

A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES BIOLÓGICOS EM PESQUISAS GEOGRÁFICAS

ABRANTES, Angelica Scheffer da Motta¹
PIROLI, Edson Luís²

Recebido (Received): 29-01-2018 Aceito (Accepted): 07-03-2019

DOI:

Resumo

Os crescentes problemas socioambientais relacionados com a degradação dos solos, qualidade da água e a saúde dos seres humanos enfatizam a necessidade de estudos com características multidisciplinares capazes de esclarecer os efeitos da dinâmica do uso e manejo do solo e seus impactos nos recursos naturais. O crescimento urbano e agrícola, com a ocupação desordenada das bacias hidrográficas, gera um dos maiores impactos ambientais e, por conseguinte, socioeconômicos: erosão e consequente, produção de sedimentos. As informações alusivas à qualidade dos sedimentos são importantes para a compreensão dos processos de degradação ambiental. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a potencialidade do uso de indicadores biológicos em pesquisas geográficas, através da qualidade microbiológica da areia utilizada na construção civil. Com o intuito de compreender os aspectos socioespaciais que contribuíram para as diferentes transformações ocorridas no espaço, foram utilizados os indicadores biológicos supracitados aliados à produção do espaço como possibilidade para tais compreensões, além da realização de mapeamentos da cobertura e uso da terra do município de Ribeirão Claro/PR. Os resultados obtidos apontam que as bacias hidrográficas onde estão os portos de areia estudados estão muito alteradas, fato este que resulta no comprometimento da qualidade microbiológica da areia utilizada na construção civil.

Palavras-chave: Qualidade microbiológica da areia. Produção do espaço. Sedimentos.

LA UTILIZACIÓN DE INDICADORES BIOLÓGICOS EN INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS

Resumen

Los crecientes problemas socioambientales relacionados con la degradación del suelo, la calidad del agua y la salud de los seres humanos enfatizan la necesidad de estudios con características multidisciplinares capaces de esclarecer los efectos de la dinámica del uso y manejo del suelo y sus impactos en los recursos naturales. El crecimiento urbano y agrícola, con la ocupación desordenada de las cuencas hidrográficas, genera uno de los mayores impactos ambientales y, por consiguiente, socioeconómicos: erosión y consecuente, producción de sedimentos. Las informaciones alusivas a la calidad de los sedimentos son importantes para la comprensión de los procesos de degradación ambiental. Así, el objetivo de este trabajo es analizar la potencialidad del uso de indicadores biológicos en investigaciones geográficas, a través de la calidad microbiológica de la arena utilizada en la construcción civil. Con el fin de comprender los aspectos socioespaciales que contribuyeron a las diferentes transformaciones ocurridas en el espacio, se utilizaron los indicadores biológicos citados aliados a la producción del espacio como posibilidad para tales comprensiones, además de la realización de mapeos de la cobertura y uso de la tierra del municipio de Ribeirão luz / PR. Los resultados obtenidos apuntan que las cuencas hidrográficas donde están los puertos de arena estudiados están muy alteradas, lo que resulta en el compromiso de la calidad microbiológica de la arena utilizada en la construcción civil.

Palabras clave: Calidad microbiológica de la arena. Producción del espacio. Sedimentos.

¹ Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), Campus de Presidente Prudente (São Paulo, Brasil). E-mail: angelica_scheffer@hotmail.com

² Doutor em Agronomia pela UNESP, Livre Docente em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento pela UNESP. Professor Associado da UNESP, no curso de graduação em Geografia, no Campus de Ourinhos e no Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente. E-mail: epiroli@gmail.com

THE USE OF BIOLOGICAL INDICATORS IN GEOGRAPHICAL RESEARCH

Abstract

The increasing socio-environmental problems related to soil degradation, water quality and human health emphasize the need for studies with multidisciplinary characteristics capable of clarifying the effects of land use and management dynamics and their impacts on natural resources. Urban and agricultural growth, with the disorderly occupation of river basins, generates one of the greatest environmental and, consequently, socioeconomic impacts: erosion and consequent sediment production. The information about sediment quality is important for understanding environmental degradation processes. Thus, the objective of this work is to analyze the potential of the use of biological indicators in geographic research, through the microbiological quality of sand used in construction. In order to understand the socio-spatial aspects that contributed to the different transformations occurring in space, the aforementioned biological indicators were used in conjunction with the production of space as a possibility for such understandings, as well as the mapping of land cover and use of the municipality of Ribeirão Claro / PR. The results show that the hydrographic basins where the studied ports of sand are located are very altered, fact that results in the compromise of the microbiological quality of the sand used in the civil construction.

Keywords: Microbiological quality of sand. Production of space. Sediments.

1 Introdução

Os crescentes problemas socioambientais relacionados com a degradação dos solos, qualidade da água e a saúde dos seres humanos enfatizam a necessidade de estudos com características multidisciplinares capazes de esclarecer os efeitos da dinâmica do uso e manejo do solo e seus impactos nos recursos naturais.

Parte significativa dos impactos negativos à qualidade da água é causada pelos sedimentos erodidos, especialmente daqueles originados de áreas com presença de poluentes, como agrícolas, de mineração e urbanos. Portanto, o crescimento urbano e agrícola, com a ocupação desordenada das bacias hidrográficas, gera um dos maiores impactos ambientais e, por conseguinte, socioeconômicos: erosão e consequente, produção de sedimentos.

Destarte, de acordo com Minella e Merten (2006), as informações alusivas à qualidade dos sedimentos são importantes para a compreensão dos processos de degradação ambiental. Nesse sentido, os sedimentos servem para a avaliação da qualidade do ecossistema onde estão inseridos, como um importante instrumento a ser utilizado. Assim, a qualidade microbiológica da areia, englobada dentro dos aspectos apresentados sobre sedimentos, foi utilizada como indicativo das alterações sofridas no ambiente, que foi produzido espacialmente pela sociedade através da apropriação da natureza.

A areia é um recurso mineral amplamente utilizado pela sociedade, principalmente pela construção civil, devido aos padrões construtivos atuais. Entretanto, no meio técnico, pouco é pesquisado quanto a sua qualidade microbiológica. Sabe-se da sua origem, das várias maneiras de extração, contudo, são inexpressivas as pesquisas sobre esse padrão de qualidade, o qual

acredita-se que esteja intimamente relacionado com a forma da sociedade se apropriar do ambiente para sanar suas necessidades criadas.

Nesse sentido, a qualidade da areia está diretamente ligada à qualidade da água que, de maneira geral, deve apresentar um padrão mínimo de qualidade, principalmente se destinada ao consumo humano. Existem alguns agravamentos que comprometem a qualidade da água, tais como: adensamento populacional, coleta de esgotos por redes coletoras e seu lançamento sem desinfecção prévia, resultando em rios como veículo de patógenos intestinais; por fim, a presença de atividades industriais ou extrativistas que lançam efluentes tóxicos nos cursos hídricos (ABRANTES, 2014).

Portanto, alguns indicadores biológicos, tais como presença ou ausência de bactérias do grupo coliforme e de fungos decompositores, auxiliam na avaliação da qualidade microbiológica da areia, e conseqüentemente dos cursos d'água no qual são extraídas, e principalmente, das alterações ocorridas no ambiente, materializadas nos usos e coberturas da terra.

Entende-se por indicadores biológicos a presença ou ausência de certas espécies vegetais, animais e fúngicas, bem como a sua densidade, nos ecossistemas, os quais trazem informações sobre a qualidade do ambiente que estão inseridos, ou seja, tais indicadores são espécies que possuem exigências ambientais específicas (ABRANTES, 2017). Deste modo, podem indicar não apenas alterações de origem antrópicas, como também a realidade ambiental em que estão inseridas.

A prática de utilizar indicadores biológicos para compreender o ambiente é muito recorrente, como por exemplo, em estudos sobre a qualidade microbiana do solo e referente a qualidade de águas fluviais e marinhas. Algumas pesquisas que utilizaram tais indicadores e apresentaram resultados positivos serão apresentadas a seguir.

Santos et al. (2009) fizeram uso de zooplâncton como indicador biológico para averiguar a qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, no município de Itamaracá (PE).

Blankensteyn (2006) utilizou o caranguejo maria-farinha como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina (SC), onde tal espécie representa um instrumento para análise de impactos ambientais. Zilli et al. (2003), Cardoso et al. (2009), Pôrto et al. (2009) e Araújo e Monteiro (2007), utilizaram indicadores biológicos para aferir a qualidade do solo em diferentes usos e manejos.

Neste trabalho foram utilizados os indicadores biológicos supracitados aliados à produção do espaço como possibilidade para tais compreensões, com o intuito de compreender

os aspectos socioespaciais que contribuíram para as diferentes transformações ocorridas no espaço.

Nesse sentido, a produção do espaço compreendida na perspectiva da relação sociedade-natureza, parte-se do princípio que a sociedade modifica, produz o espaço através da produção da natureza (SMITH, 1988), a qual é realizada pelo trabalho, ou seja, os elementos da natureza (relevo, clima, solos, vegetação etc.) são transformados e modificados pelo trabalho empenhado pelos seres humanos, isto é, de acordo com Casseti (1991) e Carlos (2008), a natureza se transforma pelo trabalho dos seres humanos, e se adapta às suas necessidades, que é determinada pela cultura e organização social.

Assim, o trabalho é a mediação necessária da relação sociedade-natureza, na qual o espaço geográfico aparece como produto histórico e social de uma determinada sociedade, destarte, o espaço será o produto e condição do processo de reprodução da sociedade. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar a potencialidade do uso de indicadores biológicos em pesquisas geográficas, através da qualidade microbiológica da areia utilizada na construção civil.

2 Caracterização da área de estudo

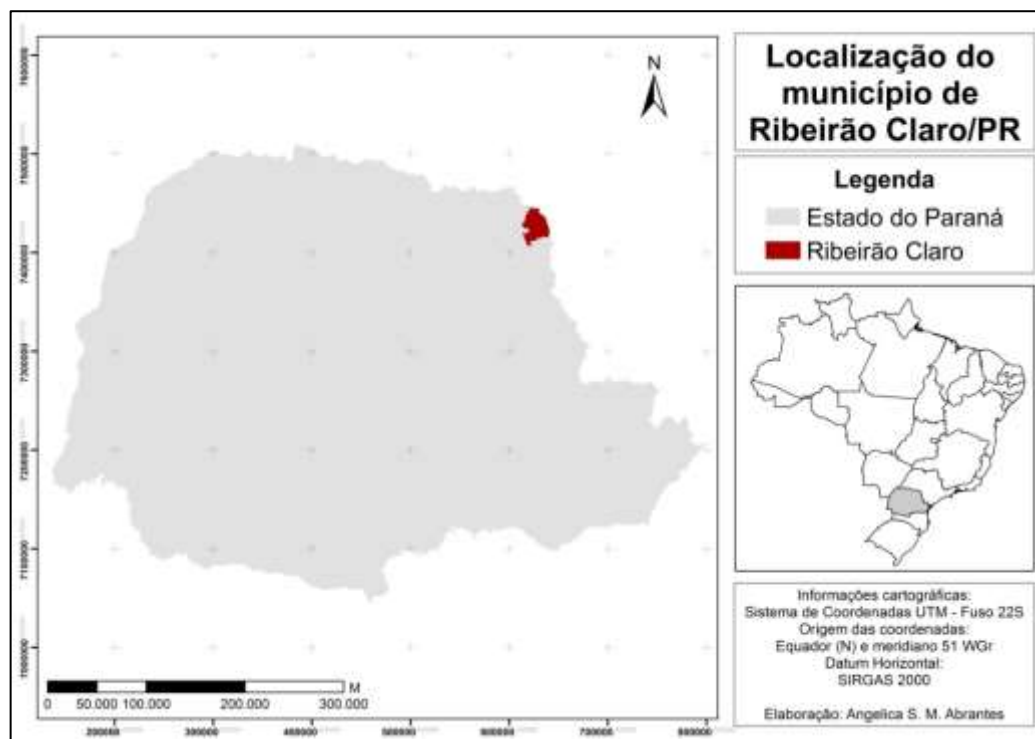
A área de estudo compreende o município de Ribeirão Claro/ PR (Figura 1), que está localizada na sub-região denominada de Norte Pioneiro, como consequência de sua colonização por mineiros e paulistas no início do século XIX, devido à fertilidade do solo destinado ao cultivo do café (CERNEV, 1997; CMNP, 1975).

O clima onde o município está localizado é do tipo Cfa ou clima subtropical, segundo a classificação de Koppen, com temperaturas médias entre 18° a 22°C, caracterizado por verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, com precipitação anual média de 1.342mm (PARANÁ, 2016).

De acordo com o Mapa Geológico do Paraná (PARANÁ, 2006), as formações geológicas identificadas no município são: Serra Geral (basaltos), Botucatu (arenitos), Pirambóia (arenitos), Rio do Rastro (siltitos e arenitos) e Teresina (siltitos).

No que se refere a geomorfologia do município, a unidade morfoescultural compreende o Segundo Planalto Paranaense, e suas subunidades são Planalto de Santo Antônio da Platina e Planalto de Carlópolis (PARANÁ, 2006). Outra característica marcante da área é devido ao fato dela estar localizada, segundo Ab'Sáber (2003), em uma “faixa de transição”.

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Abrantes, 2017.

Quanto a hidrografia, o município está inserido na vertente paranaense (margem esquerda) da bacia hidrográfica do rio Paranapanema, que pertence à região hidrográfica do rio Paraná.

Conforme o Mapa Pedológico do estado do Paraná, os solos identificados foram Latossolos, Nitossolos, Argissolo, Gleissolos e Neossolos (BHERING et al., 2007) os quais são resultados dos fatores de formação do solo e dos processos pedogenéticos.

3 Metodologia

Foram coletadas sete amostras de areia oriundas de dois portos de areia no município de Ribeirão Claro/PR, sendo um situado na margem direita do baixo curso do Rio Anhumas (Figura 2) e o outro na margem esquerda do médio curso do Rio Paranapanema (Figura 3).

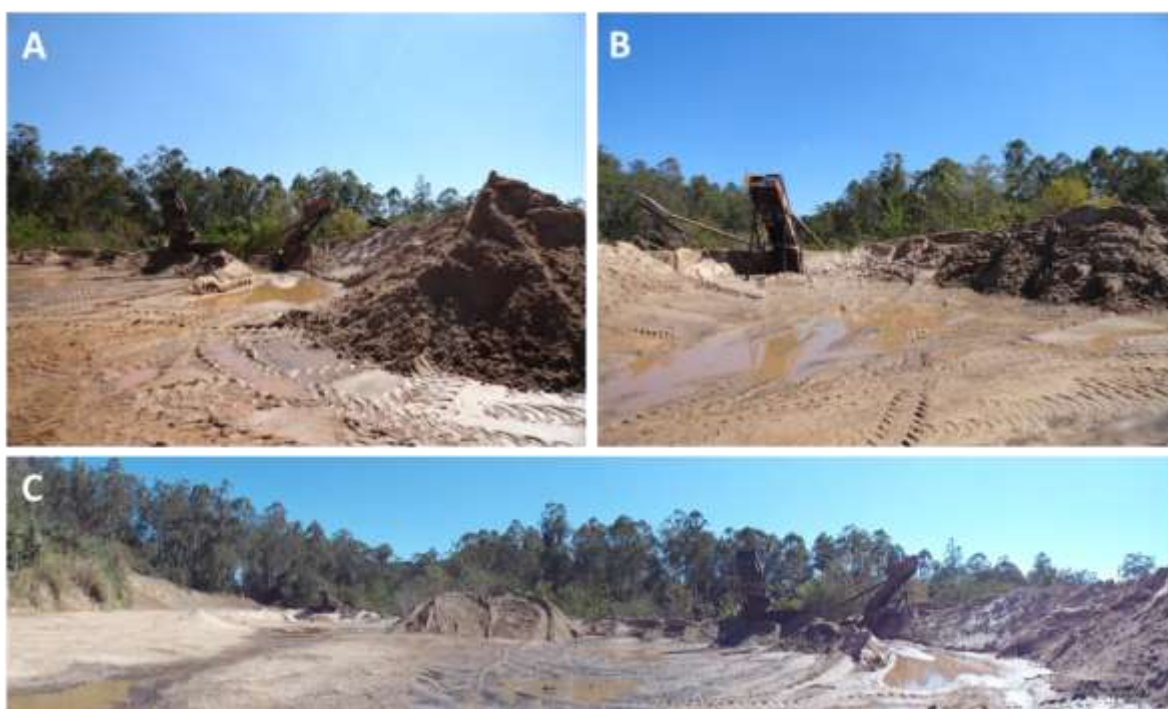
A escolha do local de coleta consistiu na área de extração de areia destinada a utilização na construção civil, ou seja, as amostras foram coletadas em montes que eram formados por retroescavadeira, e por possuírem licença para mineração do agregado miúdo, junto aos órgãos competentes. Quanto ao número de amostras, foi estipulado a coleta de uma amostra por depósito de areia dentro de cada um dos portos.

Figura 2 – Porto 1, Ribeirão Claro/PR. A: Chegada da draga e peneiramento da areia; B e C: canal para retorno da água ao rio Anhumas, Ribeirão Claro/PR



Fonte: Abrantes, 2016.

Figura 3 – Desembocadura da draga, Porto 2, Ribeirão Claro/PR



Fonte: Abrantes, 2016.

Para analisar a qualidade microbiológica da areia utilizaram-se dois indicadores biológicos: bactérias do grupo coliforme e o fungo decompositor *Aspergillus Niger*.

As análises para comprovar a presença ou ausência das bactérias do grupo coliforme seguiram o procedimento estabelecido pela Brasil (2013), a qual utiliza a técnica dos tubos múltiplos (Número Mais Provável – NMP), que de acordo com Tundisi et al. (2006, p. 247),

“pretende indicar a possível presença de seres patogênicos de origem entérica na água, em concentrações que possam causar a contaminação de pessoas que a utilizem”.

De maneira geral, conforme Tortora et al. (2012), os métodos para determinação da presença de coliformes na água têm como base a aptidão das bactérias do grupo coliforme em fermentar a lactose.

Para a determinação de coliformes termotolerantes em amostras sólidas ou semissólidas, os resultados são expressos em NMP/100g de coliformes. Para tanto, realiza-se o teste coliforme, que visa evidenciar quantitativamente a presença de certos micro-organismos, que sendo de origem intestinal, atestam a presença de fezes na água.

De acordo com São Paulo (2007), uma das estratégias mais viáveis para o controle de qualidade microbiológica é a avaliação da presença dos chamados micro-organismos indicadores de contaminação. Os referidos indicadores de contaminação fecal pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes, cujo principal representante é o grupo de bactérias *Escherichia coli*.

De acordo com Tortora et al. (2012, p. 314),

[...] a espécie bacteriana *Escherichia coli* é um dos habitantes mais comuns do trato intestinal e provavelmente o organismo mais conhecido na microbiologia (...). Sua presença na água e nos alimentos é um indicador de contaminação fecal. A *E. coli* não é normalmente patogênica. Entretanto, pode ser uma causa de infecções do trato urinário, e certas linhagens produzem enterotoxinas que causam diarreia do viajante e ocasionalmente causam várias doenças graves de origem alimentar.

A razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se a alguns fatores, de acordo com Abrantes (2014):

- presença nas fezes de animais de sangue quente;
- presença na água possui relação direta com o grau de contaminação fecal;
- facilidade da detecção e quantificação, em qualquer tipo de água, por técnicas simples e economicamente viáveis;
- incapacidade de se multiplicar em ambientes aquáticos;
- resistência aos agentes desinfetantes em relação aos germes patogênicos.

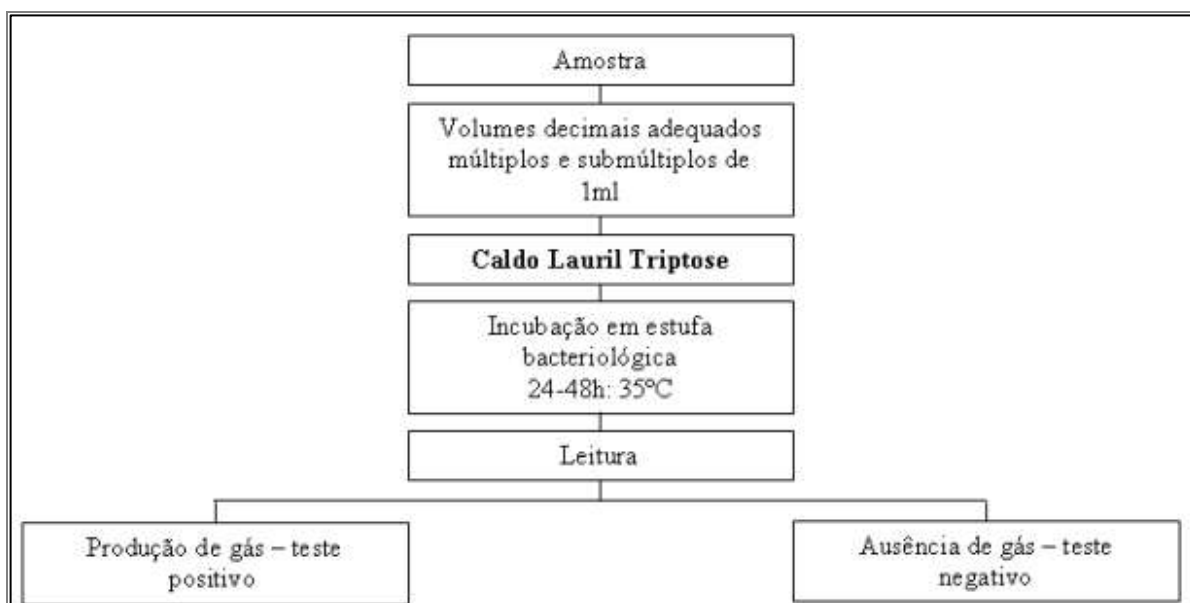
Nesse contexto, de acordo com o Manual Prático de Análise de Água (BRASIL, 2013, p. 08), “denomina-se bactérias do grupo coliforme bacilos Gram Negativos, em forma de bastonetes, aeróbios ou anaeróbios facultativos que fermentam a lactose a 35-37°C, produzindo ácido, gás e aldeído em um prazo de 24-48 horas”. Dividem-se em dois subgrupos: totais e termotolerantes: o grupo dos coliformes totais inclui as bactérias na forma de bastonetes Gram

negativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás em 24 a 48 horas a 35°C. O referido grupo contém cerca de 20 componentes, dentre os quais se encontram tanto bactérias do trato intestinal de animais de sangue quente, como também diversos gêneros e espécies não entéricas. Por essa razão, sua quantificação em água e alimentos é menos representativa, como contaminação fecal em relação à quantificação de coliformes termotolerantes.

O grupo dos coliformes termotolerantes possui a mesma definição dos totais, contudo, restringem-se aos membros capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas a 45,5°C. Sendo assim, seleciona apenas os coliformes originários do trato intestinal. O aludido grupo pode ser analisado quantitativamente pelas técnicas de tubos múltiplos e membrana filtrante, cuja escolha de uma das técnicas deve considerar os objetivos da análise.

Sendo assim, a metodologia utilizada para obtenção dos dados consiste na técnica dos tubos múltiplos, podendo ser utilizado o caldo lauril triptose na etapa presuntiva (incubação a 35°C durante 24 a 48 horas) (Figura 4).

Figura 4 – Etapas do teste presuntivo

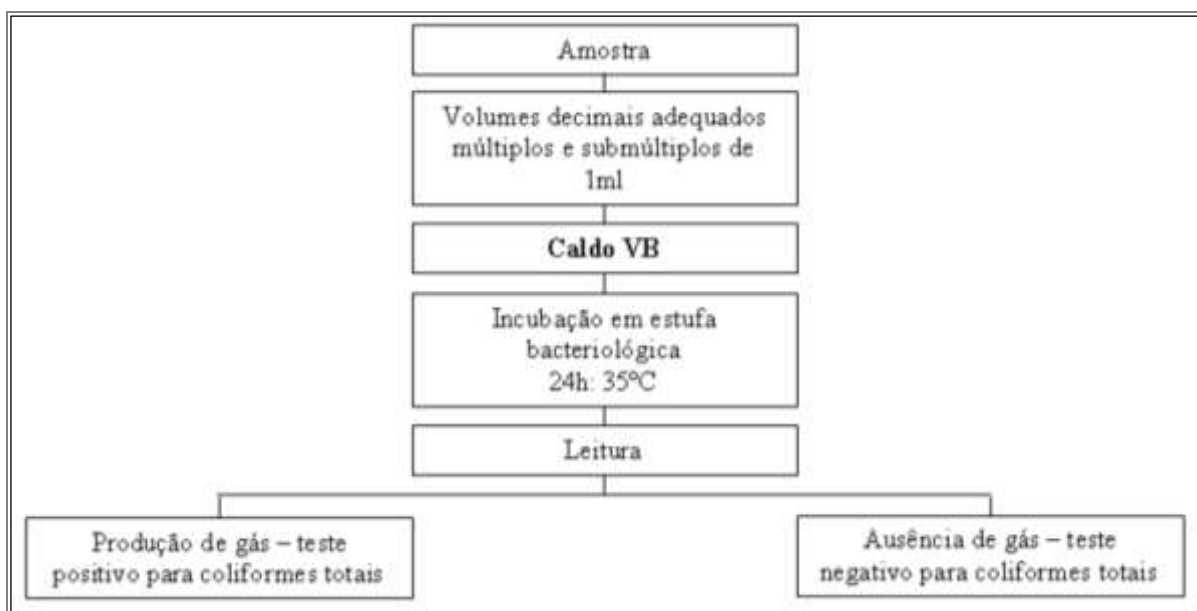


Fonte: Abrantes, 2014.

A partir de cada tubo positivo da etapa anterior, foi transferida uma alçada, aquecida e esfriada ao ar, carregada de cultura para tubos de caldo Verde Brilhante (VB) e, em seguida, incubada a 35° por 24 a 48 horas em uma estufa bacteriológica. Transcorrido o tempo, foi anotado o número de tubos positivos, ou seja, que contenham presença de gás, para determinar o NMP de coliformes totais/100g, de acordo com a tabela apropriada às diluições inoculadas

(BRASIL, 2013; SÃO PAULO, 2007; APHA, 1985). A não ocorrência de gás após 48 horas indica ausência de coliformes totais na amostra, de acordo com a Figura 5.

Figura 5 – Fases do teste confirmativo



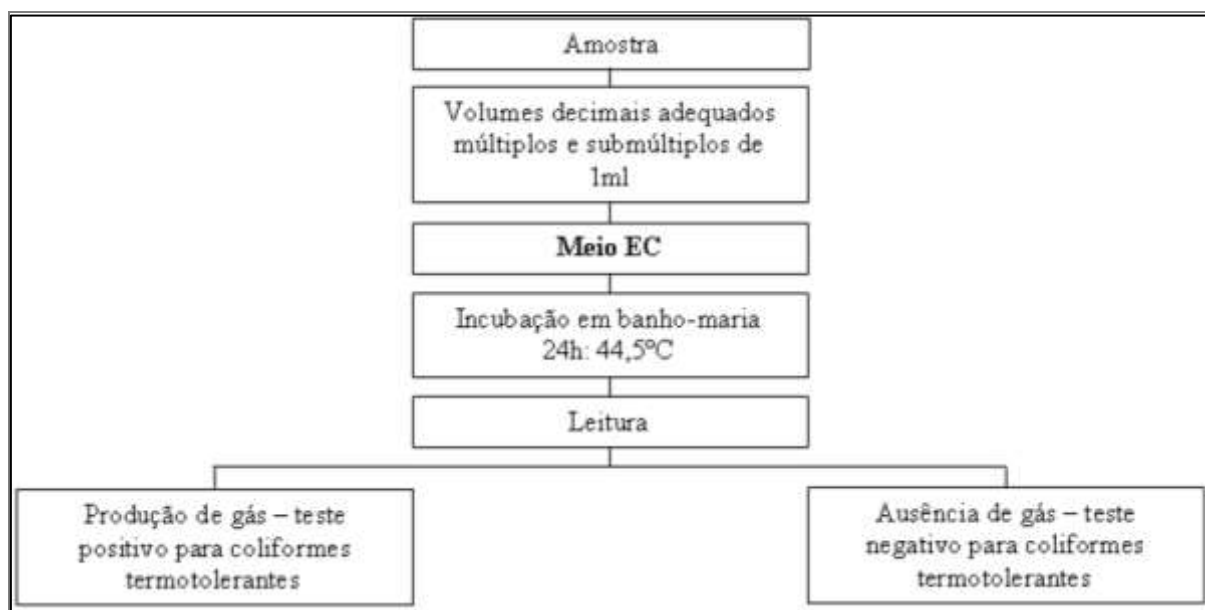
Fonte: Abrantes, 2014.

Quanto a confirmação dos coliformes termotolerantes, a partir de cada tubo positivo de Caldo Lauril Triptose, foi transferido uma alçada aquecida e esfriada da cultura para tubos de caldo EC. Dando continuação, os tubos foram incubados em banho-maria a 45,5°C por 24h. Após esta etapa, foi anotado o número de tubos EC positivos para a determinação do NMP de coliformes termotolerantes/100 g (Figura 6).

Já para a análise micológica, as amostras foram preparadas e alocadas em placas de Petri visando o crescimento dos fungos, na sequência foram isolados e identificados.

Os fungos da família *Aspergilláceae* por serem bolores comumente encontrados sobre a matéria orgânica compõem uma das justificativas para seu uso como indicadores biológicos neste trabalho. Sendo assim, os fungos da família supracitada fazem parte do filo *Ascomycotina*, os quais são caracterizados por serem “fungos de micélio bem desenvolvido, tipicamente septado, com células unicelulares, reproduzindo-se sexualmente por esporos endógenos (ascósporos), originados no interior das ascas e agamicamente por esporos exógenos (conídios)” (SILVEIRA, 1995, p. 37). Fato que permite que seus esporos fiquem adormecidos, até que possuam as condições necessárias para seu desenvolvimento: umidade e temperatura.

Figura 6 – Etapas do teste confirmativo



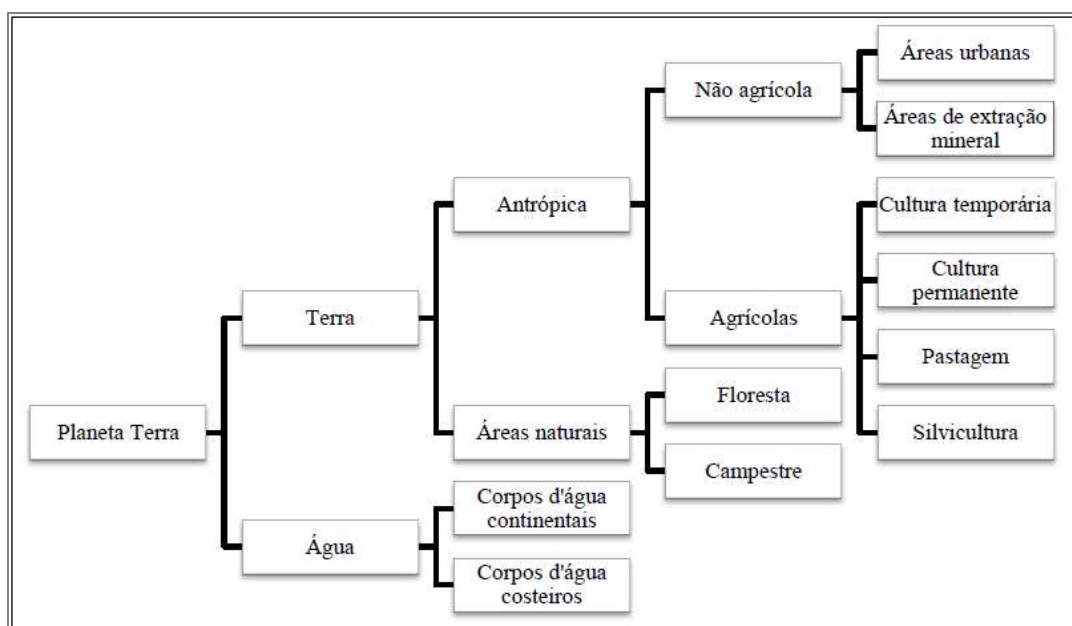
Fonte: Abrantes, 2014.

Com o intuito de contribuir com as discussões acerca a qualidade microbiológica da areia, foram realizados quatro mapas de uso e cobertura da terra do município em que os pontos de areia estão inseridos, no recorte temporal de 30 anos (1985, 1995, 2005 e 2015). O objetivo para realizar tal mapeamento foi analisar as mudanças na cobertura e uso da terra e assim, poder relacionar as alterações ocorridas com as transformações nas bacias hidrográficas em estudo.

Para tanto foi realizada a classificação supervisionada das imagens de satélites georreferenciadas (Imagens orbitais digitais multiespectrais Landsat 5 e Landsat 8 datadas de 1985, 1995, 2005 e 2015 disponibilizadas pela Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

De acordo com IBGE (2013), a nomenclatura para o Levantamento do Uso e da Cobertura da Terra, foi organizada segundo três níveis hierárquicos, comportando desdobramentos para níveis de maior detalhe dependendo da escala de trabalho. Como a área da pesquisa era muito extensa e a resolução espacial das imagens orbitais utilizadas era baixa, optaram-se para aplicação das subclasses: áreas urbanas, cultura temporária, pastagem e silvicultura (Figura 7).

Figura 7 – Esquema teórico de construção de uma nomenclatura de cobertura terrestre



Fonte: IBGE (2013). Organização: Abrantes, 2017.

4 Resultados e discussões

As análises microbiológicas dividem-se em dois grupos: testes presuntivos e testes confirmativos. Portanto, os resultados do teste presuntivo afirmaram a contaminação por bactérias do grupo coliforme (Tabela 1) em todas as amostras analisadas.

Tabela 1 – Resultado do teste presuntivo - Portos de areia, Ribeirão Claro/PR

Amostra		Teste presuntivo		
		Diluição		
		1/1	1/10	1/100
Porto 1	AM1	5	5	5
	AM2	5	5	5
	AM3	5	5	5
	Água residual	5	5	5
Porto 2	AM1	5	5	5
	AM2	5	5	5
	AM3	5	5	5

Fonte: Autores, 2018.

Como o resultado foi positivo há a necessidade, de acordo com Brasil (2013), de realizar o teste confirmativo. Destaca-se que o resultado obtido foi a contaminação máxima prevista pela Brasil (2013). Nesse sentido, os resultados obtidos dos testes confirmativos (Tabelas 2 e

3) comprovaram a contaminação máxima estabelecida pela Brasil (2013), que é acima de 1.600 unidades formadoras de colônias/100g.

Tabela 2 - Resultado do teste confirmativo (EC) - Portos de areia, Ribeirão Claro/PR

Amostra		Teste confirmativo – EC			NMP/100ml
		1/1	Diluição 1/10	1/100	
Porto 1	AM1	5	5	5	1600
	AM2	5	5	5	1600
	AM3	5	5	5	1600
	Água residual	5	5	5	1600
Porto 2	AM1	5	5	5	1600
	AM2	5	5	5	1600
	AM3	5	5	5	1600

Fonte: Autores, 2018.

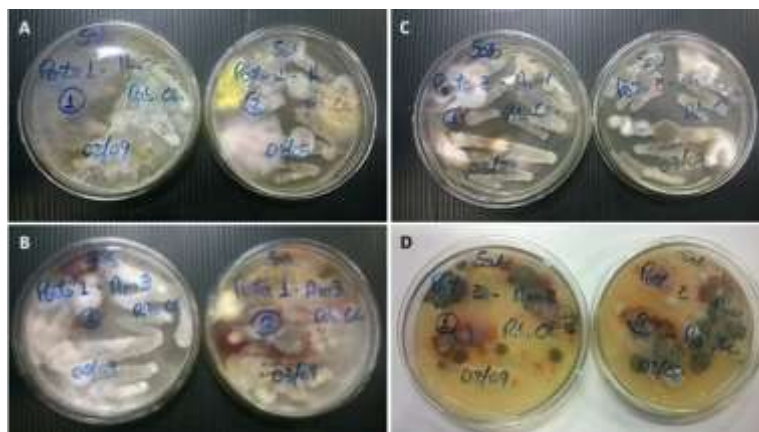
Tabela 3 - Resultado do teste confirmativo (VB) - Portos de areia, Ribeirão Claro/PR

Amostra		Teste confirmativo – VB			NMP/100ml
		1/1	Diluição 1/10	1/100	
Porto 1	AM1	5	5	5	1600
	AM2	5	5	5	1600
	AM3	5	5	5	1600
	Água residual	5	5	5	1600
Porto 2	AM1	5	5	5	1600
	AM2	5	5	5	1600
	AM3	5	5	5	1600

Fonte: Autores, 2018.

Quanto ao resultado das análises micológicas, em todas as placas com as amostras incubadas de ambos os portos de areia foram identificadas colônias de *Aspergillus*. Além da espécie, houve crescimento variado de espécies fúngicas (Figura 8).

Figura 8 – Placas de Petri com amostras em Ágar Sabouraud após 30 dias de incubação. A e B: Porto 1; C e D: Porto 2 – Ribeirão Claro/PR



Fotos: Abrantes, 2016.

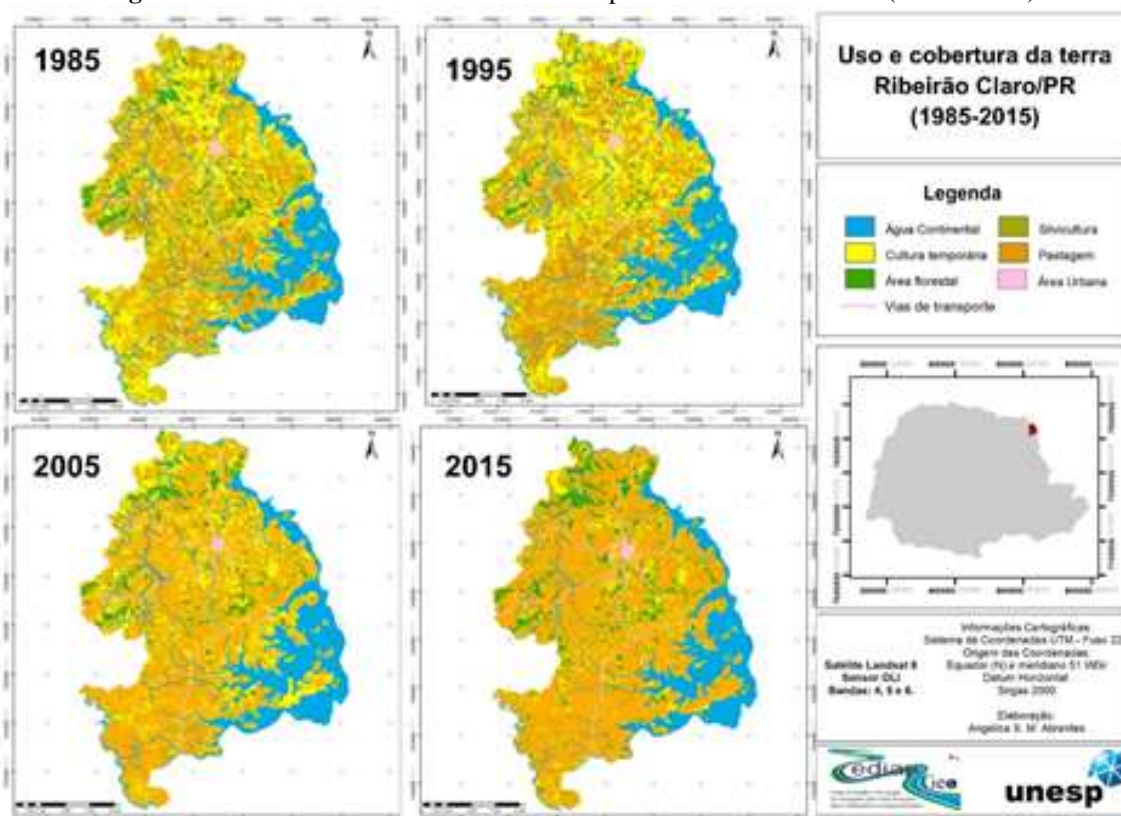
O que comprova o fato de que este fungo é capaz de se encapsular, e se desenvolver em ambientes diferentes, desde que tenha as condições necessárias para seu crescimento: umidade e temperatura.

A presença da espécie em estudo, como também da variedade apresentada, pode estar relacionada às alterações ocorridas em toda a bacia hidrográfica que estão inseridos os portos de areia, além da escassez de mata ciliar ao longo dos referidos cursos hídricos, fato que favorece a chegada de detritos, sedimentos e outros materiais no leito do rio, local onde é extraída a areia destinada à construção civil.

As amostras do Porto 1 foram coletadas em montes que eram formados por retroescavadeira, importante mencionar que em tais locais havia vestígios de animais de sangue quente (patas e fezes de cachorros e de aves), o que pode potencializar a contaminação por *E. coli* ou mascarar os resultados, contudo não foi realizada coleta nas proximidades de tais focos.

A partir do mapeamento realizado foi possível identificar quatro usos principais: pastagem, cultura temporária, área urbana, área florestal e água continental (rios e reservatórios) (Figura 9). No recorte temporal estudado, possibilitou observar o predomínio da pastagem em detrimento dos demais usos.

Figura 9 – Usos e cobertura da terra do município de Ribeirão Claro/PR (1985 a 2015)



Fonte: Abrantes, 2017.

De acordo com Abrantes (2017), o aumento significativo das pastagens e da silvicultura, principalmente, no que tange as culturas temporárias e as áreas de cobertura vegetal original, relaciona-se à declividade do terreno, assim, nota-se o eucalipto concentra-se nas áreas de topo a média vertente, ao passo que as pastagens ocupam as áreas de média a baixa vertente, até os fundos de vale.

A autora conclui ainda que as áreas com uso de pastagem coincidem, em sua maioria, com os terrenos que possuem maior declividade. Nesse sentido, pode-se traçar um paralelo com dificuldade de implantação de agricultura mecanizada em classes de declividade superiores a 12%. Adiciona-se ao fator da declividade, a ausência de matas ciliares nos corpos hídricos, o que tende a comprometer a qualidade do sedimento que será utilizado na construção civil.

5 Considerações finais

Os resultados obtidos apontam que as bacias hidrográficas onde estão os portos de areia estudados estão muito alteradas, fato este que resulta no comprometimento da qualidade microbiológica da areia utilizada na construção civil.

Sendo assim, a qualidade da areia tem relação direta com as formas de produção/reprodução do espaço geográfico, materializados nos usos da terra. O conhecimento da ocupação da terra quanto à sua natureza, localização, forma de ocorrência e mudanças ocorridas em determinados períodos, são de grande valia para a programação de atividades que visam ao desenvolvimento agrícola, econômico e social de uma região.

A utilização de indicadores biológicos para compreensão das mudanças ocorridas no espaço também se mostrou eficaz, pois a partir de metodologias acessíveis, tornou-se possível a aferição da contaminação da areia por bactérias do grupo coliforme e por fungos decompositores, fato que atesta o despejo de efluentes nos cursos hídricos. Nesse sentido, para compreender esta problemática socioambiental, se fez necessário aliar conhecimentos pertinentes à geografia e a biologia.

A presença da *E. coli* confirma-se o despejo de efluentes domésticos nos cursos hídricos, pois foi utilizada como indicador biológico para a presença de efluentes oriundos de animais de sangue quente (esgoto).

Já quanto aos fungos, descobriu-se que suas interações com o concreto e a argamassa são denominadas de biodeterioração, dentro da construção civil. E não existem muitas pesquisas debruçadas a origem destas problemáticas.

O aporte de areia presente nos cursos hídricos dos municípios estudados estão relacionados ao embasamento geológico (Arenitos Piramboia e Botucatu e depósitos quaternários sedimentares holocênicos). Neste sentido, o rio Paranapanema passar a ser recurso geológico, entretanto, ao percorrer áreas urbanas e rurais recebe cargas de diferentes composições, e aliado ao poder de adsorção da areia, podem potencializar sua contaminação microbiológica.

Agradecimentos

À CAPES pelo financiamento da pesquisa.

Referências

AB'SABER, A. N. **Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.

ABRANTES, A. S. M. **Identificação das possíveis causas e consequências do processo de deformações no reboco de algumas casas da Vila Sá e Jardim Brilhante, município de Ourinhos/SP**. 2014. 146 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – UNESP/Campus de Ourinhos, Ourinhos, 2014.

_____. **Análise do uso da terra e suas implicações na qualidade microbiológica da areia destinada à construção civil nos municípios de Ourinhos/SP, Jacarezinho/PR e Ribeirão Claro/PR**. 2017. 150 f. Dissertação (mestrado) – UNESP/ Faculdade de Ciência e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2017.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA, 1985.

ARAÚJO, S. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. In: **Bioscience journal**, v. 23, n. 3, 2007.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; MANZATTO, C. V.; BOGNOLA, I.; CARVALHO, A. P.; POTTER, O.; AGLIO, M. L. D.; SILVA, J. S.; CHAFFIN, C. E.; CARVALHO JUNIOR, W. **Mapa de solos do Estado do Paraná** (escala 1:250.000). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

BLANKENSTEYN, A. O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. In: **Rev. Bras. Zool.** vol.23 n.3 Curitiba Set. 2006.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual Prático de Análise de água**. Brasília: FUNASA, 2013.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. In: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, jun., 2009.

CARLOS, A. F. A. **A (re) produção do espaço urbano**. São Paulo: Edusp, 2008.

CASSETI, Valter. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CERNEV, J. **Liberalismo e colonização**: o caso do norte do Paraná. Londrina: Editora da UEL, 1997.

COMPANHIA MELHORAMENTOS NORTE DO PARANÁ. CNMP. **Colonização e desenvolvimento do norte do Paraná**: depoimentos sobre a maior obra no gênero realizada por uma empresa privada. São Paulo: Edanee, 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual de uso da terra**. IBGE: Rio de Janeiro, 2013.

MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H. Aplicação das características químicas e físicas dos sedimentos na modelagem dos processos de emissão de sedimentos em bacias hidrográficas. In: MARTEN, J. P. G.; POLETO, C. (orgs.) **Qualidade dos sedimentos**. Porto Alegre: ABRH, 2006, p. 343-383.

PARANÁ (Estado). **Mapa geológico do Paraná** (Escala: 1:650.000). Curitiba, 2006.

_____. **Mapa classificação climática – Segundo Koppen**. Londrina: IAPAR, 2016. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: jun. 2016.

PÔRTO, M. L.; ALVES, J. C.; DINIZ, A. A.; SOUZA, A. P.; SANTOS, D. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no brejo paraibano. In: **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1011-1017, jul./ago. 2009.

SANTOS, T. G.; GUSMÃO, L. M. O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; CUNHA, A. G. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. In: **Repesca**, v. 4, n.1, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). **L5. 406**: Coliformes termotolerantes: determinação em amostras ambientais pela técnica de tubos múltiplos com meio A1 – método de ensaio. São Paulo: CETESB, 2007.

SILVEIRA, V. D. **Micologia**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995.

SMITH, N. **Desenvolvimento desigual**: natureza, capital e a produção do espaço. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

TORTORA, G.; FUNKE, B. T.; CASE, L. **Microbiologia**. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TUNDISI, J. G.; REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Escrituras, 2006.

ZILLI, J. E.; RUMJANEK, N. R.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. C.; NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. In: **Cadernos de ciência e tecnologia**, v. 20, n. 3, set/dez., 2003.