

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL E A OCORRÊNCIA DA LEPTOSPIROSE: UM ESTUDO EM BAIRROS POPULARES DE SALVADOR – BAHIA

ENVIRONMENTAL HEALTH INDEX AND THE OCCURRENCE OF LEPTOSPIROSIS: A STUDY IN POPULAR NEIGHBORHOODS OF SALVADOR – BAHIA

Recibido el 24 de septiembre de 2021. Aceptado el 31 de enero de 2022

* Joan Carlos Santos Silva ¹

Patricia Campos Borja ²

Federico Costa ^{3,4,5}

Fabiana Almerinda Palma ³

Roberta Santana ³

Nivison Ruy Rocha Nery Jr. ^{3,4}

Gielson Sacramento ⁴

Daiana S. Oliveira ⁴

Jaqueline S. Cruz ⁴

Elsio A. Wunder Jr. ⁵

Mitermayer G. Reis ^{4,6,7}

Albert I. Ko ^{4,7}

Abstract

Leptospirosis, an endemic disease in Brazil, with high lethality, is related to the environmental health of the territories, mainly impacting populations in a state of socioeconomic vulnerability. The present work aimed to investigate the gradients of environmental health in popular neighborhoods of Salvador-Bahia and its influence on Leptospira infection. The investigation involved the collection of primary and secondary data about the environmental health and the occurrence of individuals with antibodies against Leptospira. An Environmental Health Index (EHI) for the areas of study was elaborated, the information was georeferenced, and the data were statistically analyzed. The results indicated that fifteen of the twenty-three study micro-areas had unsatisfactory environmental health conditions and the statistical and spatial analyzes indicated a relation between low EHI scores and higher concentration of individuals with antibodies against Leptospira. In conclusion, the prevention and control of the disease must involve integrated and integral actions for basic sanitation in the territory, surpassing a medical-assistance approach.

Keywords: leptospirosis, environmental health index, basic sanitation.

¹ Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil.

² Departamento de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil

³ Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil.

⁴ Instituto Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Salvador, Bahia, Brasil.

⁵ Department of Epidemiology of Microbial Diseases, Yale School of Public Health, New Haven, Connecticut, USA.

⁶ Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.

⁷ Division of Infectious Diseases and Vaccinology, School of Public Health, University of California, Berkeley, California, USA.

*Autor correspondente: Universidade Federal da Bahia, Salvador – Bahia. Rua Caetano Moura nº 31, Condomínio Edifício Areal, apto 013, Federação, Salvador, Bahia, Brasil. Cep.: 40210-340. Email: eng.joansilva@gmail.com

Resumo

A leptospirose, doença que é endêmica no Brasil, e de alta letalidade, tem relação e a salubridade ambiental dos territórios, impactando principalmente as populações em estado e vulnerabilidade socioeconômica. O presente trabalho objetivou investigar os gradientes de salubridade ambiental em bairros populares de Salvador-Bahia e sua influência na infecção pela *Leptospira*. A investigação envolveu a coleta de dados primários e secundários sobre a salubridade ambiental e a ocorrência de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira*. Elaborou-se um Índice de Salubridade Ambiental (ISA) para as áreas de estudo, fez-se o georreferenciamento das informações e análises estatísticas dos dados. Os resultados mostraram que quinze das vinte e três microáreas de estudo possuíam condição de salubridade insatisfatória e as análises estatísticas e espaciais indicaram relações entre baixas pontuações do ISA e maiores concentrações de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira*. Concluiu-se que a prevenção e controle da enfermidade deve envolver ações integradas e integrais de saneamento básico no território, superando a abordagem médico-assistencial.

Palavras chave: leptospirose, índice de salubridade ambiental, saneamento básico.

Introdução

A Leptospirose é uma enfermidade causada por bactérias do gênero *Leptospira*, característica por ser endêmica e de ocorrência mundial. A doença pode ser transmitida de animais para humanos, o que a classificada como uma antropozoonose. A infecção pode ser dada de forma direta ou indireta, seja pelo contato da urina dos animais infectados, ou a partir do contato com meio ambiente contaminado, onde as bactérias penetram no organismo através de lesões na pele ou pelo contato contínuo na pele intacta ou nas mucosas (Brasil, 2017; Levett, 2001).

A *Leptospira* aloja-se em animais domésticos e selvagens, agindo como reservatórios da bactéria, principalmente em roedores das espécies *Rattus norvegicus* e *Rattus rattus*, ou rato de esgoto e rato de telhado, como são popularmente conhecidos. Entretanto, os roedores não desenvolvem a doença e a bactéria se instala nos rins e no trato genital, sendo eliminadas vivas pela urina (Brasil, 2017). Podem também sobreviver em ambiente externo e por até 6 meses, desde que encontre condições adequadas como alta umidade do solo, baixa acidez e salinidade e ausência de raios ultravioletas (Gomes, 2015).

As características principais da doença são dadas por febre repentina, dores de cabeça e no corpo, manifestando-se com sintomas leves e pouco perceptíveis, onde, em alguns casos, é confundida com doenças de sintomas semelhantes, ou de forma mais grave, resultando na morte do hospedeiro (GOMES, 2015). Atualmente, dentro os métodos de identificação da enfermidade em humanos, o sorológico é o método mais utilizado, o qual, a partir de uma amostra de sangue é detectada a presença de anticorpos contra a *Leptospira*, que geralmente são produzidas a partir da primeira semana de infecção pela bactéria (Fiocruz, 2005; Brasil, 2014).

A extensão de transmissão da leptospirose depende de fatores tais como o clima, a taxa de urbanização, a densidade populacional e a vulnerabilidade social (LEVETT, 2001). Sua maior incidência é observada em regiões tropicais e subtropicais, por apresentarem altas temperaturas e umidade mais elevada (Gomes, 2015). Assim, áreas em estado de vulnerabilidade socioeconômica e que apresentam a prestação dos serviços de saneamento precárias, favorecem a ocorrência da enfermidade (Levett, 2001; Gomes, 2015).

De acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2017), no Brasil, a leptospirose é uma doença endêmica, manifestando-se em regiões específicas, durante todos os meses do ano. No entanto, torna-se epidêmica, durante os meses mais chuvosos, sendo que a sua incidência é maior evidenciada devido a eventos de enchentes e alagamentos, principalmente, em áreas de maior densidade populacional e de baixa renda, por apresentarem condições inadequadas de habitação e saneamento básico.

O Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), aponta que no período de 2008 a 2017, foram notificados 38.466 casos de Leptospirose no Brasil, sendo que as maiores incidências foram dadas nas regiões Sul e Norte, com 4,38 e 4,07 casos por 100.000 habitantes (Brasil, 2018). A maioria dos casos ocorre entre pessoas que residem ou trabalham em locais com condições dos serviços de saneamento básico precário ou inexistente e alto número de animais infectados (Costa *et al.*, 2015).

Diversos autores apontam a precariedade ou falta dos serviços públicos de saneamento básico (drenagem urbana, de esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos) como principais responsáveis pela transmissão da Leptospirose (Reis *et al.*, 2008; Barcellos; Sabroza, 2001; Hagan *et al.*, 2016; Oliveira, Silva Filho; Silva, 2017).

Reis *et al.* (2008), Felzenburgh *et al.* (2014) e Hagan *et al.* (2016) indicaram uma relação direta entre drenagem urbana com a soroprevalência e soroincidência da Leptospirose no bairro de Pau da Lima, Salvador-BA. A ocorrência de chuvas intensas em conjunto com a precariedade dos serviços públicos de drenagem ocasionou alagamentos e inundações, deixando a população, principalmente a que vive nos pontos mais baixo dos vales e próximos a canais abertos e valas de esgotos, susceptíveis à infecção e reinfecção pela *Leptospira*.

Barcellos e Sabroza (2001) destacam que na zona leste do Rio de Janeiro a incidência da enfermidade foi maior nas regiões de risco de alagamento. Souza *et al.* (2013) apontaram que em Itaperuna-RJ, as pessoas mais expostas e com maior contato com a lama, estavam mais propensas a infecção pela *Leptospira*, sendo que, 66,7% de 24 pessoas que contraíram a bactéria, entre 2009 e 2012, conviviam com áreas de risco. Valvassori e Alexandre (2012) mostraram que quase todos os nove casos de infecção por *Leptospira* em Criciúma-SC, entre 2004 e 2009, foram provenientes

de áreas que possuíam drenagem urbana classificada como regular a ruim. Estudo de Guimarães, Carvalho e Silva (2014), realizado no Rio de Janeiro entre 2007 e 2012, apontou que além das regiões sujeitas à inundação, as áreas em torno de zonas de acúmulo de resíduos sólidos apresentaram maiores taxas de ocorrência da Leptospirose.

A disposição inadequada dos resíduos sólidos é um fator importante na infecção pela bactéria, uma vez que proporciona um ambiente atrativo para os roedores transmissores da doença. Souza *et al.* (2013) mostraram que cerca de 18% das pessoas contaminadas pela *Leptospira* em Itaperuna-RJ, tinham como fatores de risco a presença de resíduos sólidos nos locais de suas residências. Aleixo e Sant'anna Neto (2010) perceberam que na cidade de Ribeirão Preto-SP, o lançamento de resíduos domésticos nos córregos e nas margens de riachos serviam de atrativo para os roedores e facilitava a ocorrência de enchentes e inundações.

Na análise dos serviços de esgotamento sanitário como fator de risco à enfermidade, é notória a relação direta entre estes e os de drenagem urbana. Reis *et al.* (2008), Felzenburgh *et al.* (2014) e Hagan *et al.* (2016) evidenciaram que no bairro de Pau da Lima, Salvador-BA, áreas com esgoto a céu aberto e sujeitas a inundações, estavam mais propensas ao risco da infecção à Leptospirose.

Segundo Soares *et al.* (2010) em épocas de enchentes, a água da chuva se mistura com esgoto e é contaminada pela *Leptospira*, que foi fonte de contaminação para 2.490 casos analisados na cidade de São Paulo, entre 1998 a 2006. Em Belém-PA, Gonçalves *et al.* (2016) mostraram que entre 2007 a 2013, 22% dos casos de Leptospirose ocorreram em áreas com ausência de coleta de esgoto, representando o terceiro fator mais relevante na incidência da doença.

Contudo, Busato *et al.* (2017) consideraram que a incidência da Leptospirose em Chapecó, no Paraná, não ocorreu somente por variáveis isoladas, mas pela multiplicidade de fatores, dentre eles, a falta de saneamento básico como um todo. Estudo de Teixeira *et al.* (2014) realizado no Brasil, apontou que entre 2001 a 2009 a Leptospirose relacionou-se com a precariedade do saneamento básico, mostrando que a análise da ocorrência dessa doença deve ser feita considerando as componentes do saneamento de forma integrada.

Assim, considerando a relevância do saneamento básico como promotor de saúde e sua relação com a ocorrência da Leptospirose, o presente estudo objetivou avaliar a transmissão dessa enfermidade a partir de uma abordagem multidimensional, considerando a salubridade do meio no território; mais especificamente, a distribuição espacial da ocorrência de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira* em áreas de quatro bairros da cidade do Salvador-Bahia frente aos gradientes de salubridade ambiental no território. Nesse estudo, a salubridade ambiental refere-se à qualidade do ambiente quando às condições do saneamento básico, ou seja: drenagem das águas pluviais, destinos dos esgotos domésticos e manejo de resíduos sólidos e limpeza pública.

A relevância da investigação deve-se à escassez de pesquisas que busquem compreender a disseminação dessa enfermidade, considerando os aspectos do território, da salubridade do meio e da integralidade das ações de saneamento básico.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido em Salvador-BA, em áreas dos bairros de Alto do Cabrito, Marechal Rondon, Nova Constituinte e Pau da Lima. A delimitação das áreas nos bairros foi previamente realizada no âmbito do *Projeto Otimização de Medidas de Controle para Zoonoses em Comunidade Brasileira*, em desenvolvimento pelo Instituto de Saúde Coletiva, da Universidade Federal da Bahia (ISC/ UFBA).

Em cada bairro foi selecionada uma área de estudo e em cada área foram delimitadas cinco microáreas, sendo que em Pau da Lima foram oito, totalizando de 23 microáreas. A delimitação das microáreas considerou as condições topográficas do terreno. Com o auxílio do geoprocessamento, por meio do QGIS Desktop 3.2.3 with GRASS 7.4.1, em cada área de estudo fez-se a delimitação de sub-bacias de drenagem considerando as curvas de nível e a direção do escoamento das águas, sendo que cada sub-bacia identificada formou uma microárea.

A pesquisa envolveu a coleta de dados primários e secundários. Os dados primários foram coletados em trechos de vias das microáreas de estudo por meio de um formulário com questões fechadas sobre as condições do esgotamento sanitário, dos resíduos sólidos e da drenagem de águas pluviais. Os trechos de vias, de comprimento entre 30 e 50 metros, conforme metodologia utilizada por Borja (1997), foram definidos com o uso dos softwares *Google Earth Pro* e *QGIS Desktop 3.2.3 with GRASS 7.4.1*. No total, foram estudados 276 trechos de vias, nas 4 áreas de estudo.

Os dados secundários, referentes à ocorrência de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira*, foram provenientes de projetos do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia. O Projeto de Otimização de Medidas de Controle para Zoonoses em Comunidade Brasileira do Instituto de Saúde Coletiva, realizado entre os anos de 2017 e 2019, forneceu os dados do Alto do Cabrito, Marechal Rondon e Nova Constituinte, já os de Pau da Lima foram obtidos por meio da pesquisa sobre leptospirose em favela urbana de Salvador, desenvolvida por Reis *et al.* (2008), Felzemburgh *et al.* (2014) e Hacker *et al.* (2020).

Os dados de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira* das pesquisas citadas foram obtidos por meio de amostras de sangue das pessoas residentes nas áreas de estudo. Segundo Brito (2017), a determinação da infecção de indivíduos foi realizada por meio da coleta de 10ml de sangue, obtido soro e posterior prospecção sobre a soroprevalência como um marcador da

exposição à *Leptospira*, através da aplicação do Teste de Aglutinação Microscópica (MAT) para determinação da sorovariante responsável, sendo a infecção definida como uma quadruplicação no título MAT ou soroconversão (*negative* para $\geq 1:50$).

Visando estudar as condições de salubridade ambiental na perspectiva da integralidade das ações de saneamento básico, optou-se em construir o Índice de Salubridade Ambiental (ISA) para as áreas e microáreas de estudo. O Índice foi calculado pela média aritmética de indicadores selecionados (Tabela 1). Considerou-se todos os indicadores com a mesma importância para a composição da salubridade do ambiente, sendo essa estratégia mais indicada na literatura (Lee & Huang, 2007; Reisi *et al.*, 2014).

Tabela 1. Indicadores e fórmulas de construção do Índice de Salubridade Ambiental (ISA)

Índice/indicadores	Fórmula	Descrição
Índice de salubridade ambiental (ISA)	$ISA = \frac{IES + IRS + IDU}{3}$	IES – Indicador de esgotamento sanitário. IRS – Indicador de resíduos sólidos. IDU – Indicador de drenagem das águas pluviais.
Indicador de esgotamento sanitário (I_{ES})	$I_{ES} = \frac{IEE + ICE + IPC}{3}$	IEE – Cobertura dos trechos de vias por rede coletora de esgotos (%). ICE – Trechos de vias em bom estado aparente de conservação e funcionamento da rede coletora de esgoto (%). IPC – Trechos de vias com pontos críticos do escoamento dos esgotos sanitários (%).
Indicador de resíduos sólidos (I_{RS})	$I_{RS} = \frac{ICR + IFR + IPR}{3}$	ICR – Cobertura dos trechos de vias por coleta de resíduos sólidos. IFR – Frequência de coleta de resíduos por trecho de vias (%). IPR – Trechos de vias com pontos de descarte (%).
Indicador de drenagem urbana (I_{DU})	$I_{DU} = \frac{IED + ICD + IDD + IAD}{4}$	IED – Cobertura dos trechos de vias por rede de drenagem (%). ICD – Trechos de vias com rede de drenagem em bom estado de conservação (%). IDD – Trechos de vias em bom estado de conservação dos dispositivos da rede de drenagem (%). IAD – Trechos dias vias com pontos críticos (alagamentos) do escoamento das águas pluviais (%).

Fonte: Própria (2020).

Para a construção do ISA calculou-se o percentual de trechos de vias em cada microárea com condições adequadas para cada indicador. A partir do método proposto por Ajzenberg *et al.* (1986), os valores dos indicadores foram normalizados para variarem entre 0 e 100. Os Índices foram classificados considerando o estudo de Almeida (1999), que indicou as pontuações para cada nível de salubridade de uma favela urbanizada (Tabela 2).

Tabela 2. Situações de salubridade por faixas de pontuação.

Classificação	Pontuação
Salubre	$ISA \geq 85$
Salubridade moderada	$70 < ISA < 85$
Salubridade insatisfatória	$70 \leq ISA$

Fonte: Almeida (1999).

A análise espacial foi realizada considerando a pontuação do ISA e a ocorrência de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira*. Com o uso do *software* QGIS foram elaborados mapas de estimação de curvas de densidades (Mapas de *Kernel*), visando identificar algum padrão espacial do comportamento dos indicadores e índices.

Para análise da associação entre as variáveis de estudo e os indivíduos com anticorpos contra *Leptospira* foram realizados testes de Chi-quadrado de Pearson e Exato de Fisher quando necessário, tendo-se como unidade de análise trechos de via.

Resultados e discussão

Cálculo do ISA

Os resultados indicaram condição de salubridade moderada somente para a área de Nova Constituinte (ISA = 74.3) e insatisfatória para as áreas de Alto do Cabrito, Marechal Rondon e Pau da Lima (ISA = 63.7; 49.8; e 31.8 respectivamente – Tabela 3). Para o Indicador IES, as melhores condições (moderada) ocorreram em Nova Constituinte e Alto do Cabrito (IES de 79.2 e 77.0, respectivamente). Para as áreas em Marechal Rondon e Pau da Lima a condição foi insatisfatória (IES < 70.0). O IRS apontou condições precárias para a coleta de resíduos sólidos na maioria das áreas. Somente a área de Nova Constituinte possuía boa condição de manejo dos resíduos (IRS = 87.3 - Tabela 3). O IDU apontou problemas na drenagem urbana da maioria dos trechos de três das quatro áreas. A área de Pau da Lima apresentou a pior pontuação (34.0), seguida por Marechal Rondon e Nova Constituinte (46.7 e 56.2, respectivamente). A área de Alto do Cabrito apresentou a melhor condição (IDU = 73.7).

A baixa pontuação em Alto do Cabrito (ISA = 63.7) indica a necessidade de melhoria dos serviços de resíduos sólidos nas microáreas 2 e 5 e para a microárea 1 é necessário melhorar a drenagem urbana. Na área em Marechal Rondon são necessárias intervenções de destino adequado dos esgotos domésticos nas microáreas 3, 4 e 5; a melhoria na coleta dos resíduos sólidos em todas as microáreas e de pontos de descarte irregular de resíduos nas microáreas 1, 3 e 5. Nova Constituinte, apesar de apresentar melhor pontuação, necessita de melhorias na drenagem nas microáreas 1 e 5 e reparos na rede coletora de esgotos sanitários da microárea 1. Em Pau da Lima, observou-se a necessidade de uma intervenção integrada, sendo que todos os serviços de saneamento básico são prestados de forma precária. Foi observada a existência de corpos d'água que se configuravam como pontos críticos de escoamento de esgotos sanitários, de despejo inadequado de resíduos sólidos e áreas críticas de alagamentos e inundações quando de chuvas intensas.

Ocorrência de indivíduos com anticorpos contra *Leptospira* e ISA

Os resultados indicaram que a área de Alto do Cabrito apresentou a maior prevalência (20,88%), de *Leptospira*, seguida de Marechal Rondon (20,1%), Nova Constituinte (19,7%) e Pau da Lima (10,5%). Para as microáreas de estudo, foram observadas prevalências significativamente superiores às médias, sendo as maiores observadas na microárea 3 de Nova Constituinte (39,1%) e na microárea 5 de Marechal Rondon (33,9%). No Alto do Cabrito, embora a microárea 1 não tenha apresentado casos positivos, os altos valores das outras quatro microáreas fizeram com que a área apresentasse o maior percentual. As menores prevalências variaram entre 7% e 9% para as microáreas 1 de Marechal Rondon; 2% em Nova Constituinte e; 2% e 7% em Pau da Lima (Tabela 4).

Os Mapas de *Kernel* (Figura 1) indicaram o comportamento da prevalência de *Leptospira* nas áreas de estudo. Em Nova Constituinte, a densidade de indivíduos positivos foi maior na microárea 4, sendo esta a microárea de maior probabilidade de infecção pela bactéria, seguida da microárea 3 e depois a 1. Na área em Alto do Cabrito, a maior intensidade de ocorrência se dividiu entre as microáreas 2 e 3 e, com menos significância, em 4 e 5. Em Marechal Rondon, as áreas de maior probabilidade de ocorrência foram identificadas entre as microáreas 5 e 2. Em Pau da Lima, identificou-se dois pontos de maior densidade, entre as microáreas 3, 4 e 5 e de menor densidade entre 1, 6, 7 e 8.

Comparando a densidade dos casos positivos com a presença de pontos de lixo (Figura 1), observa-se que em Alto do Cabrito, Marechal Rondon e Nova Constituinte havia a presença de três ou quatro pontos de lixo próximo das áreas de maior densidade de indivíduos positivos. Do mesmo modo, havia três caixas estacionárias nas proximidades das zonas de maior densidade de casos positivos nas áreas de Alto do Cabrito e Marechal Rondon.

A presença de caixas estacionárias também se apresenta como fator de risco para a infecção pela bactéria *Leptospira*. Pôde-se observar que a existência de caixas estacionárias promove o espalhamento de resíduos sólidos na área circundante, gerando ambientes atrativos para roedores (Tabela 3).

Tabela 3. Pontuação do ISA e dos indicadores das áreas e microáreas de estudo. Salvador-BA, 2020.

Área	Micro	IEE	ICE	IPC	IES	ICR	IFR	IPR	IRS	IED	ICD	IDD	IAD	IDU	ISA
Alto do Cabrito (AC)	AC1	87.1	90.5	87.1	88.3	77.6	77.0	35.1	63.3	16.9	23.4	0.0	94.7	33.8	61.8
	AC2	22.7	66.7	87.1	58.9	1.3	27.7	29.6	19.5	100	63.5	87.3	51.3	75.5	51.3
	AC3	57.6	86.6	87.1	77.2	39.4	38.3	65.0	47.6	100	100	64.4	94.7	89.8	71.5
	AC4	63.5	87.4	87.1	79.4	100	100	0.0	66.7	100	100	40.1	62.9	75.7	73.9
	AC5	87.1	69.8	87.1	81.5	1.2	0.0	15.1	5.5	91.9	99.9	87.3	94.7	93.5	60.1
	Média				77.0			Média	40.5				Média	73.7	63.7
Marechal Rondon (MR)	MR1	87.2	86.1	87.1	86.8	100	100	5.1	68.4	68.8	76.4	87.3	94.7	81.8	78.9
	MR2	87.2	77.2	87.1	83.8	84.6	69.9	62.3	72.3	56.2	5.7	87.3	80.3	57.4	71.2
	MR3	36.5	80.6	0.0	39.0	77.7	77.0	0.0	51.6	58.9	66.3	24.3	94.7	61.1	50.6
	MR4	71.1	20.5	0.0	30.5	15.2	13.6	94.9	41.2	0.0	5.7	87.3	0.0	23.2	31.7
	MR5	28.1	61.5	0.0	29.9	14.0	12.4	5.1	10.5	34.2	5.7	0.0	0.0	9.9	16.8
	Média				54.0			Média	48.8				Média	46.7	49.8
Nova Constituinte (NC)	NC1	87.2	76.6	0.0	54.6	100	100	29.5	76.6	37.3	44.3	87.3	7.9	44.2	58.4
	NC2	87.2	80.0	87.1	84.8	100	100	59.0	86.3	100	100	87.3	78.8	91.5	87.6
	NC3	67.5	85.4	87.1	80.0	86.2	85.6	94.9	88.9	45.7	52.8	24.3	94.7	54.4	74.4
	NC4	87.2	90.5	87.1	88.3	100	100	59.0	86.3	20.3	26.9	87.3	94.7	57.3	77.3
	NC5	87.3	90.5	87.1	88.3	100	100	94.9	98.3	0.0	5.7	87.3	41.7	33.7	73.4
	Média				79.2			Média	87.3				Média	56.2	74.2
Pau da Lima (PL)	PL1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.4	18.4	24.9	87.3	0.0	32.7	11.0
	PL2	32.6	17.9	63.5	38.0	1.3	0.0	94.9	32.1	31.5	38.3	24.3	58.0	38.0	36.0
	PL3	33.9	46.9	0.0	26.9	1.3	0.0	94.9	32.1	20.3	26.9	0.0	78.8	31.5	30.2
	PL4	0.0	8.7	0.0	2.9	1.3	0.0	94.9	32.1	73.8	81.4	0.0	0.0	38.8	24.6
	PL5	73.5	20.5	73.5	55.8	1.3	0.0	94.9	32.1	15.5	22.0	87.3	82.5	51.8	46.6
	PL6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	65.0	22.1	0.0	5.7	87.3	28.4	30.3	17.5
	PL7	68.5	45.7	77.8	64.0	49.5	48.5	94.9	64.3	10.5	16.9	0.0	0.0	6.3	45.1
	PL8	76.7	11.0	76.7	54.8	1.3	0.0	94.6	32.1	0.0	5.7	87.3	76.0	42.2	43.1
	Média				30.3			Média	30.9				Média	34.0	31.8

Fonte: Própria (2020).

Tabela 4. Número e prevalência de positivos para anticorpos contra a *Leptospira*, segundo microáreas e áreas de estudo. Salvador-Bahia, 2020

Microárea	Sorologia positiva							
	Alto do Cabrito		Marechal Rondon		Nova Constituinte		Pau da Lima	
	N.	%	N.	%	Nº.	%	N.	%
1	0	0.00	2	7.69	6	16.67	8	9.52
2	15	26.32	8	21.62	3	8.11	14	8.05
3	7	26.92	4	13.33	9	39.13	18	10.47
4	6	10.71	5	13.16	9	23.68	25	15.82
5	10	25.00	18	33.96	1	12.50	17	11.11
6	-	-	-	-	-	-	7	9.46
7	-	-	-	-	-	-	16	8.84
8	-	-	-	-	-	-	11	10.28
Geral	38	20.88	37	20.11	28	19.72	116	10.52

Fonte: Própria a partir dos dados do ISC/UFBA (2020).

Para a área de Pau da Lima não foi observada relação das caixas estacionárias e os pontos de lixo com as áreas de maior densidade, uma vez que a localização desses é oposta às áreas de maior concentração de casos positivos (Figura 1). No entanto, vale observar que, a área apresentou o menor IRS dentro as estudadas e dentro os trechos existentes. Cerca de 94% dos trechos não contavam com coleta dos resíduos, sendo estes encaminhados para caixas estacionárias ou pontos de lixo, revelando uma condição de insalubridade que se **distribuía** por toda a área.

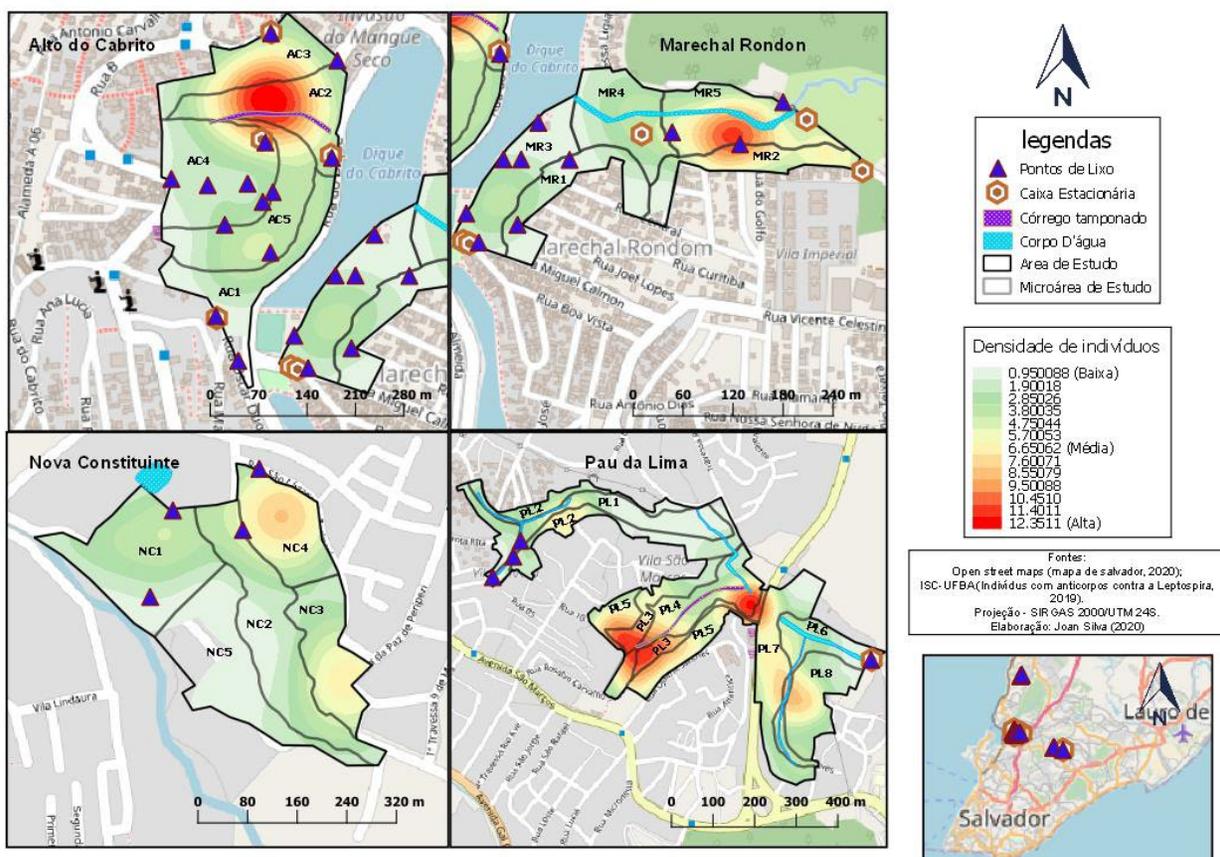


Figura 1. Áreas e Microáreas de Estudo, características sanitárias e densidade de ocorrência de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira*. Salvador, 2020.

Fonte: Própria com dados do ISC/UFBA e mapa do OpenStreetMap (2020).

Além disso, também foi constatada a prática de disposição dos resíduos nos corpos d'água e nos córregos tamponados na área de Pau da Lima. Assim, foram delimitados os corpos d'água nas áreas e comparados com os mapas de densidade de *Kernel* para ocorrência de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira* (Figura 1). Pôde-se observar que para as áreas em Alto do Cabrito,

Marechal Rondon e Pau da Lima, há corpos d'água que passam exatamente nas zonas que apresentam maior densidade de casos, corroborando com a literatura aqui apresentada das relações entre a disposição inadequada de resíduos sólidos e presença de corpos d'água. Ressalta-se que, foi observado em campo que todos os corpos d'água nas quatro áreas estudadas recebem contribuição contínua de esgotos domésticos, sendo que, os córregos em Alto do Cabrito e em um trecho em Pau da Lima encontravam-se parcialmente tamponados.

Na área em Nova Constituinte foi observado um comportamento oposto ao das três outras áreas. Há somente uma lagoa, que também recebe contribuição de esgotos domésticos, mas que se encontra distante das áreas de maior risco, indicando então não haver uma relação direta entre as variáveis.

Os mapas que mostram a relação entre a pontuação do ISA e a distribuição espacial dos indivíduos positivos para anticorpos contra a *Leptospira* (Figura 2), indicam que o número de indivíduos positivos é maior nas microáreas de menores pontuações de ISA em Marechal Rondon, Alto do Cabrito e Pau da Lima, indicando então haver uma relação inversamente proporcional entre as variáveis.

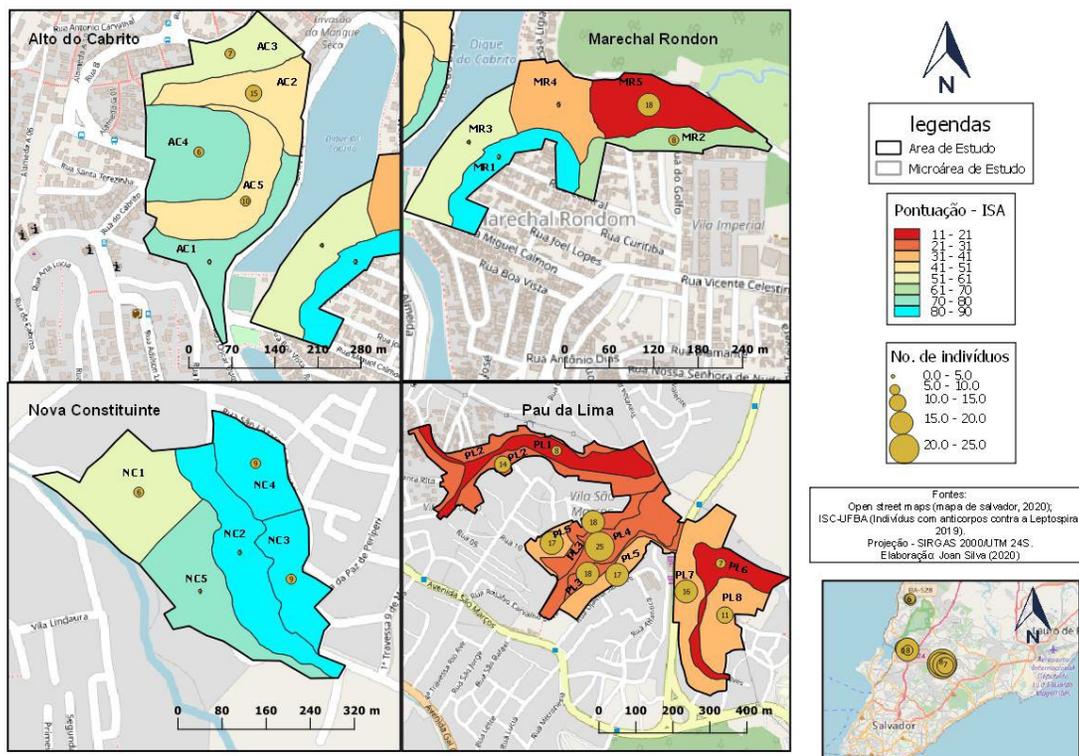


Figura 2. Pontuação do ISA e número de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira* por microárea. Salvador, 2020. Fonte: Própria com dados do ISC/UFBA e mapa do OpenStreetMap (2020).

Para a área em Nova Constituinte, essa relação não se aplica, uma vez que a maior concentração de casos positivos é dada para as áreas de maior pontuação do ISA. No entanto, a área apresentou menor quantidade de indivíduos positivos e maiores pontuações do ISA entre todas as áreas. Desse modo, é observada a necessidade de averiguação de outras variáveis na área a fim de justificar o comportamento atípico da distribuição e ocorrência da doença.

As análises espaciais apontaram haver uma possível relação entre os gradientes de salubridade e as variáveis de estudo com a distribuição de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira*. Dessa forma, tornou-se necessário avaliá-la numericamente a partir de análises estatísticas.

Tabela 5. Associação de variáveis de estudo com a ocorrência de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira*

Variáveis	Sorologia		Valor de <i>p</i>
	Negativa	Positiva	
Tipo de rede de esgoto			
Adequado	122 (56.74%)	93 (43.26%)	0.050
Inadequado	25 (42.37%)	34 (57.63%)	
Poços de visitas da rede de esgoto			
Bom estado de conservação	78 (57.78%)	57 (42.22%)	0.025
Estado precário de conservação	21 (39.62%)	32 (60.38%)	
Condição de conservação da rede de esgoto			
Bom estado de conservação	92 (60.53%)	60 (39.47%)	0.024
Estado precário de conservação	33 (44.59%)	41 (55.41%)	
Presença de corpos de água			
Não	117 (53.42%)	102 (46.58%)	0.005
Sim	30 (54.55%)	25 (45.45%)	
Presença de umidade na parede externa da moradia			
Não	123 (57.75%)	90 (42.25%)	0.011
Sim	24 (39.34%)	37 (60.66%)	
Altura da marca de umidade na parede externa da moradia			
Sem marcas	123 (57.75%)	90 (42.25%)	0.011
Entre 15 e 60 cm	24 (39.34%)	37 (60.66%)	
Tipo de drenagem			
Adequado	87 (55.41%)	70 (44.59%)	0.012
Inadequado	60 (51.28%)	57 (48.72%)	
Estado de conservação da rede de drenagem			
Bom Estado de conservação	30 (55.56%)	24 (44.44%)	0.015
Estado precário de conservação	2 (16.67%)	10 (83.33%)	
Condição da via quando da ocorrência de chuvas			
Bom Estado	82 (60.74%)	53 (39.26%)	0.004
Estado precário	65 (46.76%)	74 (53.24%)	
Forma de disposição dos resíduos sólidos na via			
Parcialmente adequado	15 (68.18%)	7 (31.82%)	0.021
Parcialmente inadequado	127 (51.42%)	120 (48.58%)	
Tipo de coleta dos resíduos sólidos			
Adequado	54 (72%)	21 (28%)	0.001
Parcialmente adequado e inadequado	93 (46.73%)	106 (53.27%)	

Fonte: Própria (2020).

O estudo da associação entre os indicadores que compõe o ISA e a ocorrência de indivíduos com anticorpos contra a *Leptospira* foi realizado por meio dos testes de Chi-quadrado de Pearson e Exato de Fisher (Tabela 5). Dos onze indicadores analisados, apresentaram associação com a prevalência de anticorpos contra *Leptospira*, especialmente as relacionadas à drenagem das águas pluviais, onde 6 das 9 variáveis estudadas apresentaram relação positiva.

Os resultados corroboram com estudos prévios que relacionam as componentes do saneamento básico à ocorrência da leptospirose e infecção por *Leptospira* (Reis *et al.*, 2008; Felzenburgh *et al.*, 2014; Hagan *et al.*, 2016; Guimarães, Carvalho e Silva, 2014).

Conclusão

O presente estudo mostrou-se satisfatório na representação do gradiente de salubridade nas microáreas de estudo, indicando quais áreas e quais serviços públicos de saneamento básico necessitam de maior atenção para a definição de ações para reverter a condição de insalubridade do meio.

Os resultados apontaram que três das quatro áreas de estudo apresentaram condição de salubridade insatisfatória. A baixa pontuação do ISA para as áreas e microáreas foram dadas principalmente em face da ausência de integralidade na prestação dos serviços de saneamento básico.

As análises espaciais e estatísticas corroboram com os estudos já realizados que apontam a precariedade, principalmente dos serviços públicos de drenagem urbana, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos, como fatores que contribuem significativamente na infecção pela *Leptospira*.

Espera-se que os resultados do estudo possam contribuir na concepção ações integrais de saneamento básico para a prevenção e controle da leptospirose, superando a abordagem médico-assistência e segmentada no território que devem ser considerados em sua totalidade, incorporando aspectos de caráter socioeconômico, físico-natural e cultural.

Referências bibliográficas

- Aleixo, N. C. R., Sant'anna Neto, J. L. (2010) Eventos pluviométricos extremos e saúde: perspectivas de interação pelos casos de leptospirose em ambiente urbano, *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, **6**(11), 118-132.
- Ajzenberg, M. G., Brasil, A. L., Piza, F. J. T., Fontenele, J. A. T. (1986) Utilização de indicadores de caráter social na definição de prioridades de obras de saneamento. *Revista DAE*, São Paulo, **46**(147), 392-401.

- Almeida, M. A. P. (1999) *Indicadores de salubridade ambiental em favelas urbanizadas: o caso de favelas em área de proteção ambiental*, Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 243 pp.
- Barcellos, C., Sabroza, P. C. (2001). The place behind the case: leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood-related outbreak in Rio de Janeiro. *Caderneta de Saúde Pública, Rio de Janeiro*, **17**(suplemento), 59-67. Acesso em 18 de maio de 2018, disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v17s0/3881.pdf>
- Borja, P. C. (1997) *Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana - Uma Contribuição Metodológica*. Dissertação de mestrado, Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 283 pp.
- Brasil (2014) *Leptospirose: diagnóstico e manejo clínico*. ISBN 978-85-334-2159-2. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Acesso em 20 de janeiro de 2022, disponível em: <https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/leptospirose-diagnostico-manejo-clinico2.pdf>
- Brasil (2017) *Guia de Vigilância em Saúde: volume único. 2. ed.* Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. Acesso em 17 de setembro de 2018, disponível em: <http://portalarquivos.sau.gov.br/images/pdf/2017/outubro/06/Volume-Unico-2017.pdf>
- Brasil (2018) *LEPTOSPIROSE - Casos confirmados notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Brasil*. Ministério da saúde, DATASUS – Tecnologia da informação a serviço do SUS. Acesso em 15 de novembro de 2018, disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinannet/cnv/leptobr.def>
- Brito, R. L. (2017) *Projeto MRC Referências*. Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia. 12 pp. Salvador, Bahia. Não Publicado.
- Busato, M. A., Schabat, F. M., Lunkes, E. F., Lutinski, J. A., Corrallo, V. S. (2017) Incidência de leptospirose e fatores associados no município de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, Santa Cruz do Sul, **7**(4), 1-13. doi: <http://dx.doi.org/10.17058/reci.v7i4.7838>. Acesso em 29 de novembro de 2018, disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/epidemiologia/article/view/7838>
- Costa, F., Hagan, J. E., Calcagno, J., Kane, M., Torgeson, P., Ko, A. I. (2015) Global Morbidity and Mortality of Leptospirosis: A Systematic Review. *Plos Neglected Tropical Diseases*, **9**(9), 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003898>
- Felzemburgh, R. D. M., Ribeiro, G. S., Costa, F., Reis, R. B., Santana, F. S., Carvalho, M. S., Ko, A. L. (2014) Prospective Study of Leptospirosis Transmission in an Urban Slum Community: Role of Poor Environment in Repeated Exposures to the Leptospira Agent, *PLoS Neglected Tropical Diseases*, **8**(5), 1-9. <http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002927>
- Fiocruz, Fundação Oswaldo Cruz, (2005) *Diagnóstico mais ágil e eficaz para leptospirose*. Agência Fiocruz de notícias, Publicação online. Acesso em 20 de janeiro de 2022, disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/diagnostico-mais-agil-e-eficaz-para-leptospirose#:~:text=Atualmente%2C%20as%20principais%20formas%20de,identificar%20a%20prolifera%C3%A7%C3%A3o%20da%20bact%C3%A9ria>
- Gomes, M. J. P. (2015) Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Gênero *Leptospira* spp. Acesso em 10 de novembro de 2018, disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/393176/mod_folder/content/0/G%C3%AAnero%20Leptospira%20%202015.pdf?forcedownload=1
- Gonçalves, N. V., Araújo, E. N., Sousa, A. S.; Miranda, C. S., Palácios, V. R.C. M. (2016). Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, **21**(12), 3947-3955. FapUNIFESP (SciELO). Acesso em 11 de dezembro de 2018, disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v21n12/1413-8123-csc-21-12-3947.pdf>

- Guimarães, A. J. A., Carvalho, D. F. de, Silva, L. D. B. da. (2014) *Saneamento básico*. Acesso em 13 de outubro de 2018, disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>
- Hacker, K. P., Sacramento, G. A., Cruz, J. S., Oliveira, D., Nery, N., Lindow, J. C., Carvalho, M., Hagan, J., Diggle, P. J., Begon, M., Reis, M. G., Wunder, E. A., Ko, A. I., Costa, F. (2020) Influence of Rainfall on Leptospira Infection and Disease in a Tropical Urban Setting, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*, **26**, 1-4.
- Hagan, J. E., Moranga, P., Costa, F., Capian, N., Ribeiro, G. S., Wunder, E. A., Reis, R. B., Nery, N., Ko, A. (2016) Spatiotemporal Determinants of Urban Leptospirosis Transmission: Four-Year Prospective Cohort Study of Slum Residents in Brazil, *PLoS Neglected Tropical Disease*, **10**(1), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004275>
- Lee, Y., Huang, C. (2007). Sustainability index for Taipei. *Environmental Impact Assessment Review*, **27**, 505-521. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2006.12.005>
- Levett, P. N. Leptospirosis. (2001) *Clinical Microbiology Reviews*, **14**(2), 296-326. doi: <http://dx.doi.org/10.1128/cmr.14.2.296-326.2001>
- Oliveira, J. D., Silva Filho A. C., Silva J. B. (2017) A Água e suas correlações com doenças na Cidade de Campina Grande-PB. *Hygeia, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, **13**(24), 92-109.
- Reis, R. B., Ribeiro, G. S., Santana, F. S., Mohr, S., Melendez, A. X. T., Ko, A. (2008) Impact of Environment and Social Gradient on Leptospira Infection in Urban Slums, *Plos: Neglected Tropical Diseases*, **2**(4), 1-10. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000228>
- Reisi, M, Aye, L., Rajabifard, A., Ngo, T. (2014) Transport sustainability index: Melbourne case study. *Ecological Indicators*, **43**, 288-296. Acesso em 04 de outubro de 2018, disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X14000983>
- Soares, T.S.M., Latorre M.R.D.O., Laporta G.Z., Buzzar M.R. (2010) Análise espacial e sazonal da leptospirose no município de São Paulo, 1998 a 2006. *Rev Saúde Pública* **2010**, **44**(2), 283-91. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102010000200008>
- Souza, A. P. B. De, Costa, L. L., Souza, P. M. (2013) Problemática dos resíduos sólidos urbanos dispostos em terrenos baldios, *V Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos*. Mendoza, Argentina. Acesso em 20 de fevereiro de 2019, disponível em: <http://www.redisa.net/doc/artSim2013/OtrosTemasSobreResiduosSolidos/Problematica%20RSU%20en%20Terrenos%20Baldios.pdf>
- Teixeira, J. C., Oliveira, G. S., Vialli, A. M., Muniz, S. S. (2014) Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009, *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, **19**(1), 87-96. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014000100010>
- Valvassori, M. L., Alexandre, N. Z. (2012). Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas, *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, (25), 1-19.