

Análise estatística multivariada para estudo da percepção socioambiental em um núcleo metropolitano

Multivariate statistical analysis for the study of socio-environmental in a metropolitan nucleus

Análisis estadístico multivariado para el estudio de la percepción socioambiental en un núcleo metropolitano

Jocimar Coutinho Rodrigues Junior¹

Ester Milena dos Santos²

Daniella Rocha²

Recebido em: 21/03/2021; revisado e aprovado em: 07/03/2022; aceito em: 04/07/2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v23i3.3516>

Resumo: Dentre as diversas necessidades das áreas urbanas, tem-se o acesso ao saneamento básico, que deveria ser uma das prioridades no que se refere ao planejamento urbano. Os impactos ambientais ocasionados em decorrência das deficiências de saneamento colocam em risco diversas pessoas em uma determinada localidade. O Grande Rosa Elze consiste no maior núcleo urbano do município de São Cristóvão e constitui-se como uma área que enfrenta problemas em serviços de saneamento básico em razão do desenvolvimento inadequado relacionado com a irregular prestação desses serviços. Diante dessa situação, este trabalho tem como objetivo analisar a percepção dos moradores do Grande Rosa Elze, a fim de constatar as relações das ações envolvendo os serviços de saneamento com os possíveis impactos ocasionados na área. O método utilizado para explicar esta relação consiste na ferramenta de estatística multivariada, análise de agrupamentos, que realiza a hierarquização das problemáticas apontadas. Os resultados mostraram que a falta de acesso à rede de esgotamento sanitário influencia diversos problemas na concepção da população, principalmente, problemas de alagamentos em períodos chuvosos. Diante deste estudo, é possível perceber que é de significativa importância a aplicação de mitigações que melhorem o acesso aos serviços de saneamento básico, bem como a correção prioritária de ações que ocasionam as problemáticas apontadas.

Palavras-chave: impactos ambientais; gestão urbana; saneamento básico.

Abstract: Among the many needs in urban areas, there is access to basic sanitation, which should be one of the priorities in urban planning. The environmental impacts caused as a result of sanitation deficiencies put several people at risk in a given location. The Grande Rosa Elze is the largest urban center in the municipality of São Cristóvão and constitutes an area that faces problems in basic sanitation services, due to the inadequate development related to the irregular provision of these services. Given this situation, this study aims to analyze the residents' perception of the Grande Rosa Elze, in order to verify the relationship of actions involving sanitation services, with the possible impacts caused in the area. The method used to explain this relationship consists of the multivariate statistics tool, cluster analysis, which performs the hierarchy of the pointed-out problems. The results showed that the lack of access to the sewage network influences several problems in the population's conception, mainly flooding problems in rainy periods. In view of this study, it is possible to perceive that it is of significant importance to apply mitigations that improve access to basic sanitation services, as well as the priority correction of actions that cause the problems mentioned.

Keywords: environmental impacts; urban management; basic sanitation.

Resumen: Entre las diversas necesidades de las zonas urbanas, se encuentra el acceso al saneamiento básico, que debería ser una de las prioridades en la planificación urbana. Los impactos ambientales provocados por las deficiencias de saneamiento ponen en riesgo a varias personas en un lugar determinado. El Grande Rosa Elze es el centro urbano más grande del municipio de São Cristóvão y constituye un área que enfrenta problemas en los servicios de saneamiento básico, debido al desarrollo inadecuado relacionado con la prestación irregular de estos servicios. Ante esta situación, este estudio tiene como objetivo analizar la percepción de los pobladores del Grande Rosa Elze, con el fin de verificar la relación de las acciones que involucran servicios de saneamiento, con los posibles impactos ocasionados en la zona. El método utilizado

¹ Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

² Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju, Sergipe, Brasil.



para explicar esta relación consiste en la herramienta de estadística multivariante, análisis de conglomerados, que realiza la jerarquía de los problemas señalados. Los resultados mostraron que la falta de acceso a la red de alcantarillado influye varios problemas en la concepción de la población, principalmente problemas de inundaciones en períodos lluviosos. A la vista de este estudio, es posible percibir que es de gran importancia la aplicación de mitigaciones que mejoren el acceso a los servicios básicos de saneamiento, así como la corrección prioritaria de las acciones que ocasionan los problemas mencionados.

Palabras clave: impactos ambientales; gestión urbana; saneamiento básico.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de áreas urbanas em grande parte dos municípios brasileiros provocou alterações na paisagem natural, gerando pressões em recursos hídricos e áreas de interesse ambiental, e, pela forma desordenada e sem a devida proteção, resultou em inúmeros problemas sociais e ambientais (BARRON *et al.*, 2017). Segundo Barros *et al.* (2003), as construções das cidades alteram os ecossistemas naturais para unicamente atender às necessidades antrópicas em um primeiro momento, mas, ao longo do processo de sua consolidação, há a falta de um planejamento estratégico, com o uso intensivo do espaço e forte degradação dos recursos naturais. A problemática do saneamento é uma das mais ocorrentes e relevantes, pela negligência de sua implementação, dada a ocupação antrópica.

Em um conceito macro, saneamento ambiental consiste em um dos temas essenciais para garantir a qualidade de vida da população e a conservação ambiental de determinada localidade, sendo relacionado com as ações de uso racional dos recursos naturais, promoção do desenvolvimento socioeconômico, da justiça social e da saúde e higiene ambiental (JACOBI; PAZ; SANTOS, 2016). Além disso, Carvalho (2012) aponta que o saneamento ambiental, de forma mais atual, compõe o agrupamento de ações que visam à conservação do meio ambiente e prevenção de doenças, funcionando como reunião de medidas multidimensionais aplicada a fatores ambientais, socioeconômicos, políticos e culturais.

Nesse contexto, quando se trata de saneamento básico, destaca-se a promoção dos serviços de saneamento básico que são atestados pela Lei n. 11.445/07 (BRASIL, 2007), que institui a Política Nacional de Saneamento Básico. Ela define saneamento básico como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de saneamento, sendo: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial e resíduos sólidos. Esses serviços são deficitários no Brasil, resultando em alterações adversas em aspectos sociais, ambientais e econômicos, como valorização econômica, especulação imobiliária, saúde pública, incidência de doenças, qualidade de recursos naturais, entre outros (BRITTO; FORMIGA-JOHNSON; CARNEIRO, 2016; ACSELRAD; HERCULANO; PÁDUA, 2004).

Esse *deficit* contribui para o agravamento da vulnerabilidade ambiental de áreas urbanas consolidadas, em razão das fragilidades decorrentes de riscos ambientais e sociais envolvidas naquele espaço. Diante desse cenário, os municípios assumem uma grande responsabilidade no planejamento do uso e da ocupação do solo, em aspectos de habitação e saneamento básico. A gestão desses aspectos está intrinsecamente relacionada a medidas aplicadas, que devem levar em consideração as peculiaridades de cada localidade (TONELLA, 2013). Além disso, outras dimensões da gestão pública e sistemas sociais, econômicos e ambientais tornam a resolução de problemas complexa (RAMOS, 2013). Entender quais são essas ações e as percepções da população residente na área é relevante para compreender a dinâmica de ocorrência de

problemas que geram prejuízos para a população, bem como auxiliar na tomada de decisões quanto às medidas mitigadoras.

Essa natureza complexa do problema demanda uso de ferramentas que possam auxiliar e permitir um melhor processo de tomada de decisão. Na questão do saneamento básico, por exemplo, formulários podem ser utilizados e analisados estatisticamente para verificar aspectos diversos nos serviços ofertados. A Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP) utilizou formulários a fim de avaliar a satisfação dos clientes aos serviços ofertados e, assim, formar um grande banco de dados para melhoria contínua (ARSESP, 2013).

A pesquisa de Lima *et al.* (2017), com consumidores de 21 municípios do estado de Goiás, apontou quatro grupos com municípios de melhores e piores índices de satisfação, além de grau de insatisfação prevalente nas questões relacionadas à destinação dos resíduos sólidos e de esgoto. O trabalho de Lisboa, Heller e Silveira (2013), em entrevista a gestores de 15 municípios da Zona da Mata de Minas Gerais, identificou que a indisponibilidade de recursos financeiros e a limitação quanto à qualificação e capacidade técnica dificultam o processo de planejamento em nível municipal.

Deste modo, tanto a percepção da população quanto as perspectivas do gestor municipal contribuem para identificar, classificar e enumerar fatores que mitiguem os impactos ambientais relacionados com os serviços de saneamento básico em áreas urbanas. A partir disso, constatam-se os *deficits* e problemáticas da área, tornando possível a busca por melhores soluções para redução de impactos na sociedade no que concerne ao saneamento básico e, conseqüentemente, contribuindo para a qualidade ambiental e de vida.

Diante do exposto, tendo como objeto de estudo um dos núcleos urbanos da quarta cidade mais antiga do Brasil, o município de São Cristóvão, o presente trabalho tem como objetivo analisar a percepção da população do Grande Rosa Elze quanto aos principais impactos ambientais relacionados com os serviços de saneamento e seus aspectos, além de apontar as relações estatísticas acerca de ações causadoras de impactos ambientais e suas conseqüências. Com esta análise, pode-se obter um direcionamento para intervir nas principais deficiências de gerenciamento do saneamento na área em estudo, a fim de aplicar medidas de mitigação, controle e correção.

2 METODOLOGIA

2.1 Área em estudo

Com área de 438,04 km² e população de 90.072 habitantes, o município de São Cristóvão possui dois núcleos urbanos, sendo estes: a sede, que fica a 16 km da cidade de Aracaju, capital de Sergipe; e a região do Grande Rosa Elze, localizada nos limites da divisa com Aracaju, que envolve a maior parte da população e engloba a região metropolitana.

Essa região (Figura 1) tem cerca de 43.612 habitantes e abrange diversos subnúcleos, conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico (SÃO CRISTÓVÃO, 2014), com bairros e conjuntos habitacionais como: bairro Rosa Elze, conjunto Rosa Maria, Luiz Alves, Tijuca, Eduardo Gomes, Madre Paulina, Jardim Universitário, Conj. Maria do Carmo, Jacunã, Jubiara, Parque Formoso, Quem Dera, Lafaiete Coutinho, Rosa D'Oeste, entre outros.

Figura 1 – Localização do Grande Rosa Elze



Fonte: Os autores (2018).

Essa localidade apresenta uma defasagem em relação a alguns serviços de saneamento básico, especificamente, em serviços de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário, sendo este ainda deficitário; além disso, não há informações sobre serviços de drenagem urbana ou progressos na gestão de resíduos (SÃO CRISTÓVÃO, 2014).

Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, 2020) estimam que, no ano de 2019, cerca de 99,81% de todos os habitantes da área urbana de São Cristóvão, incluindo o núcleo do Grande Rosa Elze e demais localidades, tinham atendimento de coleta de resíduos sólidos urbanos. O Quadro 1 mostra as informações resumidas acerca dos serviços de saneamento na localidade em questão.

Quadro 1 – Resumo de informações sobre o atendimento de serviços de saneamento básico

Serviço	População
Coleta e tratamento de efluentes sanitários	Contempla 30% dos habitantes do Grande Rosa Elze
Abastecimento de água	Contempla basicamente toda a população
Drenagem de águas pluviais	Não há informações
Coleta de resíduos sólidos urbanos	Abrangência de coleta em quase 100%

Fonte: Adaptado do Plano Municipal de Saneamento Básico (SÃO CRISTÓVÃO, 2014) e SNIS (BRASIL, 2020).

Conforme aponta o Quadro 1, a população do Grande Rosa Elze é atingida, em parte, com a ausência ou a ineficiência nos serviços de saneamento básico, e, diante da defasagem desses serviços, uma parte considerável de sua população é afetada por impactos socioambientais nessa área, como contaminação de corpos hídricos, propagação de doenças de veiculação hídrica, resíduos localizados em vias públicas.

2.2 Aplicação de questionário e análise estatística multivariada

Tendo em vista a realidade socioambiental da área em estudo, há a necessidade de verificar a percepção socioambiental da população, para que seja possível traçar um perfil dos habitantes do local. Para esse fim, utilizou-se um questionário de forma a se adquirir informações e relacionar a percepção dos moradores do Grande Rosa Elze quanto aos aspectos do saneamento básico e aos eventuais impactos ambientais que atingem essa população. Salienta-se que os resultados dessa pesquisa advêm de Projeto de Pesquisa a Iniciação Científica (PIBIC) aprovado pela Coordenação de Pesquisa (COPEs) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Na seleção da amostra para aplicação do questionário, adotou-se a metodologia de amostragem aleatória simples, a qual consiste em um procedimento de amostragem probabilística, em que, na seleção da amostra de uma população-alvo, cada indivíduo tem a mesma probabilidade em ser selecionado. A utilização deste método estatístico possibilita obter dados de diferentes classes sociais locais, com uma maior heterogeneidade das respostas dos habitantes. A quantidade de questionários aplicados consistiu em uma amostra proporcional ao tamanho da população, definida de acordo com Gil (2008), Equação 1, para mensurar amostras aleatórias em estudo sociais.

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: n = Tamanho da amostra; σ^2 = Nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios- padrão; p = Percentagem com a qual o fenômeno se verifica; q = Percentagem complementar; N = tamanho da população; e² = Erro máximo permitido.

O tamanho populacional da região consiste em 43.612 habitantes. Para os valores de p e q, neste estudo, adotaram-se os valores de ambas as variáveis como 0,5, com um índice de 95% de confiança, que se refere ao valor tabelado de 1,96. Além disso, também foi utilizado um amostral permitido de 0,10, conforme aponta Gil (2008). A amostra final foi de 166 habitantes e o instrumento de coleta de dados utilizado foi a aplicação de questionário, contendo oito questões de múltipla escolha relacionadas aos serviços de saneamento básico na localidade do Grande Rosa Elze, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 – Questionário realizado

Perguntas	Respostas
Como é feito o acesso à água?	() Rede Pública () Poço
Como é descartado o esgoto?	() Rede pública () Fossa () Rua
Qual a situação do imóvel?	() Alugado () Próprio ou Financiado
Utiliza qual rede de saúde?	() Rede pública () Rede privada
Frequenta postos de saúde no Grande Rosa Elze?	() Sim () Não
Há coleta de resíduos por parte da prefeitura?	() Sim () Não
Já enfrentou problemas relacionados à drenagem de águas pluviais ou ao escoamento do esgoto?	() Sim () Não

Perguntas	Respostas
Se sim, já enfrentou problemas, quais foram?	<input type="checkbox"/> Alagamento residencial <input type="checkbox"/> Transbordamento da rede de esgoto residencial <input type="checkbox"/> Entupimento de fossas <input type="checkbox"/> Formação de lama no entorno da residência <input type="checkbox"/> Alagamento da rua <input type="checkbox"/> Problemas de infraestrutura das vias, como aparecimento de crateras <input type="checkbox"/> Aparecimento de vetores <input type="checkbox"/> Odores

Fonte: Os autores (2018).

Utilizou-se a plataforma on-line e em papel para os questionários, com sua divulgação realizada por meio das redes sociais, como Instagram, Facebook, entre outros, e, ainda, a aplicação com abordagem direta aos moradores locais. As respostas foram digitalizadas em um banco de dados no Excel para as análises estatísticas. A manipulação dessas análises ocorreu no *software* Microsoft Excel com o suplemento Action Stat, para realizar os tratamentos estatísticos descritivos e multivariados. Na interface desse suplemento, organizaram-se os dados em forma de gráficos para todas as perguntas efetuadas e, assim, obtiveram-se informações gerais da amostra no que tange ao acesso aos serviços de abastecimento de água, esgoto sanitário e resíduos sólidos.

Após essa organização, efetuou-se o teste de independência de Levine, Stephan e Szabat (2016), com a finalidade de relacionar duas variáveis específicas, selecionadas de forma prévia e representadas em uma tabela de contingência, a fim de determinar a relação entre si e se têm certo grau de dependência. Posteriormente, aplicou-se o teste Qui-Quadrado, com significância de 5%, para relacionar as respostas referentes às perguntas sobre o enfrentamento de problemas com esgotamento ou drenagem com a forma de descarte do esgoto sanitário, apresentadas no Quadro 2. Com isso, foi possível compreender se há ou não dependência entre essas variáveis.

Para avaliar de forma mais minuciosa a relação dos diversos impactos que envolvem as problemáticas de drenagem e esgotamento, foi utilizada uma técnica de estatística multivariada para averiguar, em conjunto, o comportamento dessas respostas. A técnica, denominada de análise de agrupamento, consiste em um método que objetiva separar os objetos analisados em grupos, com base em padronizar suas características (variáveis). Assim, ao analisar todo um conjunto de relações interdependentes entre si, pode-se formular grupos com características homogêneas internas de análise que se manifestam de forma diferente entre cada objeto; sendo assim, os grupos são definidos como heterogêneos com comportamentos diferentes entre si (JOHNSTON, 1989; EVERITT, 1995; VICINI, 2005).

Diante disso, essa etapa dividiu-se em duas: a análise de similaridade entre grupos, seguida pela hierarquização. Para determinar a suposta semelhança ou a diferença entre os elementos característicos, usou-se o cálculo da distância euclidiana selecionado no Action Stat, apontada na Equação 2,

$$d(X_i, X_k) = [(X_i - X_k)'(X_i - X_k)]^{1/2} = [\sum (X_{il} - X_{ik})^2]^{1/2} \quad (j \neq 1) \quad (\text{Equação 2})$$

Já o método hierárquico da análise de agrupamento, conforme é apontado por Bem, Giacomini e Waismann (2015), de forma geral, foi utilizado pra verificar mais de um tipo de partição e aproximação dos dados entre os objetos, gerando diversos agrupamentos possíveis. O método aplicado nesse estudo foi o do elemento mais distante que, de acordo com Albuquerque *et al.* (2006), consiste em uma das técnicas de hierarquização que mais são aplicadas em estudos de agrupamentos.

Nele, conforme aponta Bussab, Miazaki e Francisco (1990), o cálculo da dissimilaridade entre dois referidos grupos tem como base aquela que é apresentada pelos indivíduos de cada grupo que mais se parecem. Assim, são formados todos os pares com um membro de cada grupo, sendo possível obter a dissimilaridade entre esses grupos a partir do par que mais se assemelha. Em geral, o método de ligação completa considera grupos compactos e discretos, com valores de dissimilaridade relativamente altos.

Deste modo, a distância entre dois grupos é estabelecida pelos elementos de cada grupo formado que estão mais distantes entre si. A partir disso, são formados todos os pares com um membro de cada grupo em estudo, e a distância entre os referidos grupos é determinada pelo par que tem a maior distância, conforme mostra a Equação 3 (BUSSAB; MIAZAKI; FRANCISCO, 1990).

$$dd(AB)C = \text{máx}\{dAC, dBC\} \quad (\text{Equação 3})$$

A aplicação do método hierárquico de agrupamento forneceu os agrupamentos com base nas respostas dos questionários e possibilitou verificar as relações entre as respostas dos entrevistados, bem como quais respostas estão em maior proximidade. Para uma melhor visualização dos agrupamentos, gerou-se um dendrograma para representar os níveis das distâncias dos referidos grupos desenvolvidos. Assim, pode-se analisar os grupos formados, suas relações, a fim de buscar problemas prioritários ocorrentes na área em estudo, os quais devem ser mitigados ou controlados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações obtidas a partir da aplicação dos questionários possibilitou uma descrição dos serviços de saneamento básico na área em estudo, bem como os impactos que atingem a amostra investigada. Quanto à caracterização dessa, no que tange ao acesso ao abastecimento de água, 96% dos entrevistados ($n = 166$) informaram que seus imóveis têm acesso à água pela rede pública e 4% informaram que retiram a água por intermédio de poço. Quanto ao esgoto sanitário, em sua maioria (61%, $n = 166$), é realizado em redes públicas de coleta. No entanto, 1/4 (cerca de 25%, $n = 166$) da amostra possui fossa séptica, e, em 15% delas, o esgoto sanitário não é descartado em nenhuma das formas anteriores, sendo lançado de forma totalmente inadequada na rua, que pode afetar tanto corpos d'água quanto a saúde pública local.

Constata-se que o serviço de abastecimento de água potável abrange quase todos os indivíduos amostrais, sob tutela da companhia de abastecimento de água do estado. Mas, tendo em vista que água é um recurso básico ao ser humano e a necessidade de uma qualidade mínima, conforme Portaria do Ministério de Saúde, nesses quesitos, é necessária sua abrangência universal.

Na questão do esgotamento sanitário, segundo Andrade Neto (1997), o uso de fossas sépticas, em determinadas situações, não é um tratamento adequado para o esgoto, pela

sua taxa de remoção de matéria orgânica ocorrer entre 40% e 70%. Em contrapartida, esse sistema apresenta a habilidade de tratar fósforo, além de realizar uma ótima remoção de vírus e bactérias patogênicas, sendo uma alternativa, quando bem construída, para localidades rurais ou residências isoladas (POSTIGO *et al.*, 2017). O descarte de efluentes sanitários é de extrema preocupação, pois seu despejo incorreto no ambiente pode afetar a saúde humana, por favorecer a propagação de vetores e causando doenças de veiculação hídrica e ao meio ambiente, pois o esgoto contribui para a poluição dos corpos d'água, modificando as características da água, além de degradar a flora e a fauna aquática (CECCONELLO; CENTENO; LEANDRO, 2020).

Acerca da situação do imóvel de residência dos entrevistados, constatou-se que cerca de 53% (n = 166) das pessoas entrevistadas residem em imóveis alugados e 47% em imóveis próprios ou financiados. A proximidade com a Universidade Federal de Sergipe, atraindo universitários a morarem na região, pode ser fator que contribui para um maior número de imóveis alugados na área. Contudo, essa realidade pode mudar, pelo fato de a região sofrer uma alta especulação imobiliária em razão do numeroso surgimento de condomínios nas redondezas.

No que concerne ao acesso aos serviços de saúde pelos entrevistados, 60% (n = 166) deles utilizam a rede pública de saúde e 40% fazem uso da rede privada de saúde. Nota-se que mais de um terço dos entrevistados têm melhores condições para usufruir de planos de saúde, e esse fato pode decorrer em razão da insatisfação ou inexistência de algum serviço público de saúde na região. Ademais, 53% (n = 166) deles afirmaram que frequentam alguma unidade em situação necessária, contudo, 47% não frequentam nenhuma unidade pública de saúde. Logo, percebe-se que os postos de saúde do Grande Rosa Elze, onde há a Unidade de Emergência do Eduardo Gomes e a Unidade Básica de Saúde Massoud Jalali, são de grande relevância para a saúde da população local. Com mais da metade dos entrevistados frequentando os postos de saúde da área, faz-se necessário que estes apresentem qualidade de infraestrutura para atendimento adequado das comunidades.

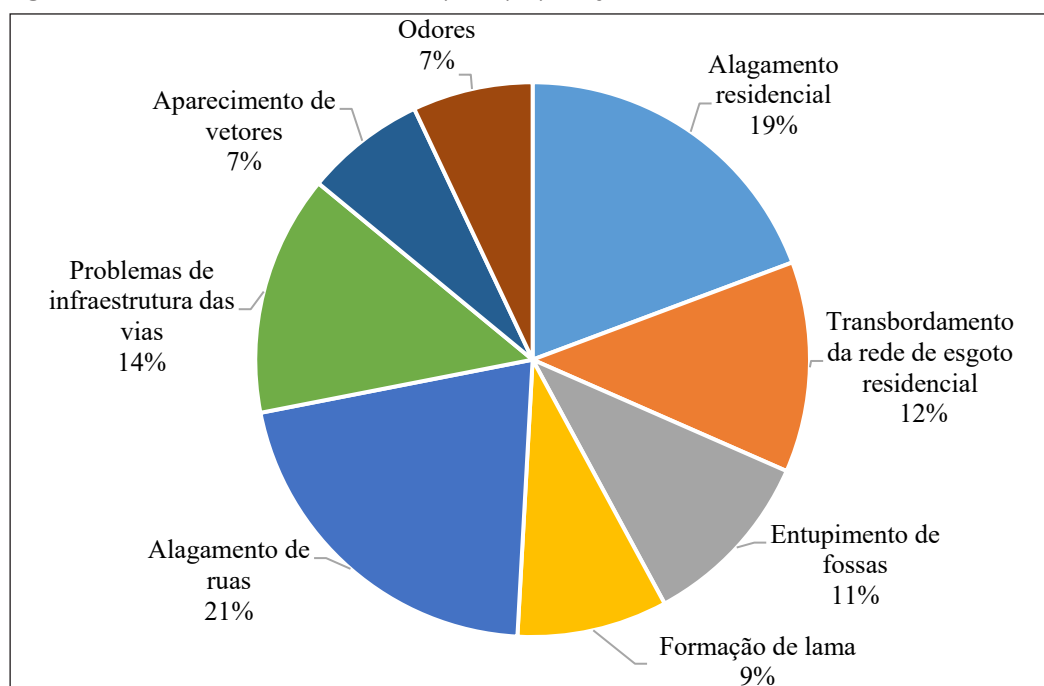
Em relação aos resíduos produzidos nas residências, constatou-se que 99% (n = 166) dos entrevistados têm coleta de resíduos em suas respectivas residências, realizada pela prefeitura, conforme informação do SNIS (BRASIL, 2020). Assim, o 1% que não tem acesso a essa coleta relata que realiza a queima dos resíduos produzidos, uma prática que pode ocasionar problemas socioambientais para os moradores da área ou colocar sua vida em risco. E, para os impactos ambientais que são agravados em decorrência da ineficiência dos serviços de saneamento, quanto ao esgotamento sanitário e à drenagem de águas pluviais, os entrevistados informaram enfrentar problemas relacionados a eles. Cerca de 34% (n = 166) da população já sofreu ou ainda sofre com esses problemas, e 66% desta nunca foi atingida por problemáticas neste sentido.

Conforme verificado no SNIS (BRASIL, 2020), não há informações sobre a rede de drenagem urbana do Grande Rosa Elze, sendo que a localidade necessita de forma imediata de soluções sobre a gestão de água da chuva que ocasiona graves alagamentos. Ademais, a rede de esgotamento sanitário, que atende apenas 30% da população, conforme aponta o Plano Municipal de Saneamento Básico (SÃO CRISTÓVÃO, 2014), necessita ser ampliada para o restante dos habitantes, como forma de também controlar os impactos ambientais.

Diante desse cenário de respostas relacionados a problemáticas nos serviços de drenagem pluvial e esgotamento sanitário, pelo teste Qui-Quadrado, constatou-se uma certa dependência para essas variáveis, com nível de significância de 5% ($p = 2,18 * 10^{-5}$; $\alpha = 5\%$), o que revela a necessidade em soluções para ampliação desses serviços.

Quanto aos entrevistados que responderam “sim” em relação ao enfrentamento de problemas de esgotamento sanitário ou drenagem pluvial, a Figura 2 revela que os problemas que mais foram relatados por eles consistem nos alagamentos nas próprias residências e alagamentos nas ruas, formando 40% da amostra. Os impactos menos apontados consistem na produção de odores e no alastramento de vetores, em decorrência da presença de esgotamento sanitário sem tratamento.

Figura 2 – Problemas enfrentados pela população



Fonte: Os autores (2018).

Todos esses problemas podem decorrer em razão de obras e ações que não consideram um planejamento urbano adequado, como: colocação do asfalto em ruas que não existem rede de drenagem ou são insuficientes, construções que prejudicam a rede de esgoto, lançamento inadequado de esgoto doméstico na rua, entre outros (SALLA *et al.*, 2019). Acerca desses problemas ambientais que os moradores são acometidos, foi realizada a análise de agrupamento, sob o método hierárquico, sendo possível enquadrar os impactos ambientais relatados (rótulos) em tipos de agrupamentos, como mostra a Tabela 1.

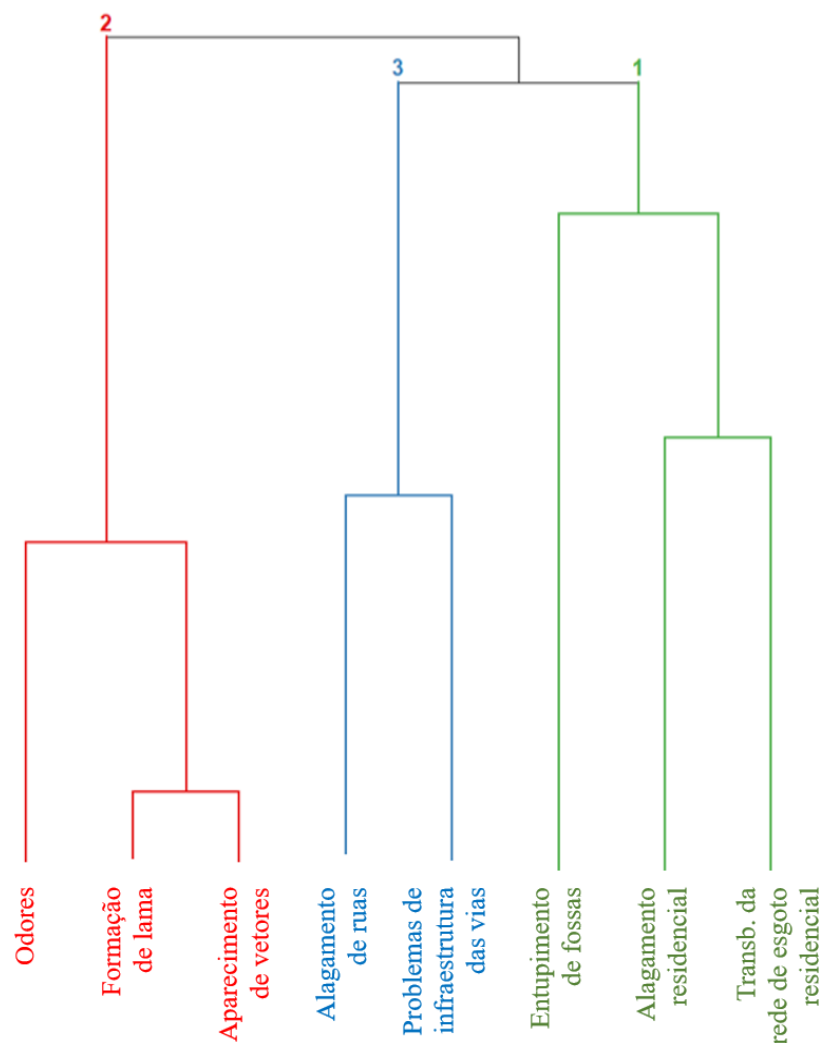
Tabela 1 – Grupos e rótulos obtidos

Rótulos	Ordem dos rótulos	Grupos
Alagamento residencial	1	1
Transbordamento da rede de esgoto residencial	2	1
Entupimento de fossas	3	1
Formação de lama	4	2
Alagamento de ruas	5	3
Problemas de infraestrutura das vias	6	3
Aparecimento de vetores	7	2
Odores	8	2

Fonte: Os autores (2018).

Os impactos que ocorrem se atrelam aos ineficientes serviços de saneamento básico prestados no local. A Figura 3 dispõe do dendrograma dos agrupamentos formados. Os alagamentos que ocorrem em residências e nas ruas relacionam-se com a ausência de plano de drenagem no Grande Rosa Elze, bem como com as deficiências de esgotamento sanitário como o rio Poxim e seus afluentes. Assim, a hierarquia para tomada de medidas de mitigação que controlem esses impactos pode levar em consideração esta relação de agravantes, a fim de amenizar problemáticas que são prioritárias relacionadas à manutenção do manejo de esgoto sanitário (entupimentos e ausência de tratamento) e à ausência ou ineficácia da drenagem de águas pluviais, que estão presentes no grupo 1.

Figura 3 – Hierarquia dos agrupamentos



Fonte: Os autores (2018).

Supõe-se que os três grupos formados têm naturezas próximas que os caracterizam. O grupo 3 apresenta uma natureza mais pontual e clínica, relacionado com as questões residenciais; já o grupo 2 envolve problemas associados com a ausência de infraestrutura urbana; e o grupo 1 reúne impactos comunitários de saneamento básico, perceptíveis pela população em longo prazo. Ressalta-se que, na área em estudo, diversas ocupações ocorrem na margem do rio Poxim

e em seus córregos e canais, ocasionando diversas mudanças nos cursos desse recurso que são ocasionadas, principalmente, em decorrência do lançamento *in natura* dos efluentes domésticos, advindo das residências do Grande Rosa Elze. Em períodos chuvosos, quando a ação da água se torna violenta, há o impacto com maior peso para a população, que, além dos alagamentos, convive com o surgimento de lama nas ruas, defeitos em infraestruturas das vias, transbordamento da rede esgoto, em razão da infiltração de água pluvial, além do entupimento de fossas.

As mudanças que ocorrem nos corpos hídricos, como o rio Poxim e seus afluentes, em decorrência do lançamento *in natura* do efluente doméstico, advindo das residências do grande Rosa Elze, consistem em impactos bastante relevantes. Diante desse fato, os cursos hídricos estão sujeitos a uma poluição que tende a aumentar com o passar do tempo, em razão das fontes de poluição não cessarem o lançamento de esgoto nesses corpos d'água, tornando sua qualidade baixa (VON SPERLING, 1996; AMARAL *et al.*, 2003). Além disso, há perdas da biodiversidade local, com o desaparecimento de espécimes da fauna e flora aquática, prejudicando o equilíbrio do ecossistema de corpos hídricos (MINAYO, 2002). Conforme é mostrado na Figura 4, o principal córrego da região, que deságua no rio Poxim, enfrenta a problemática de receber esgotamento sanitário sem tratamento.

Figura 4 – Córrego que enfrenta o lançamento de esgoto



Fonte: Os autores (2018).

Em períodos chuvosos, quando a ação da água se torna violenta, tem-se o impacto com maior peso para a população do Grande Rosa Elze, além de resultar no alagamento em pontos específicos. Isso ocorre em razão do aumento do escoamento superficial, em decorrência, inicialmente, da impermeabilização do solo e devido às ações de entupimento de bueiros, acúmulo

de lixo, má utilização da galeias de água de drenagem, entre outros fatores, que provocam o acúmulo de água e o aumento do escoamento superficial (RIBEIRO, 2009).

A ocupação habitacional, que, em grande parte, ocorre nas margens do rio Poxim e de córregos afluentes, ocasiona a perda da proteção desses corpos d'água, em razão da supressão da vegetação em locais de área de preservação permanente. Neste sentido, o Grande Rosa Elze, com o crescimento urbano que ocorre atrelado ao desaparecimento dessa vegetação, está sujeito a perder áreas de várzeas, afetando a saúde pública e, em época de chuva, podendo intensificar os transtornos cotidianos.

A inadequada organização de uso e ocupação do solo, que ocorre a partir do aparecimento de edificações para diversos fins, como moradia e comércio, consiste em uma das principais problemáticas que afetam a área (DIAS; BORJA; MORAES, 2004). É válido ressaltar que a região do Grande Rosa Elze está sendo palco de diversos empreendimentos imobiliários de condomínios, e isso acarreta impactos como a diminuição da infiltração de água e possível contaminação do solo. Aliado ao aparecimento desses impactos referentes ao solo, que ocorrem diante da construção de edificações e aumento populacional da área, surge, também, o aumento da especulação imobiliária (PEREIRA, 2008). As Figuras 5 e 6 mostram pontos de ocupações inadequados, próximos à Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) do Eduardo Gomes, onde há residências nas margens das lagoas de estabilização e, também, condomínios no entorno.

Figura 5 – Ocupação nas margens da ETE



Fonte: Os autores (2018).

Figura 6 – Aparecimento de condomínios no entorno da ETE



Fonte: Os autores (2018).

Sendo assim, esse aumento populacional e a construção de edificações em locais impróprios propiciam o aparecimento de pontos de depósito e descarte de resíduos sólidos, intensificando a proliferação de vetores causadores de doenças, como mostram as Figuras 7 e 8, que expõem pontos com descarte de resíduos. O Grande Rosa Elze também está sujeito ao crescimento populacional, enfrentando o aumento de atividades comerciais que condicionam ao aparecimento de novos condomínios, comércios de mercados, lojas, entre outros. Dessa forma, é ideal o aprofundamento das intervenções de saneamento na região, a fim de mitigar os impactos que podem ser agravados.

Figura 7 – Ponto de descarte de resíduos em encosta



Fonte: Os autores (2018).

Figura 8 – Ponto de descarte de resíduos em terreno baldio



Fonte: Os autores (2018).

O conhecimento dos impactos ambientais enfrentados na área do Grande Rosa Elze e de suas relações com o modo de descarte dos efluentes é importante para a aplicação de medidas corretivas. O poder público, com a finalidade de conter as problemáticas, sabendo suas relações com os aspectos de descarte, pode agir de forma mais pontual na aplicação de correções. Essa ação deve considerar o conhecimento das questões locais como um passo relevante para o correto gerenciamento dos aspectos sociais e ambientais. Assim, Silva e Agra Filho (2020) apontam que, em áreas urbanas, há a necessidade de realizar uma análise preliminar dos programas de saneamento, antes do nível de projeto, para indicar as estratégias efetivas e importantes para a internalização e operacionalização de serviços, considerando as referidas peculiaridades locais.

As problemáticas que decorrem das deficiências dos serviços de saneamento, conforme foi explanado, ocorrem em diversas cidades brasileiras. De acordo com Pereira *et al.* (2020), em estudo na cidade de Codó, MA, há diversos impactos relatados no rio Itapecuru, em razão da ação antrópica. Neste caso, a degradação ambiental está relacionada com a deficiência na coleta e no tratamento de resíduos, que acabam sendo despejados nos cursos hídricos.

Medidas de cunho ambiental que apliquem os objetivos da política de saneamento básico são essenciais para tratar os impactos da localidade e considerar suas particularidades. A tomada de decisões em solucionar problemas de saneamento básico deve ter foco nas relações entre os impactos relatados para assim otimizar os processos decisórios e promover a qualidade e o bem-estar de vida para a população, como ampliação da rede de esgotamento em áreas mais impactadas e construção de rede de drenagem urbana.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As questões de saneamento são essenciais para o desenvolvimento de uma localidade, visando à promoção da saúde pública e ao equilíbrio dos atributos ambientais. Os acessos aos serviços de saneamento podem indicar a qualidade do ambiente e o bem-estar da sociedade. Com isso, o gerenciamento inadequado das questões de saneamento é responsável por tornar a vulnerabilidade da área maior, colocando em risco a saúde pública. Nesse sentido, com a deficiência em serviços, os impactos ambientais são agravados, colocando em risco a qualidade de todo o ambiente.

Diante do diagnóstico realizado, é possível concluir que os riscos que a região do Grande Rosa Elze está sujeita a enfrentar no que se refere ao saneamento básico estão relacionados com as ações de descarte e gerenciamento do esgotamento sanitário. Isso ocorre em virtude do crescimento urbano não planejado, acarretando o surgimento e agravamento de danos socioambientais na área. Neste contexto, visualiza-se que os recursos naturais e o bem-estar da população estão sujeitos a ser impactados negativamente, mas os impactos podem ser mitigados ou controlados a partir de medidas de gestão preventiva, que considerem a universalização dos serviços de saneamento, principalmente os relacionados com a coleta e o tratamento de esgoto e manejo das águas pluviais.

Com a aplicação da análise agrupamento, pode-se visualizar a priorização dos problemas mais graves, que colocam em risco os compartimentos ambientais e sociais do Grande Rosa Elze. Assim, os procedimentos metodológicos deste estudo podem servir como uma importante ferramenta para elaboração de planos de saneamento básico, resíduos sólidos, drenagem urbana, plano diretor, entre outros, apontando as principais problemáticas e as possíveis intervenções necessárias nos serviços de saneamento.

Portanto, percebe-se que as questões atreladas aos impactos referentes ao saneamento têm maior gravidade para os moradores no que tange aos alagamentos e às problemáticas de transbordamento do sistema de esgoto. As medidas de mitigação inicialmente, de forma prioritária, devem ser aplicadas para este grupo de variáveis. As informações obtidas acerca das problemáticas locais da área em estudo são essenciais para auxiliar os planos de prevenção e de controle das alterações ambientais, a fim de auxiliar o poder público e demais esferas da sociedade. Assim, é nítido que o saneamento básico do Grande Rosa Elze necessita de mais efetivação universal para suprir grande parte dos impactos ambientais indicados.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. A justiça ambiental e a dinâmica das lutas socioambientais no Brasil: uma introdução. In: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. *Justiça ambiental e cidadania*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p. 9–22.

ALBUQUERQUE, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SANTOS, E. S.; STOSIC, B.; SOUZA, A. L. Estabilidade em análise de agrupamento: estudo de caso em ciência florestal. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 257–65, 2006.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fatos de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, v. 37 n. 4, p. 510–14, 2003.

ANDRADE NETO, C. O. *Sistemas simples para tratamentos de esgotos sanitários: experiência brasileira*. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

AGÊNCIA REGULADORA DE SANEAMENTO E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO [ARSESP]. *Pesquisa de satisfação dos usuários residenciais dos serviços de água e esgoto de municípios do estado de São Paulo*. São Paulo: ARSESP, 2013. Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/ResultadoPesquisaSatisfacaoArquivo/Jales.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2022.

BARRON, N. J.; KULLER, M.; YASMIN, Y.; CASTONGUAY, A. C.; CONN, R. J.; COPA, V.; DUNCAN-HORNER, E.; GIMELLI, F. M.; JAMALI, B.; NIELSEN, J. S.; NOVALIA, K. N.; SHEN, P. F.; BROWN, R. R.; DELETIC, A. Towards water sensitive cities in Asia: an interdisciplinary journey. *Water Science and Technology*, London, v. 76, n. 4, p. 1150–7, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2017.287>

BARROS, M. V. F.; SCOMPARIM, A.; KISHI, C. S.; CAVIGLIONE, J. H.; ARANTES, M. R. L.; NAKASHIMA, S. Y.; REIS, T. E. S. Identificação das ocupações irregulares nos fundos de vale da cidade de Londrina/PR por meio de imagem landsat 7. *Ra'ega*, Curitiba, v. 7, p. 47–54, 2003.

BEM, J. S. D.; GIACOMINI, N. M. R.; WAISMANN, M. Utilização da técnica da análise de clusters ao emprego da indústria criativa entre 2000 e 2010: estudo da Região do Consinos-RS. *Interações*, Campo Grande, v. 16, n. 1, p. 27–41, 2015.

BUSSAB, O.; MIAZAKI, S.; FRANCISCO, D. *Introdução à análise de agrupamentos*. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990.

BRASIL. Lei Federal n. 11445, de 5 de fevereiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 5 jan. 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades. *Sistema nacional de informações sobre saneamento – SNIS*. Diagnóstico das cidades. Brasília, DF, 2020.

BRITTO, A. L.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; CARNEIRO, P. R. F. Abastecimento público e escassez hidrossocial na Metrôpole do Rio de Janeiro. *Ambiente e Sociedade*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 183–206, mar. 2016.

CARVALHO, S. A. O direito fundamental ao saneamento básico como garantia do mínimo existencial social e ambiental. *Revista Brasileira de Direito*, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 6–37, 2012.

CECCONELLO, S. T.; CENTENO, L. N.; LEANDRO, D. Avaliação da qualidade da água subterrânea na zona rural do município de Pelotas, RS. *Revista Thema*, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 57–73, 2020.

DIAS, M. C.; BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. (2004). Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontâneas: um estudo em Salvador – Bahia. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, [ABES], v. 9, n. 1, p. 82–92, jan./mar. 2004.

EVERITT, B. S. *Cluster Analysis*. 3.ed. London: Arnold, 1995. 170 p.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JACOBI, P. R.; PAZ, M. G. A.; SANTOS, I. P. O. (Org.). *Metodologias para o fortalecimento do controle social no saneamento básico*. 5.ed. São Paulo: USP, 2016. 52 p.

JOHNSTON, R. J. *Multivariate Statistical Analysis in Geography: a primer on the general linear model*. 4.ed. New York: Longman Inc., 1989. 280 p.

LEVINE, D. M.; STEPHAN, D. F.; SZABAT, K. A. *Estatística: teoria e aplicações usando Microsoft Excel*. 7. ed. Palmital, SP: LTC Exatas Didático, 2016. 792 p.

LIMA, A. S. C.; SCALIZE, P. S.; ARRUDA, P. N.; BAUMANN, L. R. F. Satisfação e percepção dos usuários dos sistemas de saneamento de municípios goianos operados pelas prefeituras. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 3, p. 415–28, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/sqKHhqhMM6kGXPdj65xzzhM/?lang=pt>. Acesso em: 8 mar. 2022.

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p. 341–48, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/994sJtj6TWMPMFgFGRF8Fzk/?lang=pt>. Acesso em: 8 mar. 2022.

MINAYO, M. C. Enfoque ecossistêmico de saúde e qualidade de vida. In: MINAYO, M. C.; MIRANDA, A. C. (Org.). *Saúde e ambiente sustentável: estreitando nós*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

PEREIRA, G. C. Habitação e infraestrutura urbana em Salvador e Região Metropolitana. In: CARVALHO, I. M. M.; PEREIRA, G. C. (Org.). *Como anda Salvador e sua região metropolitana*. [on-line]. 2.ed.; rev. ampl. Salvador: Edufba, 2008. 228 p.

PEREIRA, C. S.; RODRIGUES, M. O. S.; BARROS, C. L. S.; ALMEIDA, B. L. N.; DIOGO, M. L. S. A. Identificação de impactos ambientais provocados pelo lançamento de resíduos sólidos e líquidos no Rio Itapecuru. *Nature and Conservation*, Aracaju, v. 13, n. 2, p. 58–66, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.002.0006>

POSTIGO, M. D.; BRESSANE, A.; FRANCESCHINI, G.; CHAVES, M. R. M.; LONGO, R. M. Avaliação da eficiência de fossa séptica de baixo custo desenvolvida para o saneamento rural. *Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, v. 14, n. 1, p. 26–35, jan./jun. 2017.

RAMOS, R. R. Saúde ambiental: uma proposta interdisciplinar. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, Uberlândia, v. 9, n. 16, p. 67–73, 2013.

RIBEIRO, D. V. *Resíduos sólidos: problema ou oportunidade*. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

SALLA, M. R.; SÁ, E.; FERREIRA, P. A. S. C.; MELO, N. A. Relação entre saneamento básico e saúde pública em Bissau, Guiné-Bissau. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 284–96, 2019.

SÃO CRISTÓVÃO (Cidade). *Lei n. 218*, de 23 de outubro de 2014. Aprova o Plano Municipal de Saneamento Básico nos eixos Abastecimento de Água Potável e Tratamento de Esgoto, e dá outras providências. São Cristóvão, 23 out. 2014.

SILVA, L. E. P. V. C.; AGRA FILHO, S. S. Avaliação ambiental estratégica para programas de saneamento básico: construindo orientações para a etapa de scoping. *Bahia Análise & Dados*, Salvador, v. 29, n. 2, p. 127–51, jan. 2020. E-ISSN 2595-2064. Disponível em: <http://publicacoes.sei.ba.gov.br/index.php/bahiaanaliseedados/article/view/239>. Acesso em: 20 jun. 2020.

TONELLA, C. Políticas Urbanas no Brasil: marcos legais, sujeitos e instituições. *Revista Sociedade e Estado*, Brasília, v. 28, n. 1, p. 29–52, 2013.

VICINI, L. *Análise multivariada da teoria à prática*. Santa Maria: UFSM; CCNE, 2005. 215 p.

VON SPERLING, M. *Princípios básicos do tratamento de esgotos – princípios do tratamento biológico de águas residuárias*. Belo Horizonte: UFMG, 1996. V. 2.

Sobre os autores:

Jocimar Coutinho Rodrigues Junior: Doutorando e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Engenheiro ambiental e sanitário pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) e engenheiro civil pela Universidade Tiradentes (UNIT). **E-mail:** jocimar_junior@hotmail.com, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-4033-3243>

Ester Milena dos Santos: Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Engenheira ambiental e sanitária pela UFS. Atua como engenheira ambiental e sanitária em Aracaju, SE, e é pesquisadora na UFS. **E-mail:** esthermilena@hotmail.com, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-8937-3767>

Daniella Rocha: Doutora em Engenharia Civil – área interdisciplinar de meio ambiente, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestre em Engenharia Civil – área interdisciplinar de meio ambiente, pela UFRJ. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Professora na UFS, *Campus* de São Cristóvão – Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária. **E-mail:** daniellarocha.ufs@gmail.com, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-1936-2816>