59 metros do Cemitério.

O cemitério São João Batista está localizado na rua Pedro Viana 1555 no bairro Santa Maria da Codipi. o empreendimento está localizado nas sub-bacias p18 e p19 na sub-bacia p18, segundo o plano diretor de drenagem urbana quanto às inundações verificadas nas suas áreas mais planas, também se aplica a esta sub-bacia. As cotas variam entre 100m a montante até 30m a jusante. observa-se que aproximadamente, a partir da cota 40m o relevo da bacia torna-se menos acentuado.

A bacia apresenta baixa susceptibilidade a alagamentos pela sua forma, mas deverá receber atenção especial devido à forte expansão habitacional verificada nos últimos anos, apesar da baixa tendência de alagamentos, a região próxima ao rio Parnaíba é despovoada, pois apresenta riscos de inundações em períodos de cheia.

Na sub-bacia p19 análoga a sub-bacia p18, as cotas variam entre 125m a montante, até aproximadamente 30 m a jusante. a partir da cota 50, o relevo é suavizado. Tem formato irregular, o que torna menos suscetível a inundações urbanas. A região ribeirinha é menos povoada, como forma de garantir seguridade em períodos de cheia. Justamente nesta região apresenta também alguns pontos úmidos naturais, que indicam inundações ribeirinhas frequentes. No entanto, a defesa civil indica ocorrência de inundações a montante da rua João Izidoro França, que atingem diversos pontos dos bairros Santa Rosa e Santa Maria da Codipi.

O cemitério apresenta tipo de solo Latossolo que é definido pela Embrapa como solos minerais, não hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), apresentam teor de silte inferior a 20% e argila variando de 15% a 80%, são solos com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade. O cemitério em questão situa-se longe do rio, mas próximo de casas habitacionais, podendo haver exposição da população.

O cemitério Santa Mônica fica localizado na rua Carlos Rego Ferraz, 2525, bairro Pedra Mole, o empreendimento está situado na sub-bacia pd16, localiza-se na região norte da cidade de Teresina, estando praticamente toda inserida no limite do perímetro urbano da cidade esta sub-bacia localiza-se em uma região de gradiente topográfico relativamente íngreme com cotas que variam dos 110m. Apesar de não apresentar risco aparente, a falta de infraestrutura de drenagem é sentida em alguns locais que não dispõem de redes e dispositivos de coleta e condução das águas pluviais. Não se tem notícia de grave problema de inundação na região.

O cemitério apresenta tipo de solo Latossolo que é definido pela Embrapa (2021), como solos minerais, não hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), apresentam teor de silte inferior a 20% e argila variando de 15% a 80%, são solos com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade. É importante ressaltar que o cemitério em questão se situa longe do rio, mas próximo de casas habitacionais, podendo haver exposição da população.

O cemitério Jardim da Ressurreição se localiza na Avenida Mirtes Melão, no Bairro Gurupi na zona leste da cidade de Teresina e é considerado um dos melhores cemitérios do Brasil.

O empreendimento está localizado na sub-bacia PD11, que contribui com o lado direito do rio Poti. Segundo o plano diretor de drenagem urbana de Teresina esta é a sub-bacia da área urbana e constitui uma área que hora é densamente construída e hora com grandes áreas de vegetação nativa. Por possuir uma topografia íngreme esta área não é propensa a inundações.

Quanto ao tipo de solo esta área está sob solos da classe Latossolos, que de acordo com o SiBCS são solos bem drenados com textura média a fina e muita presença de argila e podendo apresentar textura arenosa. Quanto ao grupo hidrológico esta se enquadra no tipo B, Solos com permeabilidade e profundidade média. Este grupo são um dos mais permeáveis sendo então um fator de risco para as Como este é um cemitério parque possui muitas áreas verdes, o que facilita a infiltração da água no solo. Ao redor deste possui também muitas áreas verdes que durante podem alagar em alguns períodos do ano devido às chuvas, contribuindo ainda mais com a percolação do material nas partes inferiores do solo

O cemitério São José se encontra na Avenida Miguel Rosa com entrada pela rua Rui Barbosa, foi fundado em 1859 a princípio fora da área urbana de Teresina. Apesar de sua importância etnoarqueológica para a cidade, esta área se encontra hoje intensamente habitada e a área do cemitério está superlotada com presença de desabamento do solo em algumas áreas.

Este cemitério se encontra na sub-bacia P14, que segundo o plano diretor de Teresina se caracteriza como uma área totalmente urbanizada e que é suscetível a inundações, possui pouca declividade sendo algum crítico para os sistemas de drenagem uma vez que a água não infiltra com tanta facilidade.

Quanto ao grupo hidrológico temos a presença do grupo D sendo este grupo caracterizado por um solo argiloso com baixíssima capacidade de infiltração e alta capacidade de escoamento superficial. Além do solo

já ser naturalmente suscetível a inundações pela pouca permeabilidade há o agravante da área ser intensamente urbanizada e por tanto o solo encontra-se fortemente pavimentado.

## CONCLUSÕES

A implantação inadequada de cemitérios pode causar a contaminação do solo e da água e trazer riscos à saúde dos seres vivos, por tanto é preciso a correta adequação do empreendimento de acordo com as normas vigentes.

As resoluções vigentes para a implantação de cemitérios ainda possuem um déficit com relação a avaliação das características pedológicas que como podemos ver são importantes para a escolha da área em que será colocado o empreendimento uma vez que além da contaminação do solo por conta das características deste há um risco para a contaminação das águas.

A área urbana de Teresina apresenta predominantemente Latossolos, que por conta da presença de areia e média permeabilidade podem vir a ser um grande foco de contaminação dos mananciais subterrâneos que ao abastecer os aquíferos superficiais podem causar diversos problemas como a eutrofização dos corpos e outros.

A partir das implicações aqui apresentadas vemos que, mesmo estando respeitando os limites de corpos d'água exigidos pela lei é preciso uma investigação dos cemitérios que estão presentes nas áreas onde há uma boa permeabilidade das águas pelo risco de percolação dos contaminantes. Espera-se então que este trabalho seja fonte de pesquisa para futuros trabalhos na área bem como ser um incentivo para que futuros trabalhos sobre a contaminação do solo leve em consideração as características pedológicas como uma das principais fontes de informação sobre os riscos da implantação de cemitérios.

Como próximo passo é necessária uma investigação de campo mais detalhado sobre os aspectos ambientais, principalmente envolvendo os níveis dos lençóis freáticos abaixo desses cemitérios junto com uma sondagem do terreno, fazendo ainda testes no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CRUZ, D. S. Qualidade de água e aspectos socioambientais: Um estudo em cemitérios das zonas norte, centro e sul de Teresina, Piauí. **Trabalho de conclusão de curso**, IFPI, Teresina, 2018.
2. DEPIZZOL, T.O; GIELFE, S. **Contaminação do solo causada por necrochorume**. Anais CIC, 2016.
3. DE BRITO SOUSA, Mauro César et al. **Estudo da contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina/PI, Brasil**. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, v. 6, n. 1, p. 41-57, 2015.
4. EMBRAPA, **Latossolo**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos>> Acesso em: 02 jul 2022
5. KEMERICH, P.D.C.; BORBA, W. F. **Cemitérios e os problemas ambientais: a dura realidade brasileira**. Revista Conselho em Revista - CREA RS, v.10, p.36-37, 2013. Disponível em: <[https://www.academia.edu/23720513/A\\_Quest%C3%A3o\\_Ambiental\\_Envolvendo\\_Os\\_Cemit%C3%A9rios\\_No\\_Brasil](https://www.academia.edu/23720513/A_Quest%C3%A3o_Ambiental_Envolvendo_Os_Cemit%C3%A9rios_No_Brasil)> Acesso em 22 de junho de 2022.
6. MATOS, Karenina Cardoso et al. **Importância dos planos urbanísticos e espaços livres para a sustentabilidade urbana: estudo na Cidade de Teresina, Piauí**. Research, Society and Development, v. 9, n. 10, p. e859108290-e859108290, 2020.
7. TERESINA. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. Teresina: Agenda 2015 – Plano de Desenvolvimento Sustentável. Teresina, 2002. Disponível em: <https://semplan.pmt.pi.gov.br/agenda-2015/>. Acesso em 27 de jun de 2022.