



## Mapeamento sanitário rural do Recôncavo da Bahia

*Rural health mapping the Reconcavo of Bahia*

Ludmilla Santana Soares e Barros

Docente pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB). Rua Rui Barbosa, 710, Centro. Cruz das Almas. Bahia. CEP 44380-000. \*Autor correspondente. barros@ufrb.edu.br.

**Resumo:** A magnitude das doenças de veiculação hídrica é maior e impossível de ser quantificada principalmente em regiões remotas do planeta, como o Recôncavo da Bahia, onde a população usualmente utiliza reservatório privados de água, tais como poços artesianos sem nenhum tratamento da água e controle de qualidade. O presente trabalho teve como objetivo coletar dados referentes às condições do saneamento rural na região do recôncavo baiano e compará-los com as legislações específicas federais e internacionais vigentes. Para tal fito, foram utilizados questionários referentes às condições de captação de água no meio rural, às condições de descarte dos resíduos de origem animal no meio rural e aos tipos de criação animal e vegetal; detecções das concentrações de coliformes totais, *Escherichia coli*, *Enterococcus* e microrganismos mesófilos e obtenções dos valores de turbidez, cloro residual livre e cor. As águas subterrâneas investigadas estavam altamente poluídas, com altas concentrações de coliformes totais (>2.000 NMP/100mL), *Escherichia coli* (>2.000 NMP/100mL), *Enterococcus* (>2.000 NMP/100mL) e microrganismos mesófilos ( $10^6$  a  $10^9$  UFC/mL), e não seguras para o consumo humano, considerando as legislações nacionais e internacionais. Os valores de cor, turbidez e cloro residual livre também estavam exacerbados e acima dos valores máximos permitidos. A despeito dos grandes esforços realizados por programas de desenvolvimento nacional e internacional, as comunidades perscrutadas nesta inquirição ainda estão expostas à água de péssima qualidade e medidas urgentes devem ser realizadas em toda a cadeia da água, com o fito de instituir nesta região o saneamento básico.

**Palavras-chaves:** água, colimetria, cor, turbidez.

**Abstract:** The magnitude of waterborne diseases is higher and impossible to quantify, particularly in remote regions of the planet, as the Reconcavo of Bahia, where the population usually uses private reservoir of water, such as artesian wells without water treatment and quality control. The present study aimed to collect data regarding the conditions of the rural sanitation in the Bahian Reconcavo region and compare them with the specific federal and international regulations. To this aim, questionnaires relating to the conditions of water harvesting in rural areas, conditions for the disposal of animal waste in rural areas and the types of plant and animal breeding were used; detections of concentrations of total coliforms, *Escherichia coli*, *Enterococcus* and mesophilic varieties and values of turbidity, free residual chlorine and color. The groundwater samples analyzed were highly polluted with high concentrations of total coliforms (> 2,000 NMP/100mL), *Escherichia coli* (> 2,000 NMP/100mL), *Enterococcus* (> 2,000 NMP/100mL) and mesophilic ( $10^6$  to  $10^9$  CFU / mL), and not safe for human consumption, considering national and international laws. The values of color, turbidity, free residual chlorine were also exacerbated and above the maximum permissible values. Despite the great efforts made by national and international development programs, communities researched this inquiry are still exposed to poor quality water and urgent steps must be performed on the entire chain of water, with the aim of establishing this region sanitation.

**Key-Words:** water, colimetric assays, color, turbidity

\*Autor para correspondência. E. mail: \* barros@ufrb.edu.br.

Recebido em 20.06.2016. Aceito em 28.12.2016.  
http//

## Introdução

A água é um elemento essencial à vida e até 2025 dois terços da população mundial viverão em países nos quais a quantidade de água ofertada será moderada ou severa (Silva & ARAÚJO, 2003; KUSILUKA et al., 2005; ALOTAIBI, 2009; CABRAL, 2010; HUACHANG et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011; SALEM et al., 2011).

Kusiluka et al. (2005) são peremptórios ao afirmar que a escassez de água ameaça a segurança alimentar, a produção de energia e a integridade ambiental, muitas vezes culminando em conflitos pelo uso da água, entre diferentes comunidades, e na contaminação da água quando compartilhada entre animais e seres humanos.

A importância do acesso a uma água de consumo de alta qualidade pode ser expressa pela declaração do Secretário Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), dita no dia mundial da água em 2002: “Uma população estimada em 1,1 bilhão de pessoas não possuem acesso à água de consumo potável; 2,5 bilhões de pessoas não têm acesso a sanitização adequada da água e acima de 5 milhões de pessoas morrem a cada ano em consequência das doenças relacionadas a água, ou seja, 10 vezes o número de mortos em guerras a cada ano”

(PIRONCHEVA & MUYIMA, 2004; CABRAL, 2010; FIGUERAS & BORREGO, 2010; HUACHANG et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011). Adicionalmente, em aquiescência a Pironcheva & Muyima (2004), a Kusiluka et al. (2005) e a Cabral (2010), as doenças de veiculação hídrica infectam em torno de 250 milhões de pessoas a cada ano, resultando em 10 a 20 milhões de mortes ao redor do planeta.

Corroborando com a assertiva acima, a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a Portaria 2.914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011) definem uma água potável quando as concentrações de coliformes totais e de *Escherichia coli*, em 100 mL de amostra, são nulas. Valores máximos permissíveis (VMP) para as características biológicas, organolépticas, físicas e químicas da água potável também são definidos nesta legislação.

A contaminação da água subterrânea e superficial por microrganismos e por antibióticos, em dosagens não terapêuticas, é atribuída ao escoamento superficial das águas de áreas urbanas e de pastos, ao escape de resíduos dos sistemas de disposição de dejetos e de tanques sépticos, a sobrecarga das plantas de tratamento de resíduos e aos sistemas de injeção de resíduo cru; ademais, a contaminação bacteriana em áreas rurais tende a ser mais intensa do que em áreas

urbanas (STRAUSS et al., 2001; HOWARD et al., 2003; SILVA & ARAÚJO, 2003; SAPKOTA et al., 2007; ALOTAIBI, 2009; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; SALEM et al., 2011; RODRIGUES & BARROS, 2012). Em Ontário e nos Estados Unidos, no mínimo 30% dos poços da zona rural estão contaminados com fezes, com valores que excediam aos parâmetros governamentais definidos para a água potável segura (STRAUSS et al., 2001; CABRAL, 2010).

Considerando que a maioria da população rural não tem acesso a mecanismos de higiene de prevenção de doenças, tais como o uso de latrinas e a fervura da água antes do consumo, há um aumento na predisposição de infecção com as doenças de veiculação hídrica (HOWARD et al., 2003; KUSILUKA et al., 2005; SAPKOTA et al., 2007; CABRAL, 2010; HUNTER et al., 2010). Destarte, a contaminação microbiológica da água de consumo é o principal contribuinte para o desenvolvimento das doenças de veiculação hídrica, como diarreias, náuseas, gastroenterites, giardíase, criptosporidiose, salmoneloses, shigeloses, cólera, amebíase, febre tifóide, disenterias e outros eventos maléficos zoonóticos conectados com a saúde, especialmente em crianças, em idosos e em pessoas com a imunidade falha (ARTZ & KILLHAM, 2002; SILVA & ARAÚJO,

2003; PIRONCHEVA & MUYIMA, 2004; KUSILUKA et al., 2005; FAROOQUI et al., 2009; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; HUACHANG et al., 2010; HUNTER et al., 2010; LAROCHE et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; SALEM et al., 2011; RODRIGUES & BARROS, 2012).

As infecções do tipo disentéricas também têm sido causadas por algumas cepas de *E. coli*, as quais podem ser classificadas em cinco grandes categorias: *E. coli* enteroagregativa (EAEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enteropatogênica (EPEC) e *E. coli* enterotoxigênica (ETEC) (COOLEY et al., 2007; SALEM et al., 2011).

Várias atividades humanas, particularmente a disposição de resíduos industriais, municipais e rurais não tratados, são as principais fontes de contaminação para a água subterrânea e de superfície, existentes no Recôncavo da Bahia (Barros, 2011) e em outras partes do mundo (STRAUSS et al., 2001; ARTZ & KILLHAM, 2002; HOWARD et al., 2003; SILVA & ARAÚJO, 2003; KUSILUKA et al., 2005; ALOTAIBI, 2009; CABRAL, 2010; FIGUERAS & BORREGO, 2010; AZIZULLAH et al., 2011). Uma estimativa de 2 milhões de toneladas de resíduos e de outros afluentes são descartados nas águas do mundo, a cada dia. Em países em desenvolvimento, como o

Brasil, a situação é pior, pois 90% do esgoto cru e 70% dos resíduos industriais não tratados são descartados nas fontes de águas superficiais (AZIZULLAH et al., 2011; CABRAL, 2010).

Nos países africanos, asiáticos e do Oriente Médio a questão envolvendo a quantidade e qualidade da água é mais drástica, assim como nos países latinos e, espantosamente, nos países desenvolvidos, como a Grã-Bretanha (ARTZ & KILLHAM, 2002). O grande resultado para a maioria da população nestes países, historicamente e economicamente conhecidos por serem menos favorecidos, é a exposição a contaminantes e poluentes presentes na água os quais podem causar uma enorme variedade de problemas de saúde associados à água (STRAUSS et al., 2001; HOWARD et al., 2003; SILVA & ARAÚJO, 2003; ALOTAIBI, 2009; CABRAL, 2010; AZIZULLAH et al., 2011; SALEM et al., 2011). O Brasil e, mais especificamente, a região do Recôncavo da Bahia também sofrem com a problemática da água, principalmente com as questões de qualidade e quantidade (Barros, 2011).

Dentre a enorme gama de substâncias poluentes na água, os grupos mais comuns são os patógenos (bactérias, vírus e protozoários); os poluentes inorgânicos (ácidos, sais, e metais tóxicos); os ânions e os cátions (nitratos, fosfatos, sulfatos,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{F}^-$ ); as substâncias radioativas

solúveis em água e os antibióticos. Em adição, compostos orgânicos, tais como óleos e pesticidas também estão presentes. Todos estes componentes, uma vez presentes acima dos valores máximos permitidos, causam problemas sérios à saúde, quer seja para com o ser humano, quer seja para outro organismo do ecossistema (ARTZ & KILLHAM, 2002; SILVA & Araújo, 2003; SAPKOTA et al., 2007; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; HUACHANG et al., 2010; HUNTER et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; SALEM et al., 2011; RODRIGUES & BARROS, 2012).

Considerando toda a explanação anterior, o presente trabalho teve como objetivo coletar dados referentes às condições do saneamento rural na região do recôncavo baiano e compará-los com as legislações específicas federais e internacionais vigentes. Para tal fito, foram utilizados: (a) questionários referentes às condições de captação de água no meio rural, às condições de descarte dos resíduos de origem animal no meio rural e aos tipos de criação animal e vegetal; (b) detecções das concentrações de coliformes totais, *Escherichia coli*, *Enterococcus* e microrganismos mesófilos e (c) obtenções dos valores de turbidez, cloro residual livre e cor.

### **Material e Métodos**

A área de estudo compreendeu os 20 municípios que compõem o recôncavo baiano, os quais são: Cabaceiras do Paraguaçu,

Cachoeira, Castro Alves, Conceição do Almeida, Cruz das Almas, Dom Macedo Costa, Governador Mangabeira, Maragogipe, Muniz Ferreira, Muritiba, Nazaré, São Felipe, São Felix, São Francisco do Conde, São Sebastião do Passe, Sapeaçu, Saubara, Santo Antônio de Jesus, Santo Amaro e Varzedo.

De cada município, com auxílio das secretarias de saúde e de vigilância sanitária municipais, foram investigadas as regiões rurais que utilizavam água de fonte alternativa.

De cada município um número máximo de 100 fontes alternativas de água, existente no meio rural, foi escolhido para as coletas de água, totalizando 2000 amostras.

Quando o poço possuía torneira de acesso, a coleta de água foi realizada através da seguinte técnica: flambou-se a torneira e, a seguir, a água foi escoada por 5 minutos, através da abertura da torneira, e, após este período, procedeu-se com a coleta em frascos de vidro de 500 mL esterilizados.

Na ausência de torneiras, o frasco esterilizado foi introduzido até a lâmina de água, com o cuidado de não tocar nas paredes internas do poço, e, após submergi-lo e aguardar por cinco minutos, o mesmo foi retirado e vedado em seguida. Depois das coletas, as amostras provenientes de poços foram transportadas para o Laboratório de Microbiologia Animal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), onde foram processadas.

A determinação dos Números Mais Prováveis (NMP) de coliformes totais e *Escherichia coli* foi efetuada segundo metodologia do Apha (1998). Primeiramente, as amostras foram diluídas em água peptonada a 0,1% (L 37, OXOID LTD) esterilizada, adicionando-se 10 mL da amostra em 90 mL do diluente, obtendo-se a diluição  $10^{-1}$ . A partir dessa primeira diluição foram obtidas as diluições decimais sucessivas. A realização da colimetria foi baseada na técnica do substrato cromogênico-fluorogênico-hidrolizável, que consistiu na adição de um frasco de Colilert (IDEXX Quanti-Tray) em 100 mL da amostra ou de suas diluições, seguida de homogeneização, transferência para a cartela (IDEXX Quanti-Tray) e o uso de uma seladora modelo 1295.00 1E-E (IDEXX Quanti-Tray), onde a amostra foi distribuída nas células e vedada. Após a incubação a  $35^{\circ}\text{C}/24\text{ h}$ , a leitura foi realizada, contando-se o número de células de cor amarela e, através de uma tabela de NMP específica, obtendo-se o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais por 100 mL da amostra. Por fim, foi incidida luz ultravioleta sobre a cartela para se obter o NMP de *Escherichia coli* por 100 mL da amostra através do número de células que apresentaram fluorescência e com o auxílio da mesma tabela.

A determinação dos Números Mais Prováveis (NMP) de *Enterococcus* foi segundo metodologia do APHA (1998). As amostras passaram, inicialmente, pelos mesmos

processos de diluição descritos. A amostra de 100 mL da água ou sua diluição, foi misturada ao substrato fluorogênico Enterolert (IDEXX Quanti-Tray) e, após a homogeneização, foi transferida para a cartela (IDEXX Quanti-Tray), e essa para a seladora modelo 1295.00 1E-E (IDEXX Quanti-Tray), onde a amostra foi distribuída nas células e a cartela, vedada. Após a incubação a 41 °C por 24 horas, a leitura foi realizada, contando-se o número de células que apresentarem fluorescência sob a incidência de radiação UV e, através de uma tabela de NMP específica, obteve-se o NMP de enterococos por 100 mL da amostra.

Para a execução das contagens dos microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis foram realizadas diluições seriadas das amostras, empregando-se como diluente a água peptonada a 0,1%. Após o emprego da técnica de plaqueamento em profundidade, onde 1 mL da amostra, ou de suas diluições, foi homogeneizado ao meio de cultura Ágar PCA e incubados a 35 °C por 48 horas, a contagem de colônias foi feita com o auxílio de um contador de colônias. A média do número de colônias contadas nas placas foi multiplicada pelo fator de diluição correspondente e o resultado foi expresso em unidades formadoras de colônia por mL de amostra (UFC. mL<sup>-1</sup>) (Apha, 1998).

Para a determinação dos parâmetros físico-químicos de cor (UHazen), turbidez (UNT) e cloro residual livre (ppm), foram utilizados, respectivamente, os seguintes

aparelhos: colorímetro, turbidímetro e clorímetro.

Os resultados microbiológicos e físico-químicos foram avaliados de acordo com os valores padrões estabelecidos pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A água para consumo humano pode ser obtida de várias fontes. Uma dessas fontes, o manancial subterrâneo, é um recurso utilizado por ampla parcela da população brasileira. A água subterrânea pode ser captada no aquífero confinado ou artesiano, que se encontra entre duas camadas relativamente impermeáveis, o que dificulta a sua contaminação, ou ser captada no aquífero não confinado ou livre, que fica próximo à superfície, e está, portanto, mais suscetível à contaminação. Em função do baixo custo e facilidade de perfuração, a captação de água do aquífero livre, embora mais vulnerável à contaminação, é mais frequentemente utilizada no Brasil (STRAUSS et al., 2001; SILVA & ARAÚJO, 2003; LAROCHE et al., 2010).

Beber água segura e saudável é um direito de todo ser humano. Consumir água poluída e ter contato com condições sanitárias inadequadas aumentam o risco de vários agravos à saúde pública, tais como as doenças de veiculação hídrica. A magnitude destas doenças é maior e impossível de ser quantificada principalmente em regiões remotas do planeta, como o Recôncavo da Bahia, onde a população usualmente utiliza

reservatório privados de água, tais como poços artesianos sem nenhum tratamento da água e controle de qualidade.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 90% das doenças diarreicas correntes nos países em desenvolvimento estão relacionados com meio ambiente, com a falta de saneamento e falta de acesso à água potável e alimentos seguros (WHO, 1997).

As condições sócio-econômicas relacionadas às populações rurais investigadas nos vinte municípios do Recôncavo baiano foram consideradas precárias. Em 83% dos domicílios investigados a renda familiar foi de até dois salários mínimos; o nível de escolaridade observado também foi baixo, predominando chefes de família com grau de escolaridade até o primário completo.

Neste trabalho observou-se maior percentual de poços rasos, escavados manualmente, com até 10 metros de profundidade, cuja captação da água era feita por bombeamento. Chamou a atenção o elevado percentual (87%) de propriedades nos quais os entrevistados não sabiam informar a distância entre o poço e a fossa mais próxima. Quanto ao destino final do esgoto, 100% dos entrevistados destinavam suas excretas em fossas. Em adição, os poços estudados eram superficiais, do tipo raso, perfurados manualmente, localizados no aquífero livre, situados acima da camada rochosa

relativamente impermeável que protege o lençol de infiltrações e contaminações.

Análises microbiológicas da água são realizadas a fim de se detectar os coliformes totais e os termotolerantes, antigamente chamados de fecais. Os coliformes comumente ocorrem no ambiente e, geralmente, não são nocivos aos humanos, mas sua presença é utilizada como um indicador para a contaminação da água por doenças causadas por germes e patógenos. A presença de *Enterococcus*, de coliformes termotolerantes e de *Escherichia coli* também são indicadores da contaminação da água por fezes de seres humanos de animais homeotérmicos (STRAUSS et al., 2001; HOWARD et al., 2003; PIRONCHEVA & MUYIMA, 2004; COOLEY et al., 2007; ALOTAIBI, 2009; BONTON et al., 2010; Cabral, 2010; FIGUERAS & BORREGO, 2010; HUACHANG et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; Salem et al., 2011; CHRISTENSEN et al., 2012; RODRIGUES & BARROS, 2012). Vale notificar que os *Enterococcus* foram separados do gênero *Streptococcus* na década de 80 e são representados pelos *E. avium*, *E. faecalis*, *E. gallinarum*, *E. faecium* e *E. hirae* (ALOTAIBI, 2009; CABRAL, 2010; FIGUERAS & BORREGO, 2010).

Assim como ocorreu em outros estudos (Nevondo & Cloete, 1999; Strauss et al., 2001; Howard et al., 2003; Silva & Araújo, 2003;

Pironcheva & Muyima, 2004; Kusiluka et al., 2005; Sapkota et al., 2007; AlOtaibi, 2009; Farooqui et al., 2009; Azizullah et al., 2011; Barros, 2011), as águas subterrâneas investigadas neste estudo (Figuras 1 a 9) estavam altamente poluídas, com contaminações bacteriológicas representadas pelas altas concentrações de coliformes totais (>2.000 NMP/100mL), *Escherichia coli* (>2.000 NMP/100mL), *Enterococcus* (>2.000 NMP/100mL) e microrganismos mesófilos ( $10^6$  a  $10^9$  UFC/mL), e não seguras para o consumo humano, considerando as legislações nacionais e internacionais (Brasil, 2011; WHO, 2004). Adicionalmente, a presença exacerbada destes indicadores indica uma contaminação recente, segundo AlOtaibi (2009).

Consoante às elucubrações de Kusiluka et al. (2005), de Schets et al. (2005) e de AlOtaibi (2009), na região pesquisada deste projeto, a contaminação da água subterrânea dos poços pode ter ocorrido através de numerosos poros e pequenos canais existentes nos solos argilo-calcários, típicos da região do Recôncavo. Ademais, contaminação elevada, poços não cobertos, consumo de água não fervida e condições higiênicas domésticas e sanitárias deficientes indicam a vulnerabilidade à contaminação bacteriológica, com posterior propensão elevada de desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica (DVH), dos indivíduos desta pesquisa.

Ratificando os ditames dos autores acima e corroborando com as alegações de Howard et al. (2003), Pironcheva & Muyima (2004), Sapkota et al. (2007), Cabral (2010), Figueras & Borrego (2010) e de AlOtaibi (2009), este estudo mostrou que atividades humanas e animais nos locais de obtenção da água afetam sua qualidade. Atividades antropológicas e de animais na vizinhança dos pontos de coleta das águas, assim como uma deficiência nos processos de desinfecção, contribuíram para uma péssima qualidade da água nos diferentes pontos de captação dos vinte municípios do Recôncavo da Bahia.

Em aquiescência a Howard et al. (2003); Silva & Araújo (2003), a AlOtaibi (2009), a Cabral (2010), Figueras & Borrego (2010), a Barros (2011) e a Salem et al. (2011) a presença de *E. coli*, registrada nesta pesquisa, indicou uma contaminação recente da água por fezes e, conseqüentemente, por microrganismos patogênicos existentes nas mesmas, que por serem raros e mais frágeis às condições ambientais, tornam-se difíceis de serem evidenciados. Para exemplificar esta situação, Kusiluka et al. (2005) notificaram a presença de *Giardia lamblia* em amostras de águas, destinadas ao uso humano, na Tanzânia. Em corroboração com as assertivas de Cabral (2010), observou-se neste trabalho que a relação entre *E. coli* e *Enterococcus* entre 1 e 2,40 pode ter configurado uma situação onde o gado encontrava-se próximo aos pontos de



coleta de água.

Contaminação da água é uma das principais causas de problemas de saúde em seres humanos. Cerca de 2,3 bilhões de pessoas, em todo o mundo, estão sofrendo com os efeitos deletérios relacionados com as doenças de veiculação hídrica. Em países em desenvolvimento mais que 2,2 milhões de pessoas morrem a cada ano devido à sanitização inadequada e ao consumo de água não potável. Infecções concatenadas com a água e doenças parasitárias são a causa de, aproximadamente, 60% da mortalidade infantil no mundo (FAROOQUI et al., 2009; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; AZIZULLAH et al., 2011; SALEM et al., 2011).

A incidência e a prevalência de patógenos de transmissão hídrica são sujeitas a fatores geográficos. A maioria dos patógenos possui uma distribuição cosmopolita, mas os surtos de algumas enfermidades, como por exemplo salmonelose, cólera, shigelose e tifoide, tendem a ser regionais (PIRONCHEVA & MUYIMA, 2004; FAROOQUI et al., 2009; SALEM et al., 2011).

Exemplificando a assertiva acima, assim como no Paquistão e na Tunísia, a contaminação das águas no Brasil (quer no meio rural, como no urbano) por resíduos industriais, detritos municipais e excretas dos animais de produção e a ausência de práticas de desinfecção da água e de monitoramento

das estações de tratamento existentes são as principais causas da prevalência das doenças de veiculação hídrica (DVH) (BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; SALEM et al., 2011; RODRIGUES & BARROS, 2012). Nestes países é muito difícil quantificar exatamente as DVH's, pois há falta de registros hospitalares. Seguramente, sabe-se que as DVH's são representadas, principalmente, pela hepatite, cólera, disenterias, criptosporidiose, giardíase, doenças de rota fecal-oral e febre tifóide (FAROOQUI et al., 2009; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; RODRIGUES & BARROS, 2012). Em 2006, a Organização Mundial de Saúde estimou uma incidência de 16 a 33 milhões de casos globais de febre tifóide a cada ano, com 500.000 a 600.000 mortes e um nível de fatalidade nos casos de 1,5 a 3,8% (FAROOQUI et al., 2009). Adicionalmente, conforme Azizullah et al. (2011), no Paquistão a diarreia representa 14% das doenças em crianças abaixo de cinco anos e 7% em pessoas de todas as faixas etárias.

Uma das dificuldades em avaliar o impacto da qualidade das fontes de abastecimento para a saúde, humana ou animal, é a falta de estatísticas demográficas, particularmente em comunidades rurais. Em adição, é importante conhecer a incidência das doenças concatenadas às águas poluídas presentes nas áreas rurais, pois assim comparações podem ser feitas entre a

incidência de DVH's e as comunidades detentoras, ou não, de água de qualidade (HOWARD et al., 2003; PIRONCHEVA & MUYIMA, 2004).

No Paquistão, segundo estatísticas nacionais e considerando os parâmetros internacionais de potabilidade da água, apenas 25,61% da população detêm o acesso à água de consumo potável, sendo que destes 23,5% são urbanos e 30% rurais. Na capital Islamabad e em Rawalpindi, análises de água revelaram que 94% e 34% das águas amostradas estão contaminadas por coliformes totais e termotolerantes, respectivamente. Estudos realizados entre 2002 e 2006 notificaram que 84 a 89% das fontes de água do país possuem uma qualidade da água abaixo dos níveis recomendados para o consumo humano (AZIZULLAH et al., 2011).

Em Khairpur, na província de Sindh, no Paquistão, das 768 amostras de água analisadas, em 2008, 567 (73,83%) e 351 (45,70%) estavam contaminadas com coliformes totais e termotolerantes, respectivamente (AZIZULLAH et al., 2011).

Outras inquirições nas maiores cidades paquistanesas, na Arábia Saudita, no Canadá e nos Estados Unidos reportaram que 65% e 35% das amostras de água subterrâneas estavam contaminadas por coliformes totais e *E. coli*, respectivamente, e que 80% e 100% das amostras de água superficiais e de poços, respectivamente, detinham contaminação parasitária e bacteriana, tanto pelos coliformes

totais, como pela *E. coli* (ALOTAIBI, 2009; FIGUERAS & BORREGO, 2010; AZIZULLAH et al., 2011).

Dentre as várias cepas há a *E. coli* O157:H7, um agente etiológico de uma grave doença de seres humanos. As manifestações clínicas variam de excreção assintomática, diarreia sem sangue, colite hemorrágica a severas complicações renais, como a síndrome urêmica hemorrágica (SUH), com comprometimento agudo das funções renais e morte, em alguns casos. Todos os grupos podem ser afetados, mas crianças com menos de 5 anos, mulheres grávidas e idosos são o grupo de risco. A taxa anual de infecção global está entre um a três casos por 100.000 pessoas, com variações geográficas consideráveis (ARTZ & KILLHAM, 2002; SCHETS et al., 2005; COOLEY et al., 2007; CABRAL, 2010; FIGUERAS & BORREGO, 2010; MASTERS et al., 2011).

Originalmente, ruminantes, particularmente o gado, são considerados os principais reservatórios da *E. coli* O157, com uma maior prevalência em gado leiteiro. A transmissão é predominantemente alimentar, em especial através de bife cru, leite cru, mas frutas, vegetais e sucos não pasteurizados também têm sido implicados. O patógeno também é transmitido via contato direto com animais de companhia ou de fazenda infectados ou com suas fezes, de uma pessoa para outra, e através de água de poços e recreacionais contaminadas. Animais silvestres

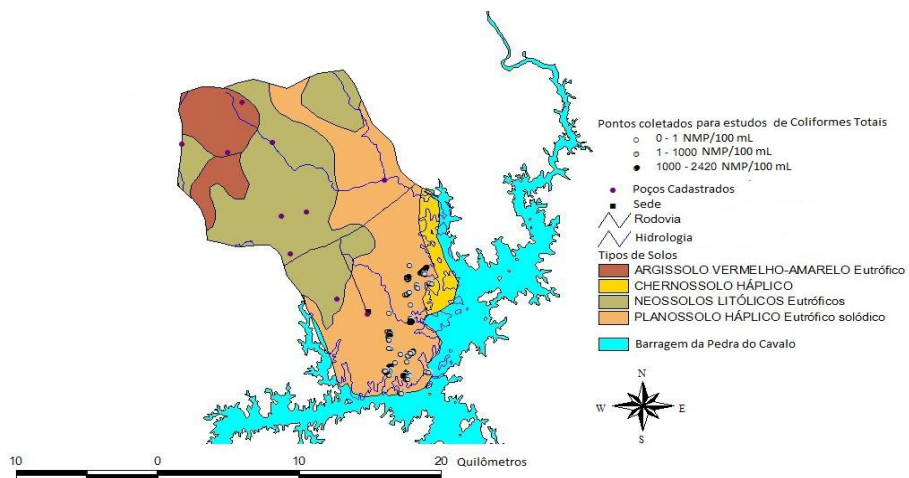
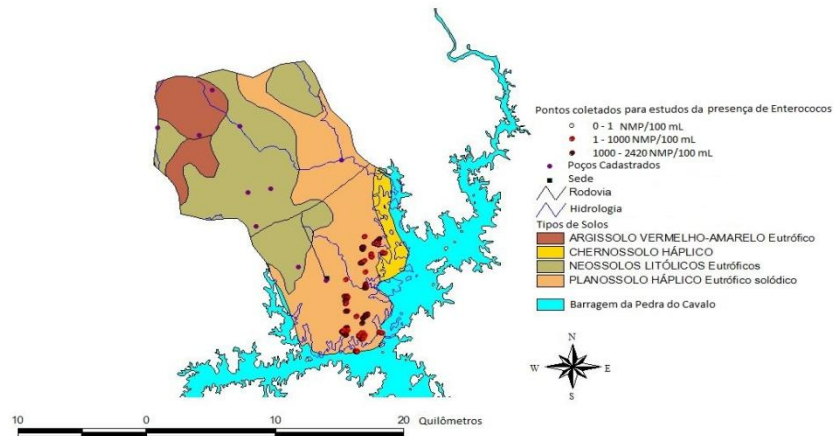
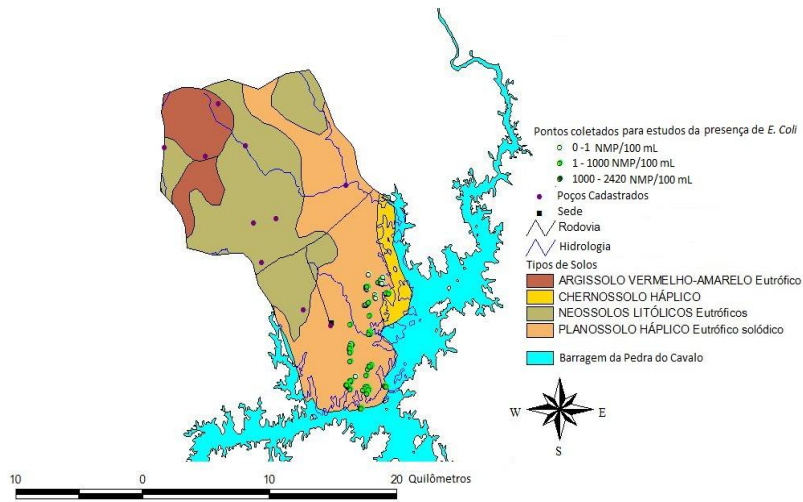
ou de produção pastando próximos em áreas de captação de água são as possíveis fontes de infecção para a água e, desta forma, infecções por *E. coli* O157 veiculadas pela água têm sido comuns (ARTZ & KILLHAM, 2002; SCHETS et al., 2005; COOLEY et al., 2007; MASTERS et al., 2011).

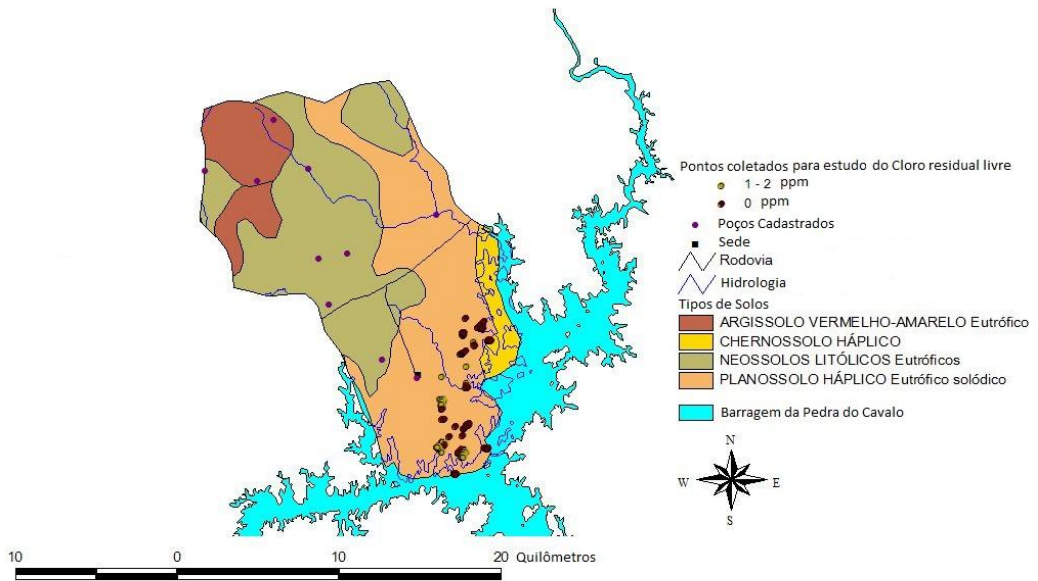
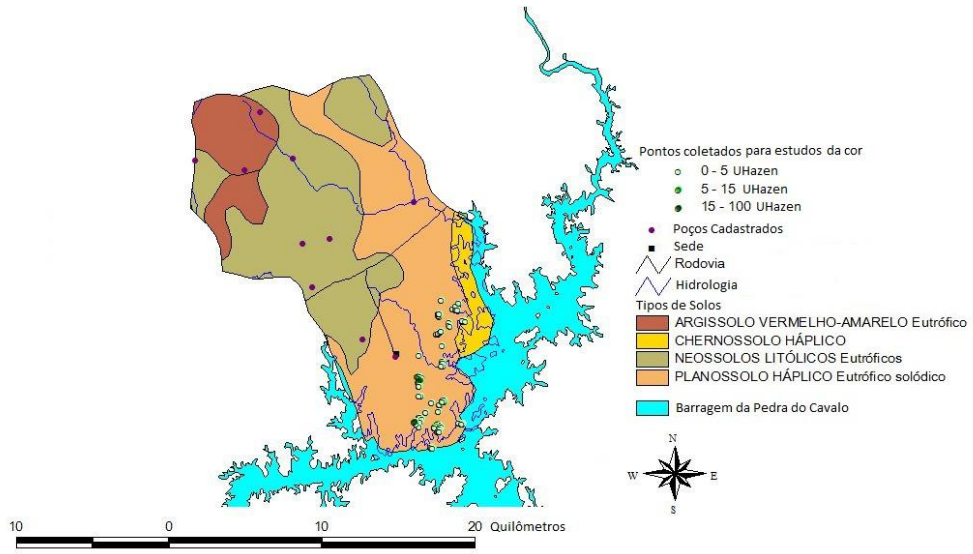
Assim como relatos de pesquisas anteriores (Howard et al., 2003; Pironcheva & Muyima, 2004; Kusiluka et al., 2005; Schets et al., 2005; AlOtaibi, 2009), neste trabalho (Figuras 1 a 9) foi possível observar que sistemas de tratamento de água não estavam disponíveis nas áreas perscrutadas, implicando em grandes riscos de infecções aos seres

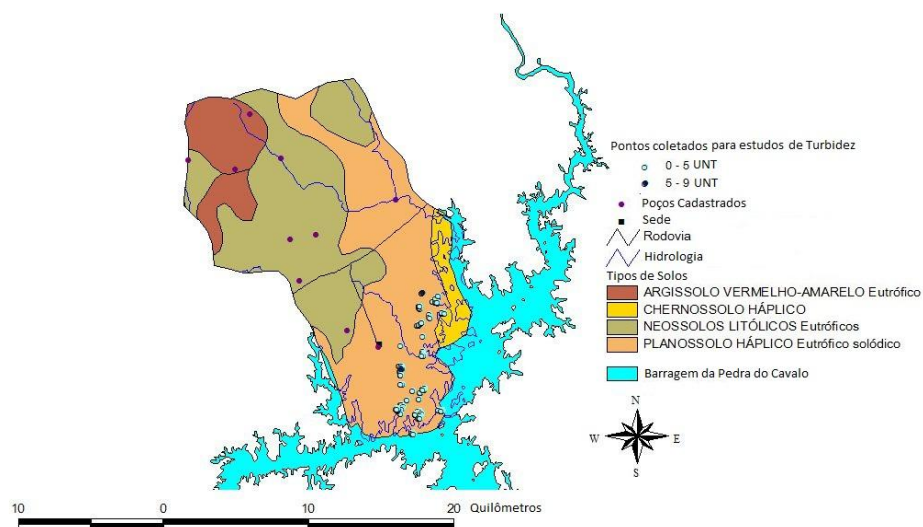
humanos, caso eles não fervessem ou utilizassem de outro sistema de tratamento de água, antes do consumo.

Adicionalmente, em contraste à água proveniente das estações de tratamento, a água de consumo destas fontes alternativas privadas foi sempre parcialmente tratada ou usada sem nenhum tratamento.

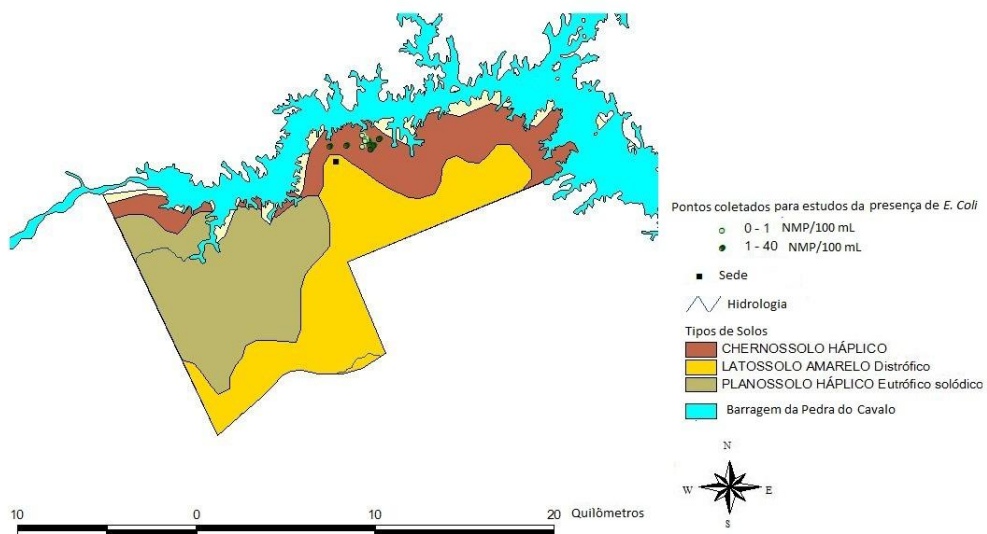
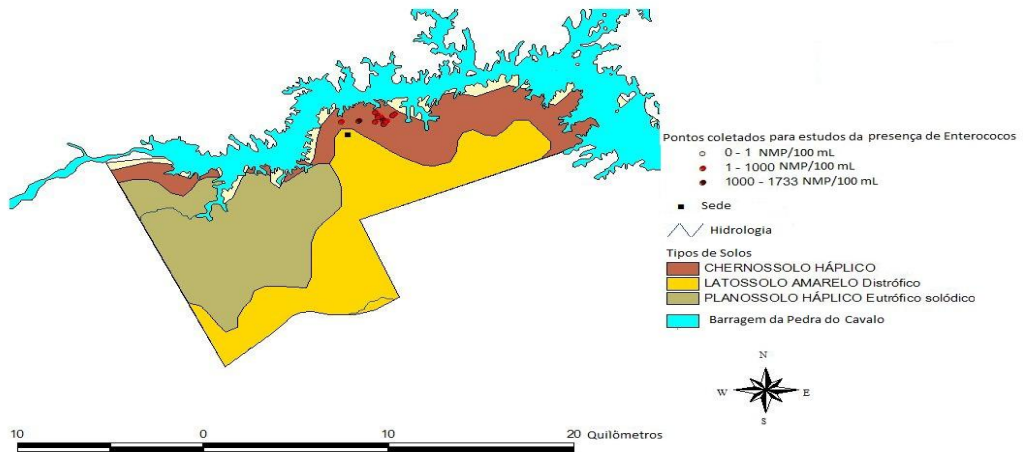
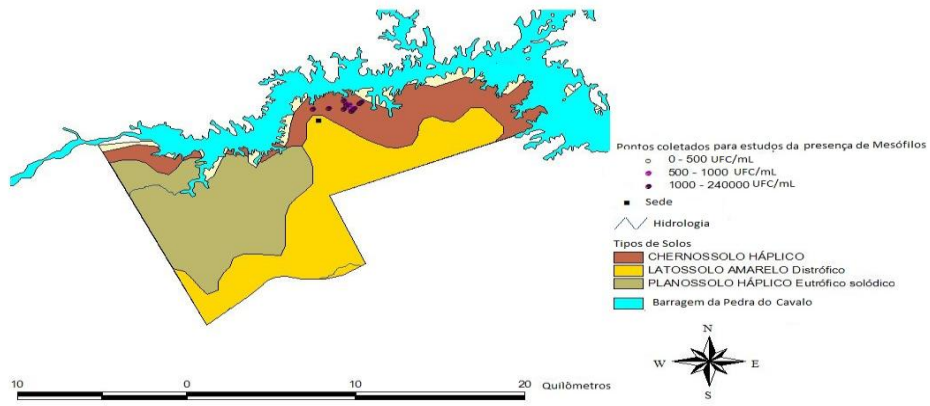
Particularmente em áreas rurais e em períodos com grande intensidade pluviométrica, a proteção insuficiente dos poços desencadeia a contaminação das águas, via águas superficiais contaminadas ou através da lixiviação das fezes animais.

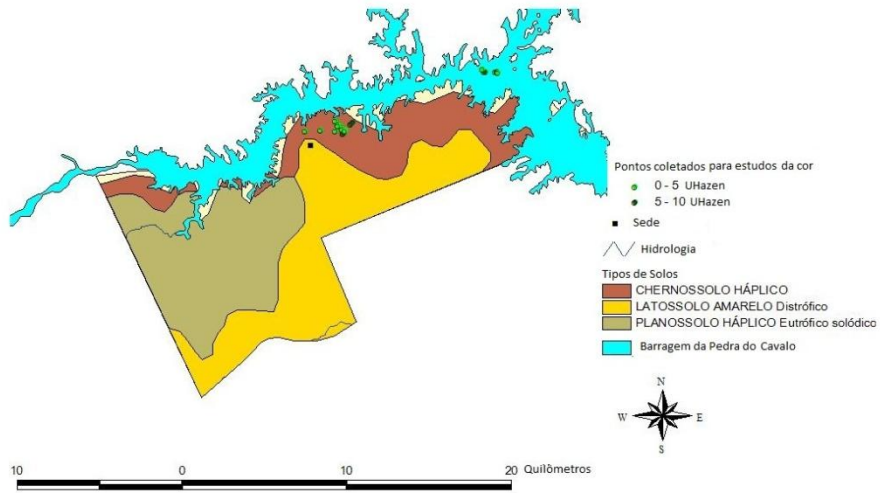
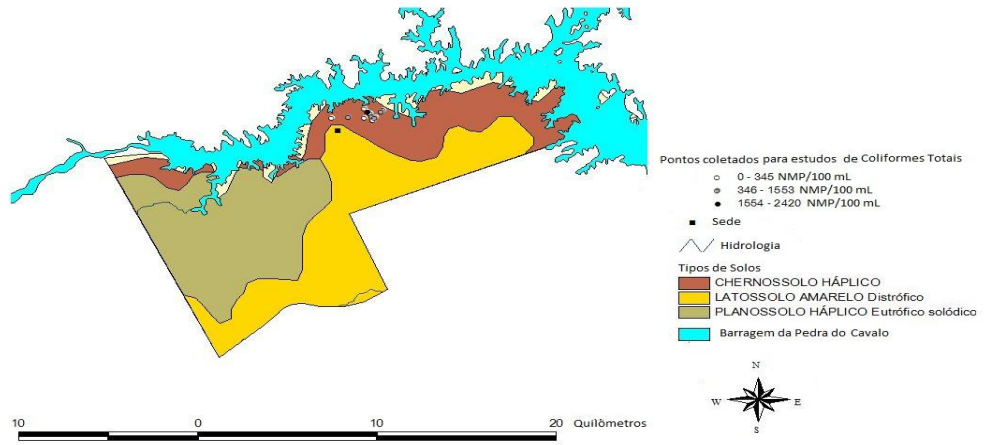




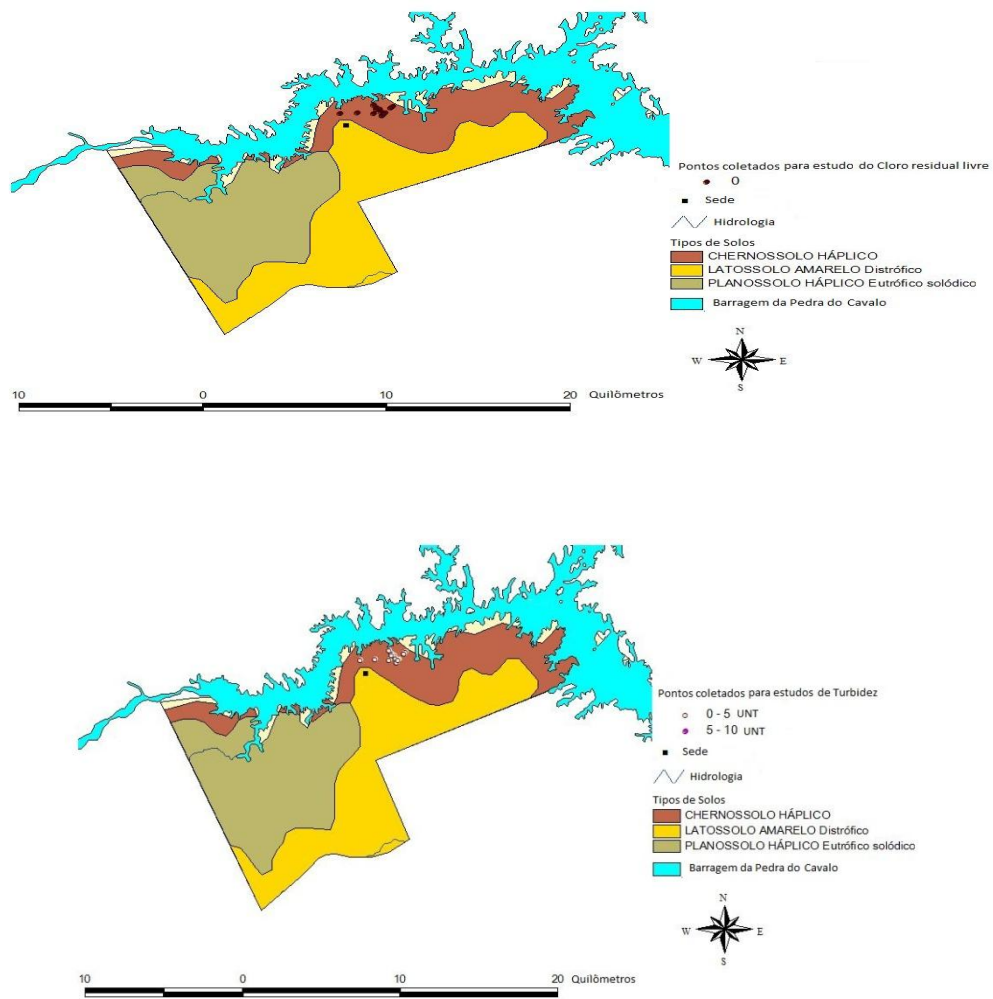


**Figura 1.** Visualização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) em Antônio Cardoso, Bahia, de março de 2010 a agosto de 2013.

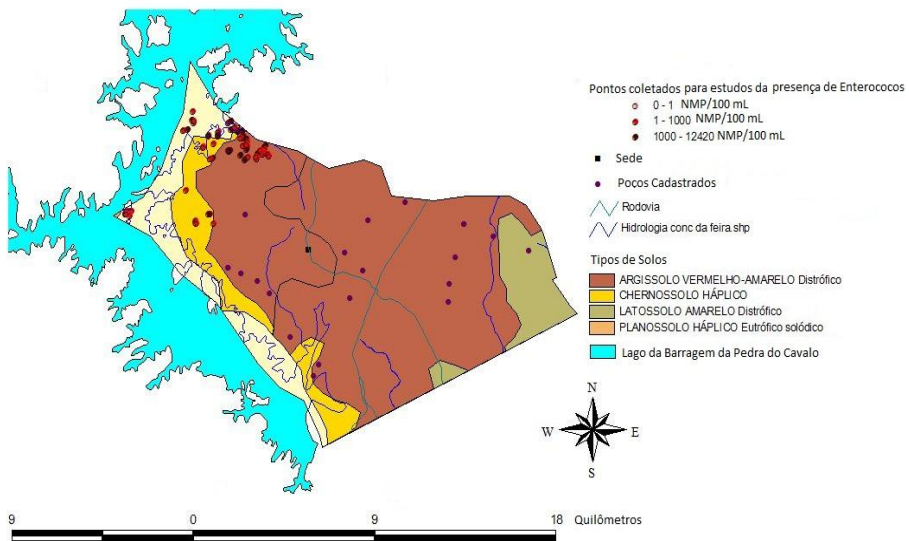
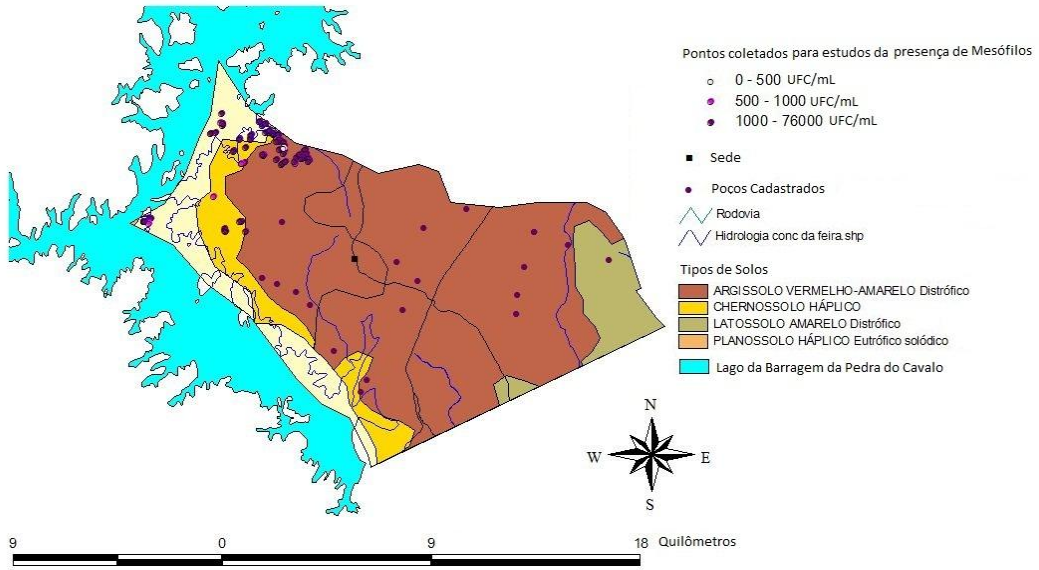


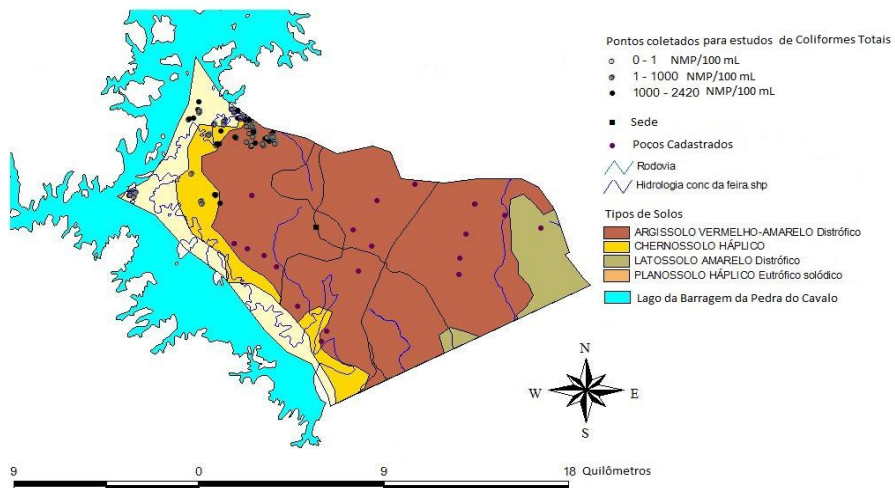
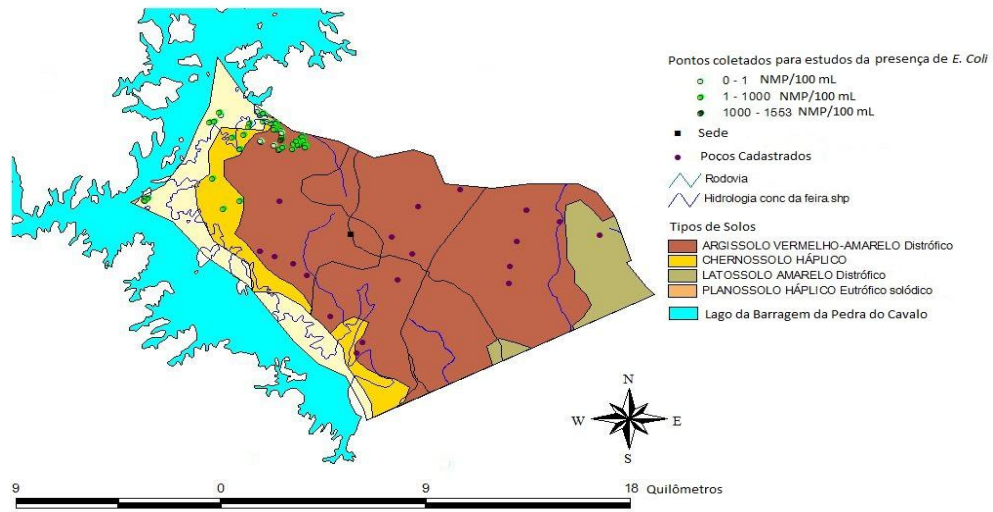


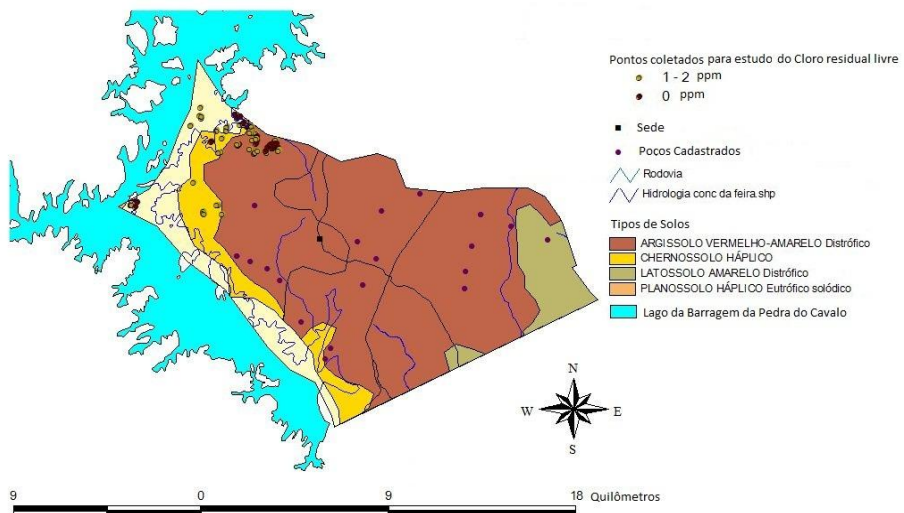
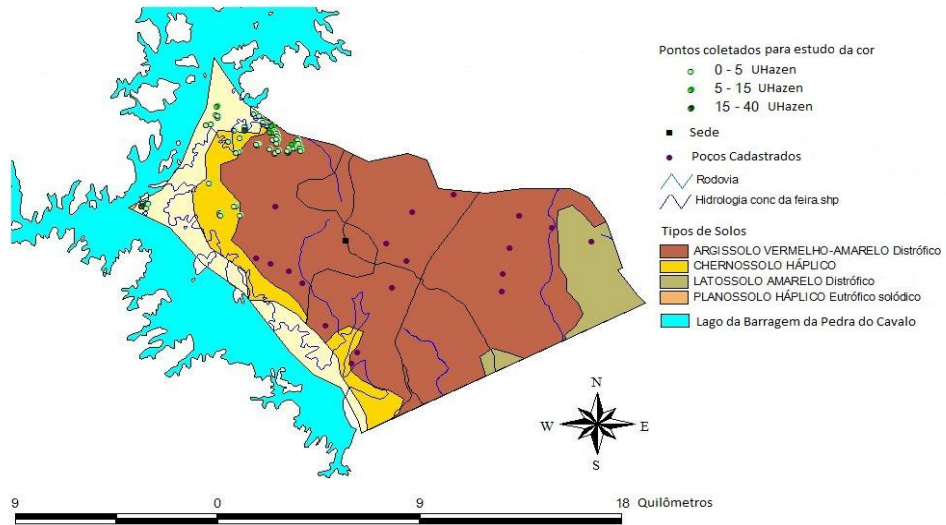


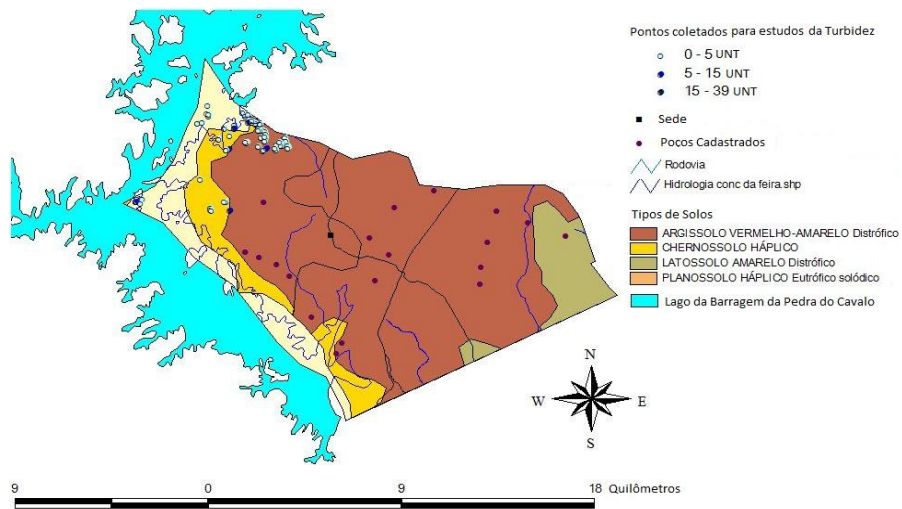


**Figura 2.** Visualização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) em Cabeceiras do Paraguaçu, Bahia, de março de 2010 a agosto de 2013.

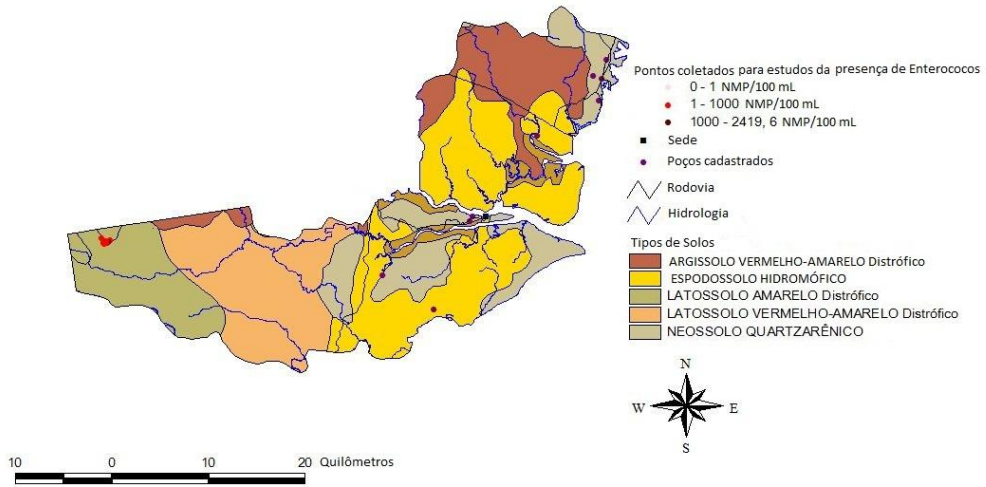
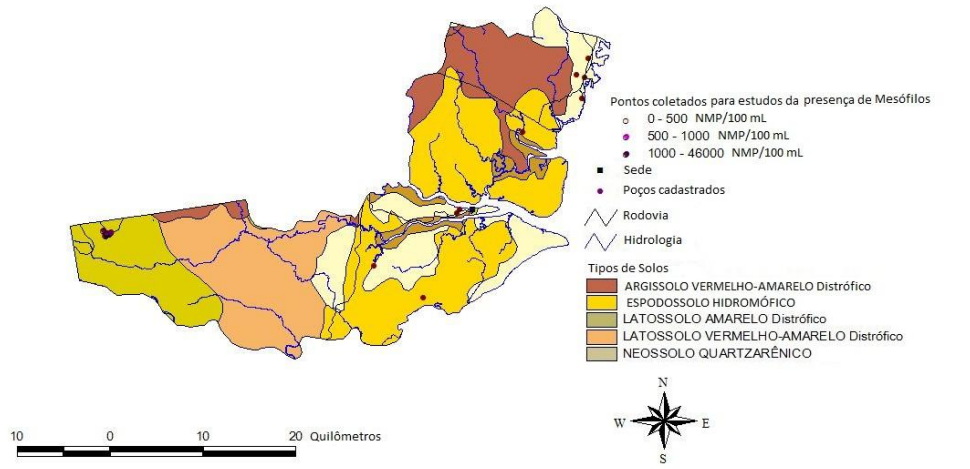




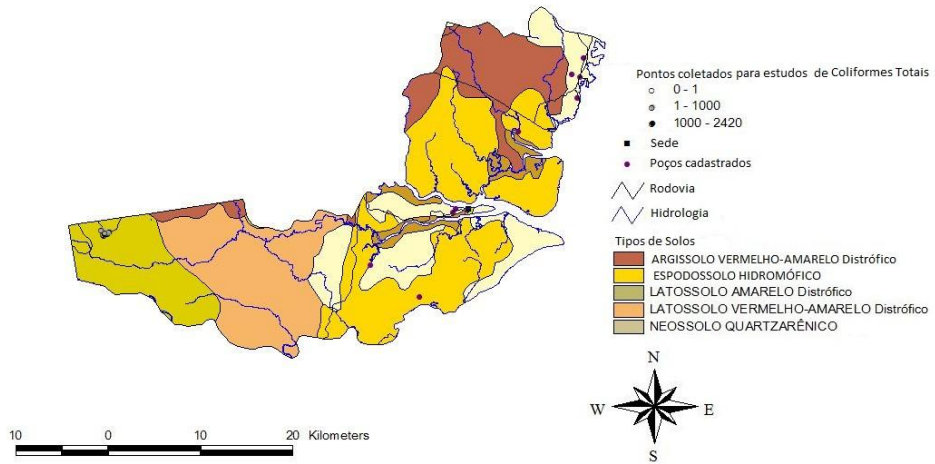
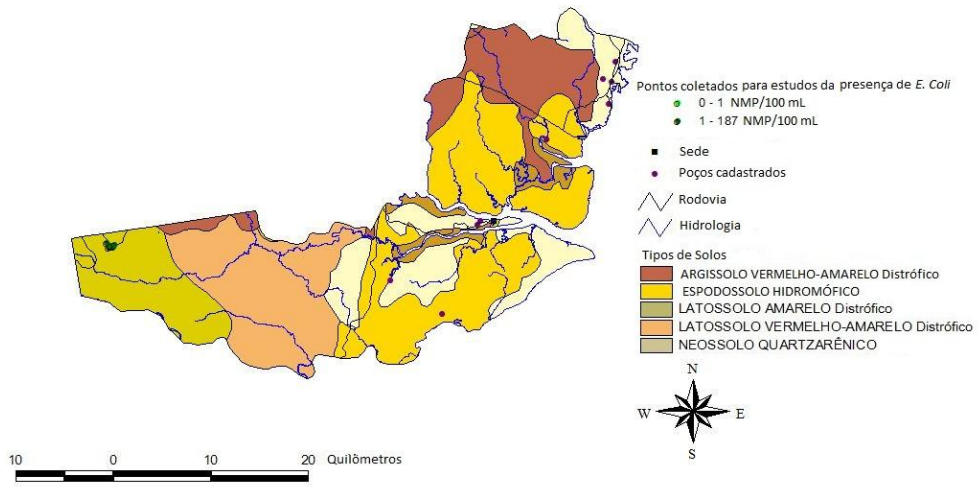


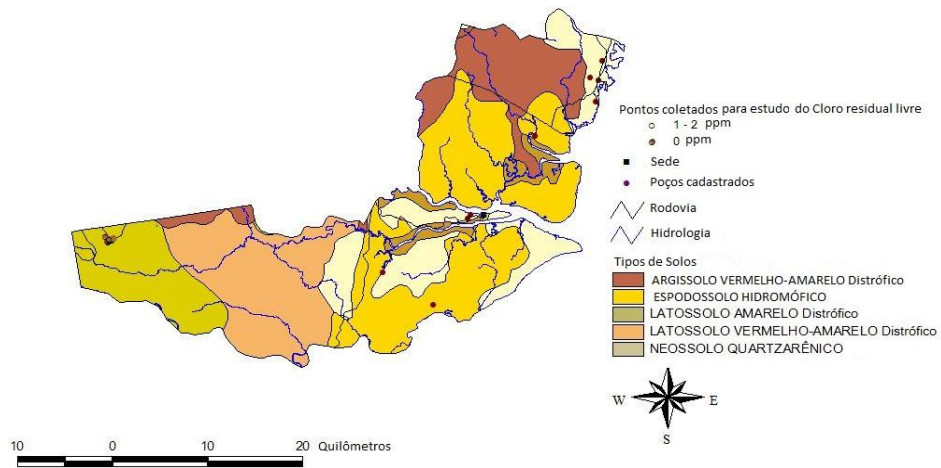
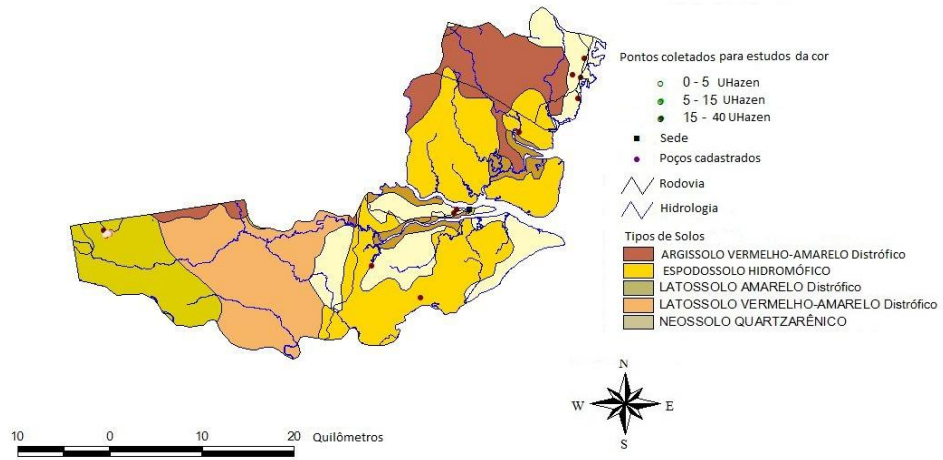


**Figura 3.** Visualização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) em Conceição da Feira, Bahia, de março de 2010 a agosto de 2013.

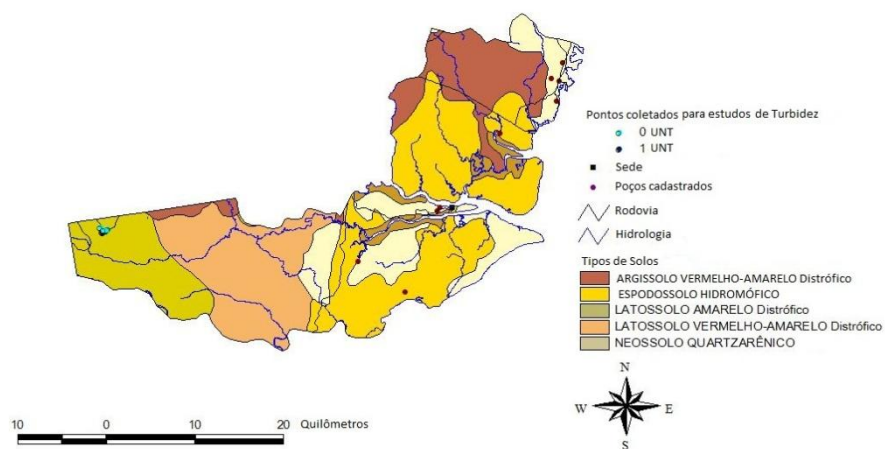




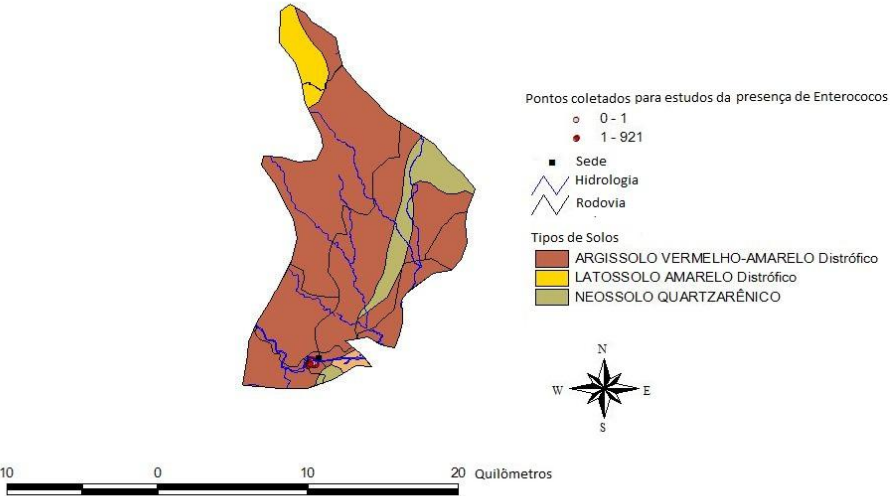
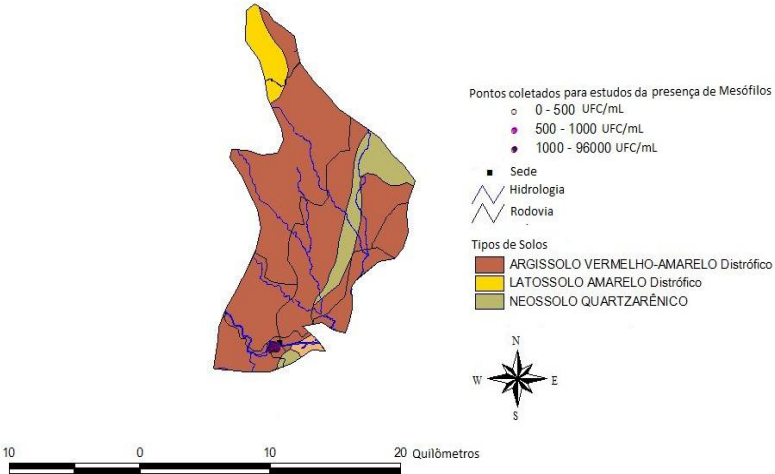


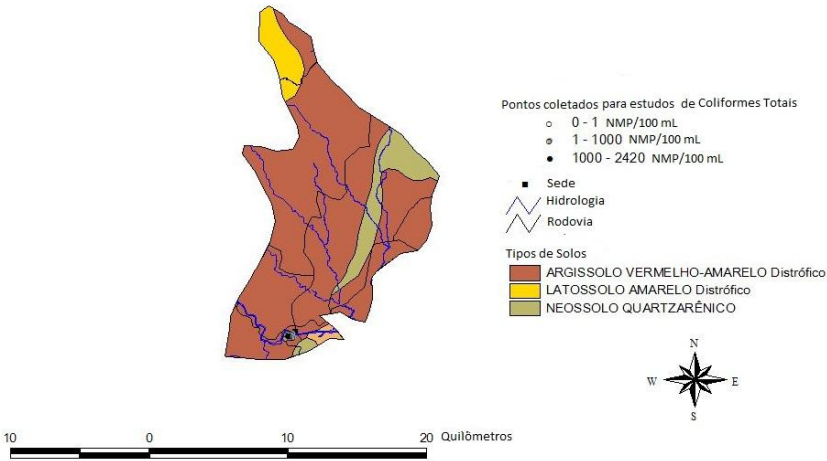
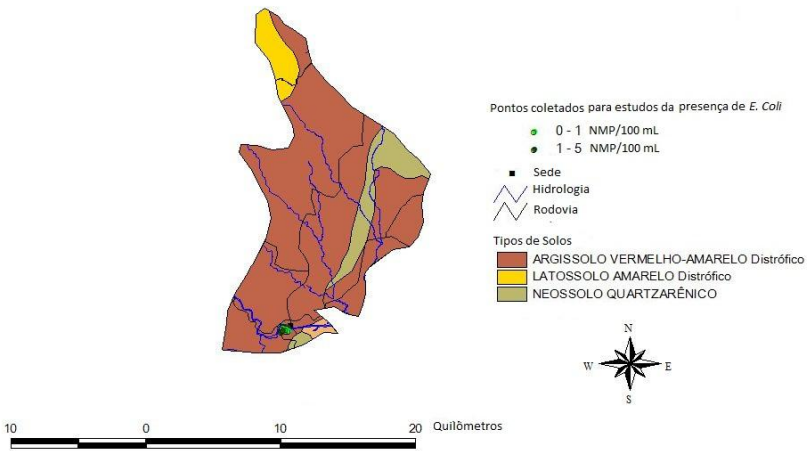


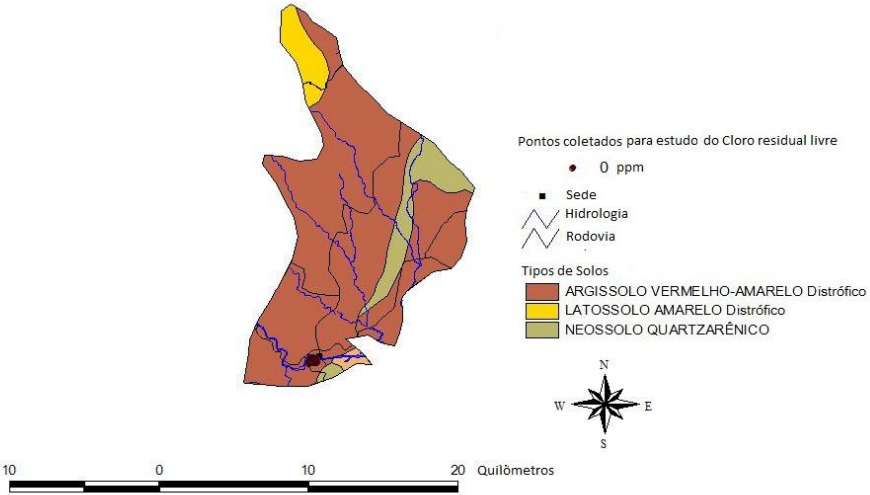
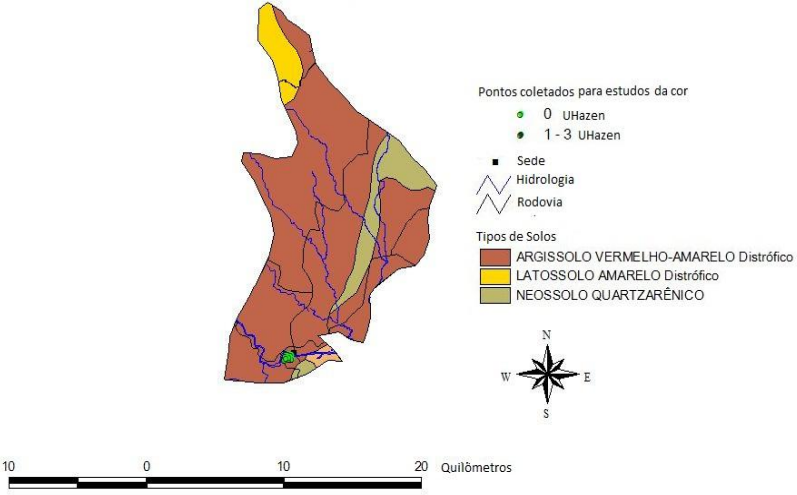


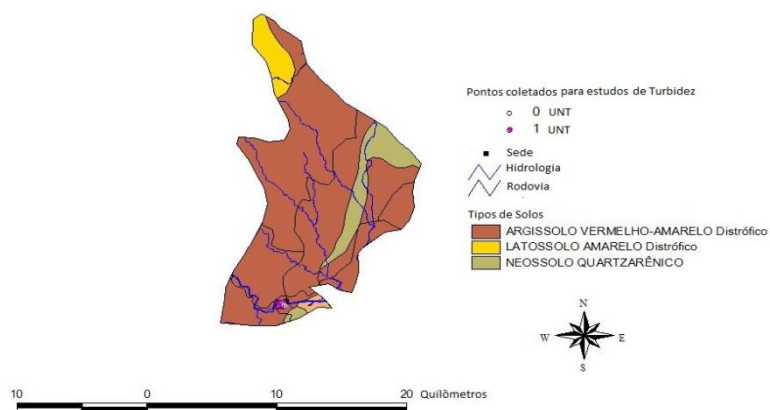


**Figura 4.** Visualização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) em Jaguaripe, Bahia, de março de 2010 a agosto de 2013.

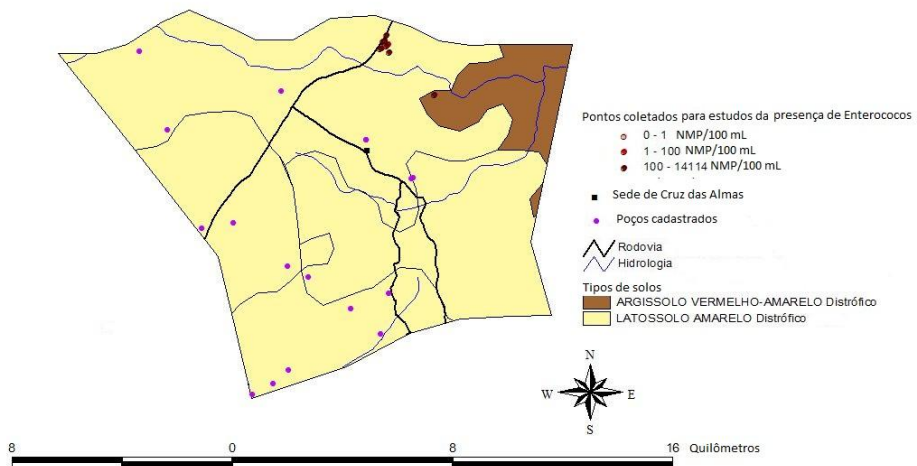
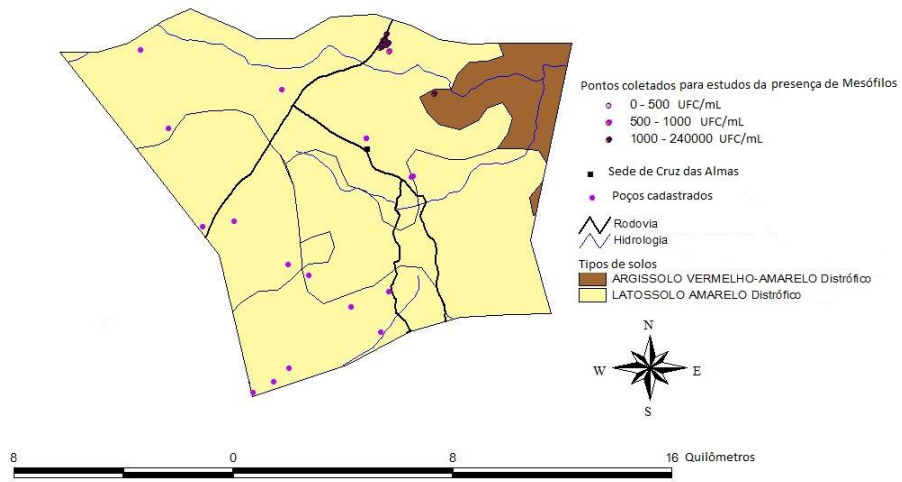


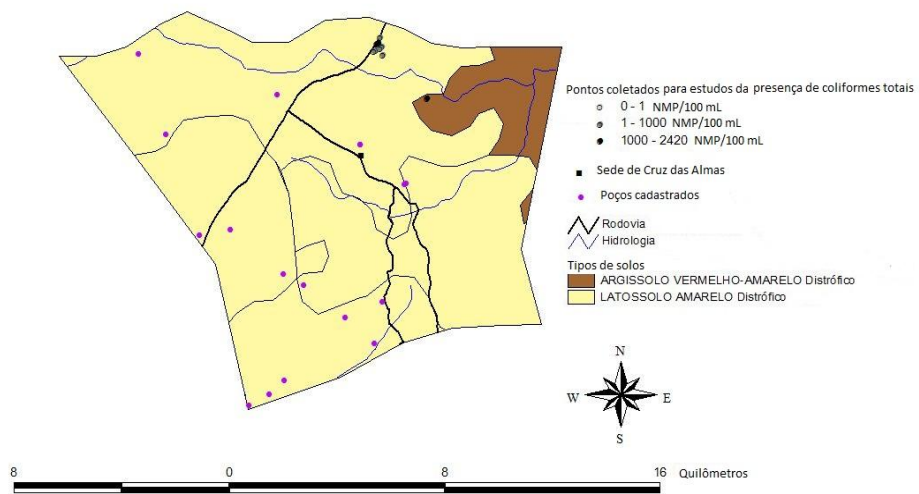
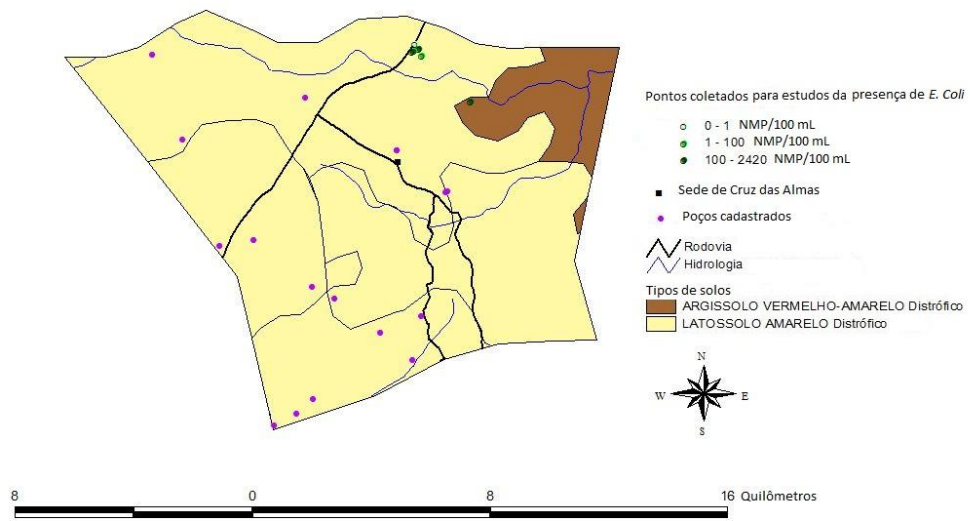


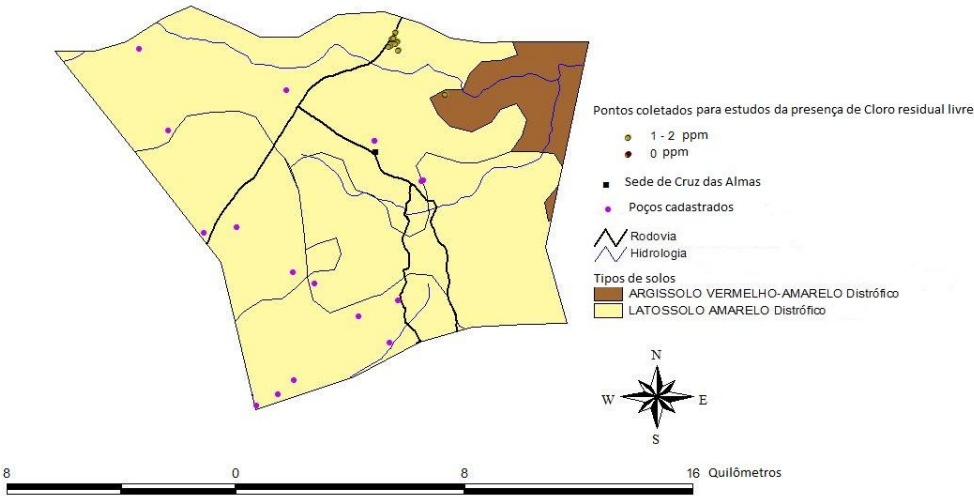
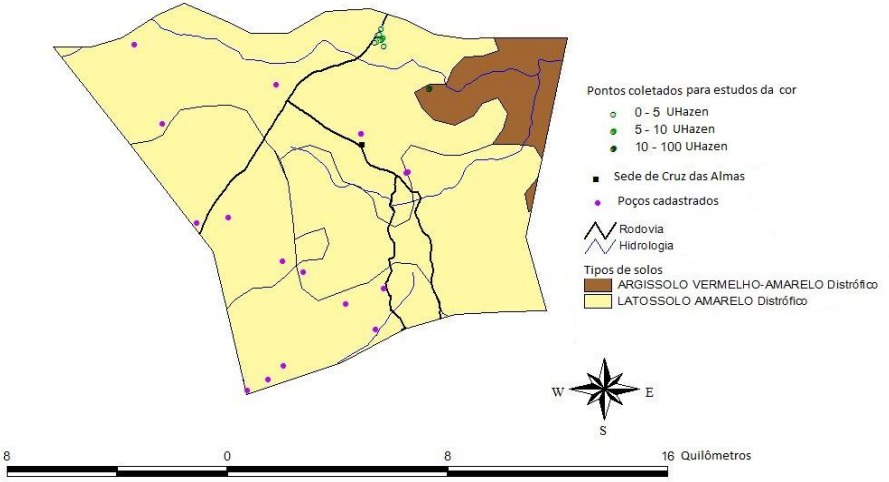




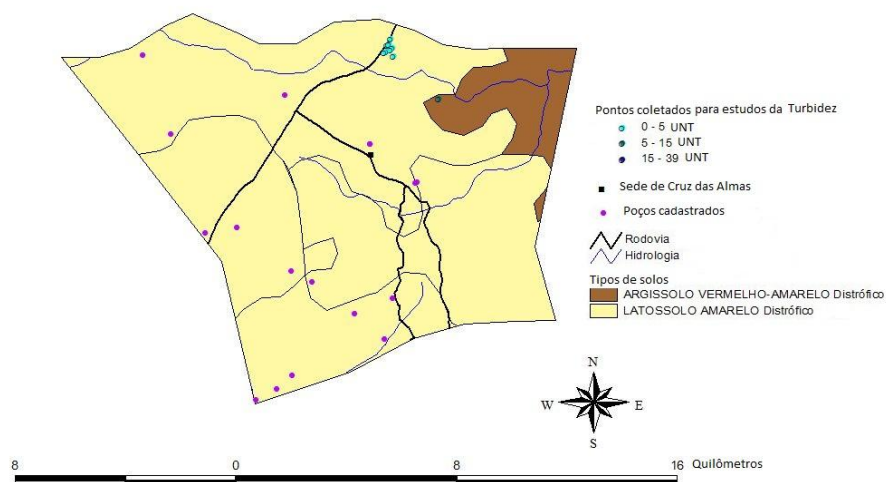
**Figura 5.** Visualização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) em Nazaré das Farinhas, Bahia, de março de 2010 a agosto de 2013.



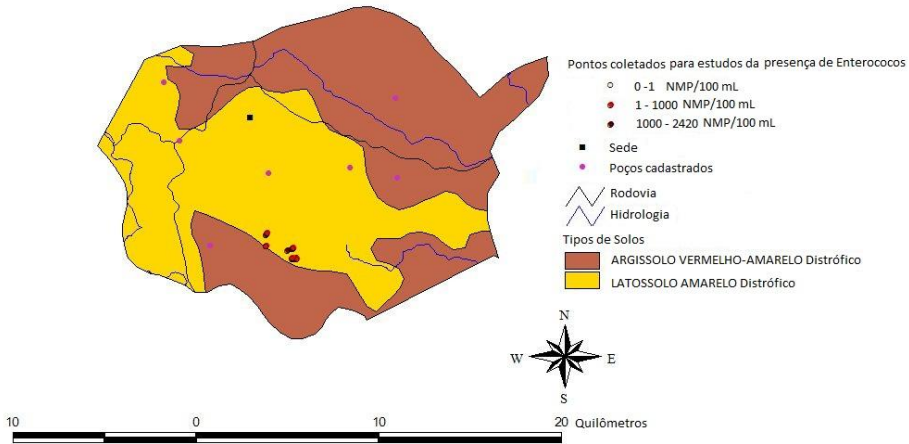
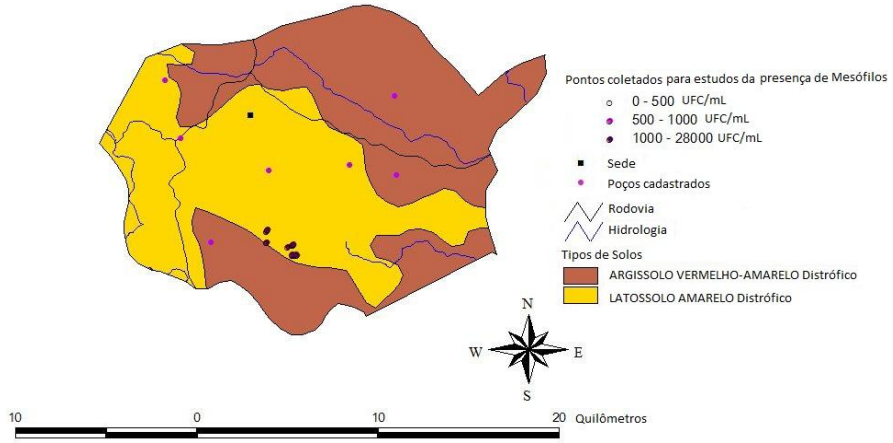


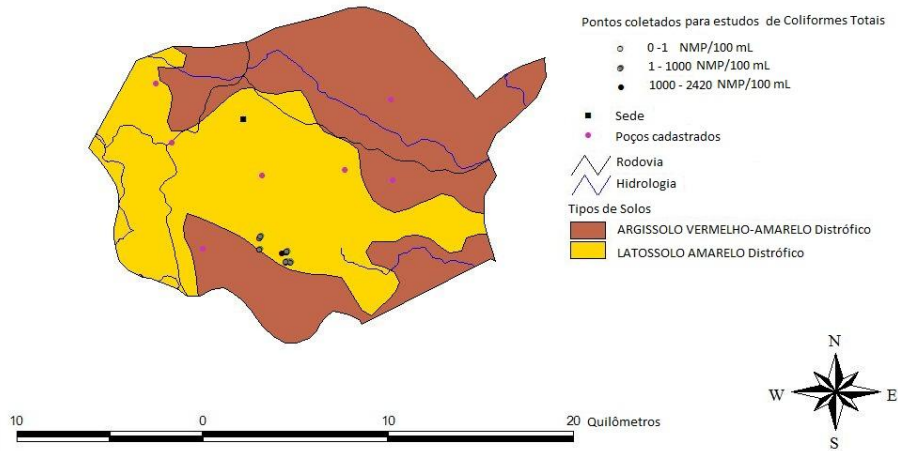
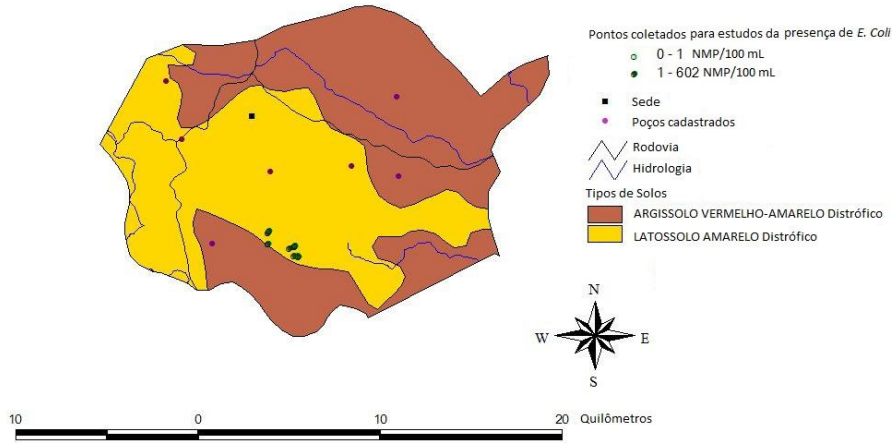


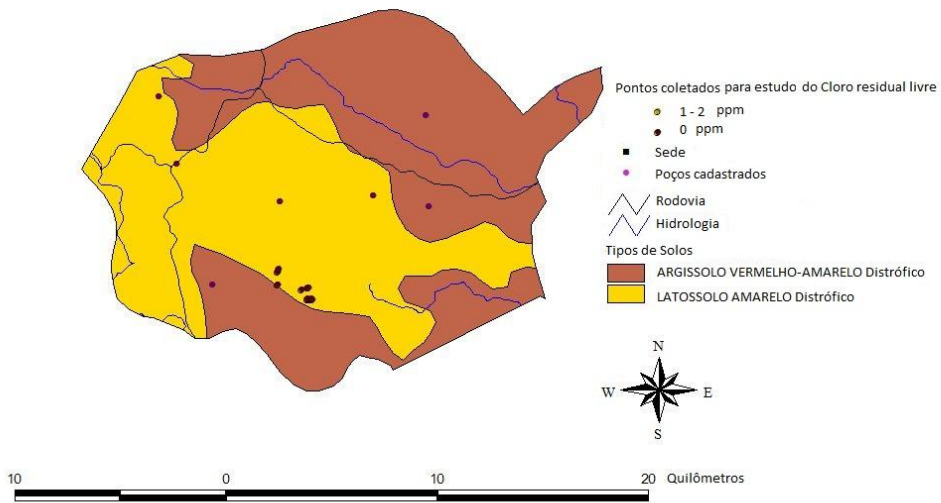
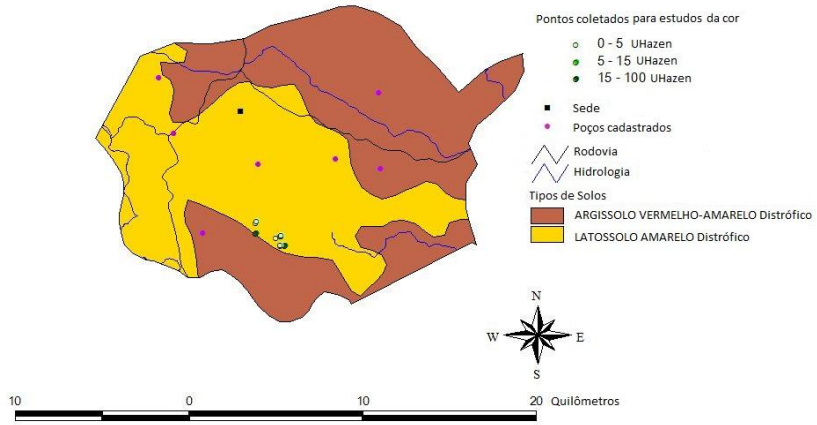


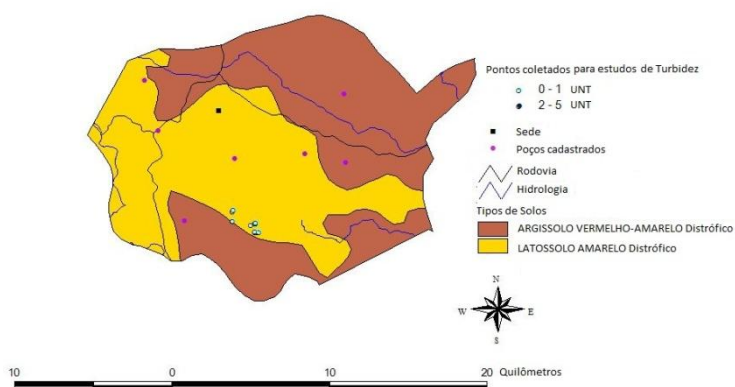


**Figura 6.** Visualização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) em Cruz das Almas, Bahia, de março de 2010 a agosto de 2013.

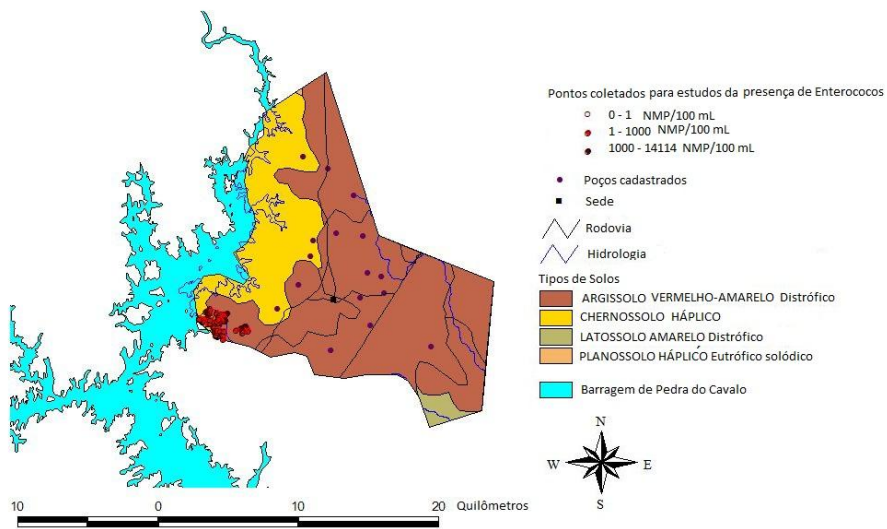
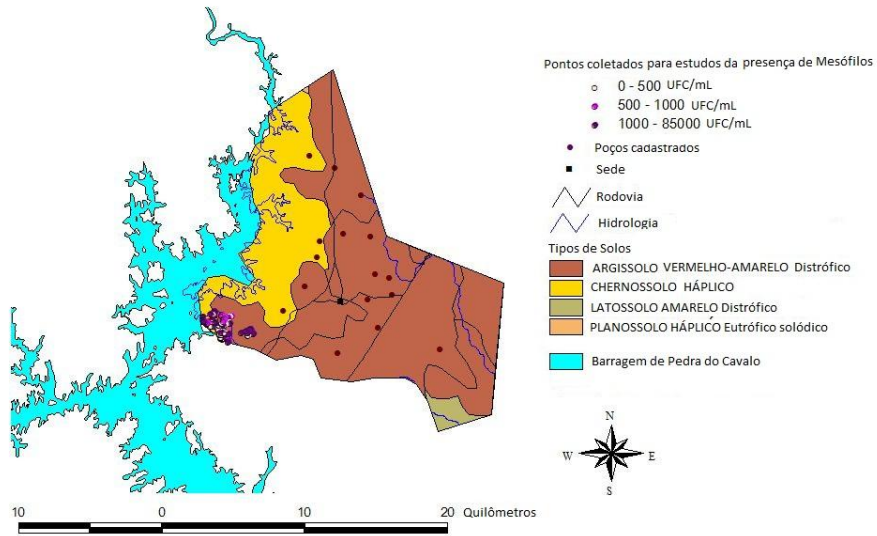


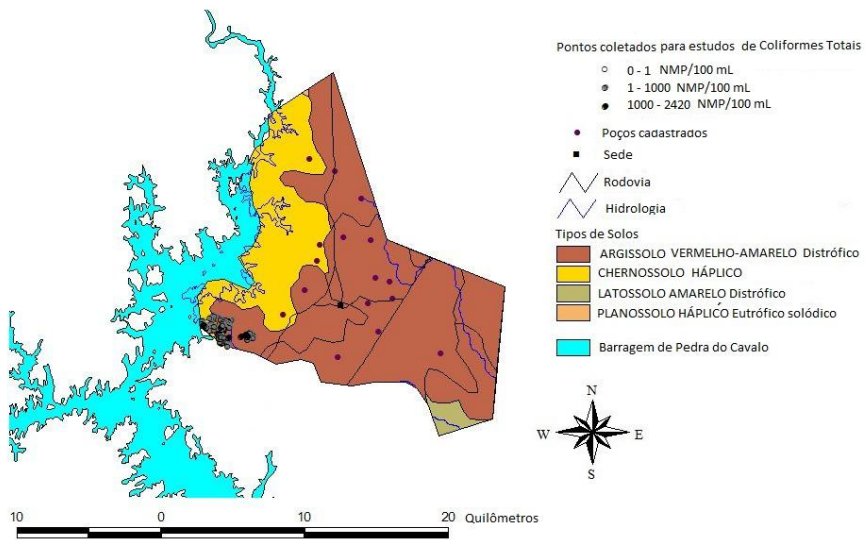
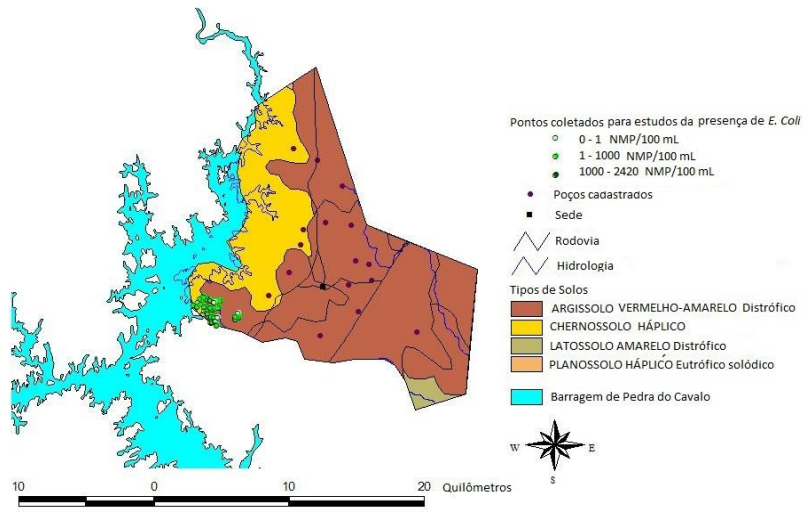


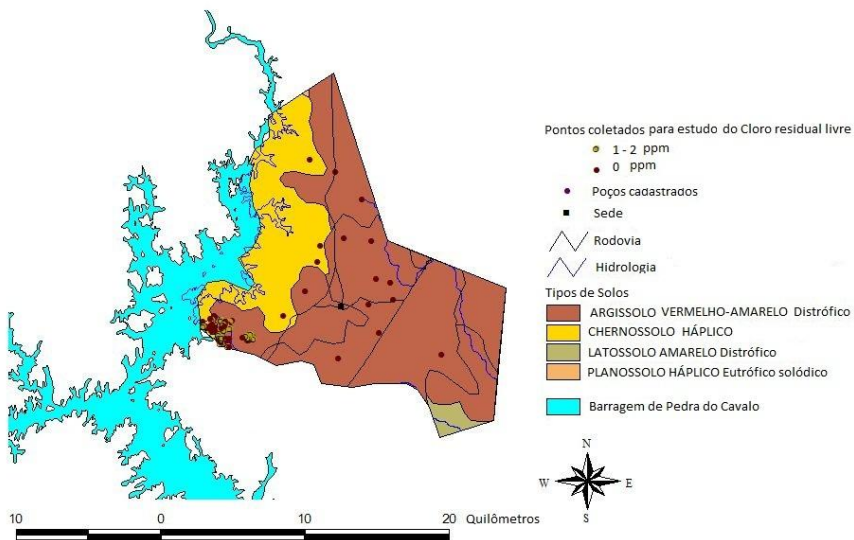
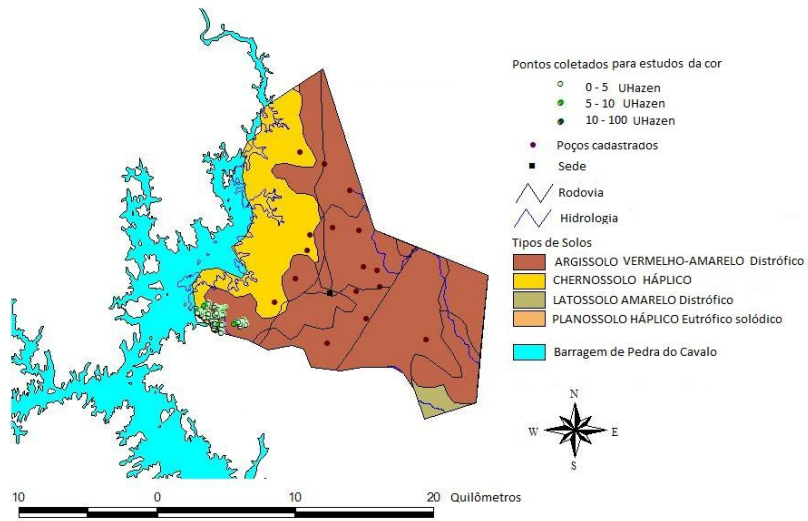




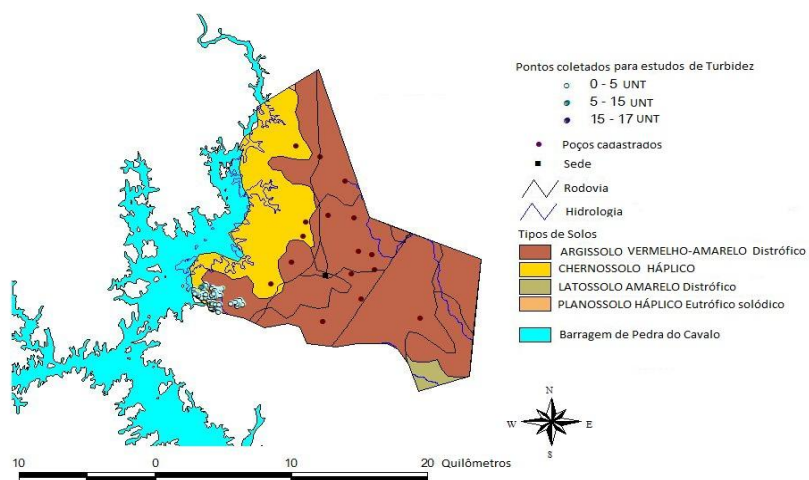
**Figura 7.** Visualização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) em Santo Antônio de Jesus, Bahia, de março de 2010 a agosto de 2013.



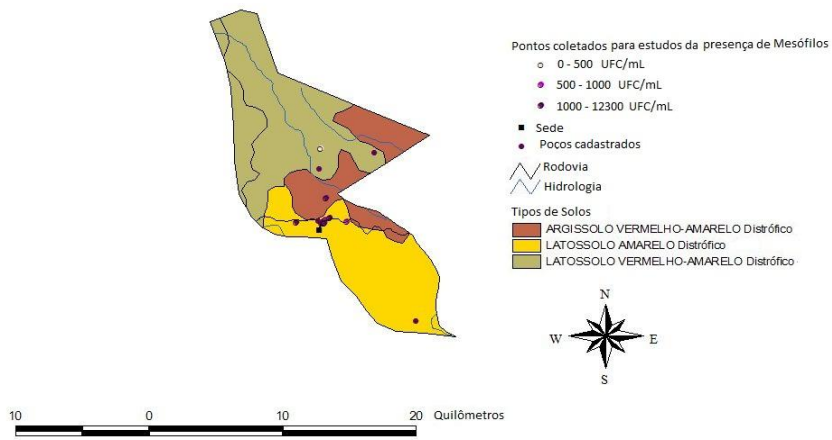
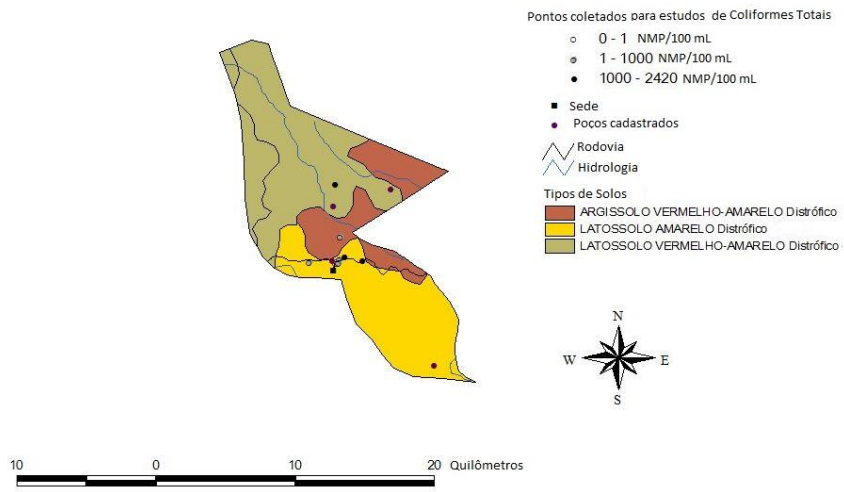


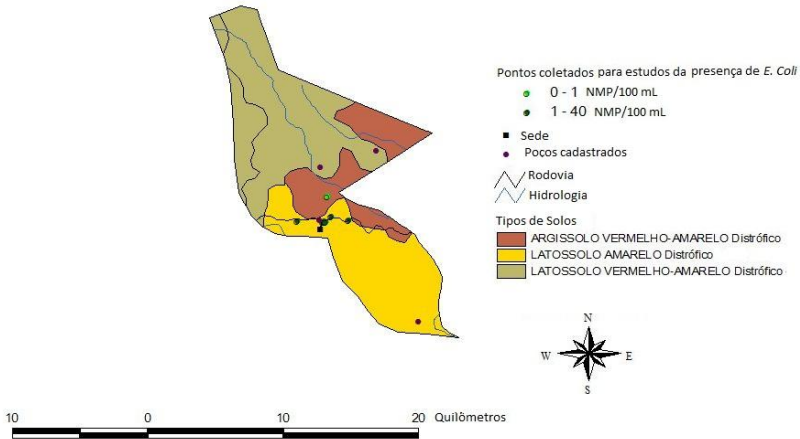
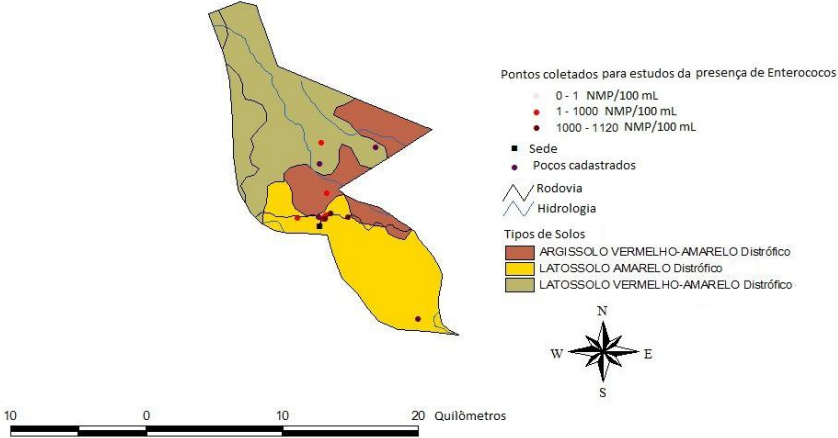


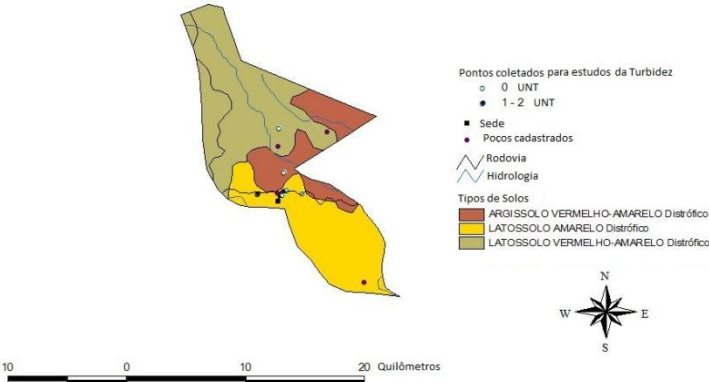
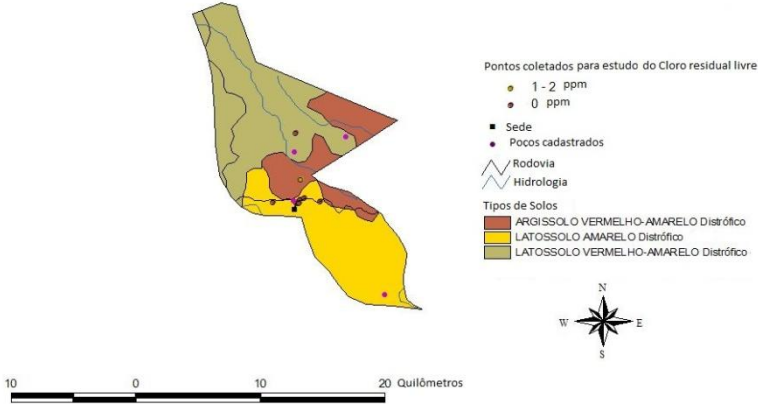


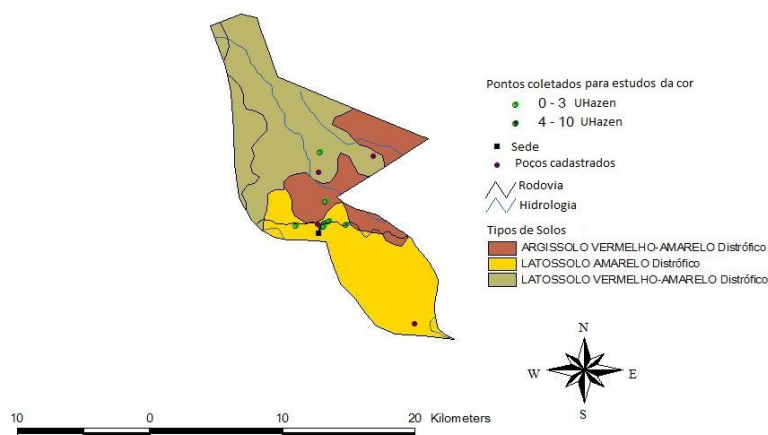


**Figura 8.** Visualização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) em São Gonçalo, Bahia, de março de 2010 a agosto de 2013.









**Figura 9.** Visualização dos Índices de Qualidade da Água (IQA) em Varzedo, Bahia, de março de 2010 a agosto de 2013.

No presente inquérito, foi elevado o percentual de amostras com turbidez acima do estabelecido legalmente (BRASIL, 2011). Segundo outros pesquisadores (Silva & Araújo, 2003; Barros, 2011; Veschi et al., 2010; Rodrigues & Barros, 2012), a turbidez, material em suspensão na água, pode se fixar aos patógenos existentes, protegendo-os e até dificultando a ação do cloro sobre os mesmos. Adicionalmente, há indícios (Silva & Araújo, 2003) que atestam uma relação causal significativa entre índices altos de turbidez e admissão hospitalar por doenças gastrointestinais.

Os resultados físico-químicos (valores de cor, turbidez e cloro residual livre) do presente trabalho (Figuras 1 a 9) corroboram os achados de Pironcheva & Muyima (2004) e de Hunter et al. (2010), que identificaram

valores semelhantes de turbidez nas águas de regiões rurais da África do Sul e de Porto Rico, respectivamente. Assim como na África do Sul, os valores de turbidez e de cor desta perscrutação estavam acima dos valores máximos permitidos (5 UNT e 15 UHazen, respectivamente) pela Portaria 2.914 (Brasil, 2011) e pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2011), configurando uma água imprópria ao consumo.

As elevadas concentrações bacterianas encontradas neste trabalho possuem uma relação direta com os elevados valores de turbidez, cor e cloro residual notificados nesta inquirição, pois, consoante Pironcheva & Muyima (2004), Hunter et al. (2010) e Laroche et al. (2010), os parâmetros físico-químicos, tais como pH, temperatura e turbidez, representam uma maior influência no

crescimento populacional bacteriano. Corroborando tal fato, as constatações de Cabral (2010) notificam que baixas temperaturas, alta umidade do solo, pH do solo alcalino ou neutro e a presença de carbono orgânico contribuem para uma maior sobrevivência das bactérias no solo e, conseqüentemente, nas águas profundas de lençóis freáticos e aquíferos.

Laroche et al. (2010) constatou em suas pesquisas que a turbidez pode ser considerada um indicador de contaminação fecal. Assim como na investigação destes autores, no presente trabalho também foi registrado uma relação diretamente proporcional entre as elevadas concentrações de turbidez e as exacerbadas concentrações de coliformes, *E. coli* e *Enterococcus*.

### **Conclusões**

A despeito dos grandes esforços realizados por programas de desenvolvimento nacional e internacional, como a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Ministério da Saúde, a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) e a Agência Nacional das Águas (ANA), para atingir o acesso ao saneamento e a fontes de águas potáveis, há uma falta de monitoramento apropriado para a qualidade da água, principalmente nas áreas rurais. Práticas de desinfecção da água, como a cloração, ou não existem ou são ineficientes e as estações de tratamento de água, quando existem, não oferecem uma água salutar ao público.

As seguintes recomendações podem ajudar a controlar ou minimizar os problemas provenientes da degradação da qualidade da água no Recôncavo da Bahia:

- Deve haver uma monitoração contínua da qualidade da água em toda a região do Recôncavo, quer seja na área rural ou na área urbana;
- As autoridades sanitárias nacionais, estaduais e municipais devem ser treinadas com técnicas que facilitem a monitoração e a purificação da água destinada ao consumo humano;
- Deve haver uma distância segura o suficiente entre os resíduos e as fontes de abastecimento, a fim de se evitar a contaminação cruzada;
- Há a necessidade da existência e da implementação de leis rígidas em relação ao oferecimento de uma água de abastecimento segura;
- Campanhas de educação sanitárias devem ser desenvolvidas, com o fito

de educar a população sobre a importância do consumo seguro da água;

- A população deve receber instruções sobre a aplicação de medidas de segurança para com as águas estocadas no interior de suas casas e
- Os produtores rurais, independentes de sua categoria econômica, devem ser esclarecidos e treinados a respeito da necessidade e da urgência de se introduzir saneamento em suas propriedades, com a implantação de sistemas de tratamento dos resíduos orgânicos (de origem humana e animal), de sistemas de tratamento da água destinada ao consumo (objetivando extirpar o conceito errado de que água de fonte alternativa é potável) e de métodos seguros de uso de pesticidas e fertilizantes.

## Referências

1. ALOTAIBI, E. L. S. Bacteriological assessment of urban water sources in Khamis Mushait Governorate, southwestern Saudi Arabia.

**International Journal of Health Geographics**, v.8, n.16, 2009. doi:10.1186/1476-072X-8-16.

2. ARTZ, R.R.E.; KILLHAM, K. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in private drinking water wells: influences of protozoan grazing and elevated copper concentrations. **FEMS Microbiology Letters**, v.216, p.117-122, 2002.

3. AZIZULLAH, A.; KHATTAK, M.N.K.; RICHTER, P.; HÄDER, D-P. Water pollution in Pakistan and its impact on public health – A review. **Environment International**, v. 37, p. 479-497, 2001.

4. BARROS, L.S.S. Grau de contaminação das águas de poços de propriedades rurais de Cruz das Almas – BA. **Magistra**, v. 23, n. 4, p. 207-214, 2011.

5. BONTON, A. ROULEAU, A.; BOUCHARD, C.; RODRIGUEZ, M.J. Assessment of groundwater quality and its variations in the capture zone of a pumping well in an agricultural area. **Agricultural Water Management**, v.97, p.824-834, 2010.

6. BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. O Ministério da Saúde aprova normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano. **Diário Oficial**, Brasília, 14 dez. 2011, Seção 1, p.39-46.

7. CABRAL, J.P.S. Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. **International Journal of Environmental Research in Public Health**, v. 7, p. 3657-3703, 2010. doi:10.3390/ijerph7103657.

8. CHRISTENSEN, S.C.B.; NISSEN E.; ARVIN, E.; ALBRECHTSEN, H-J. Influence of *Aeromonas aquaticus* on *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Campylobacter jejuni* and naturally occurring heterotrophic bacteria in drinking water. **Water Research**, v.46, p. 5.279-5.286, 2012.

9. COOLEY, M.; CARYCHAO, D.; CRAWFORD-MIKSZA, L.; JAY, M. T.; MYERS, C.; CHRISTOPHER, R.; CHRISTINE, K.; JEFF, F.; ROBERT, E. M. Incidence and Tracking of *Escherichia coli* O157:H7 in a Major Produce

- Production Region in California. **PLoS ONE**, v.2, n.11, p.e1159, 2007. doi:10.1371/journal.pone.0001159.
10. FAROOQUI, A.; KHAN, A.; KAZMI, S.U. Investigation of a community outbreak of typhoid fever associated with drinking water. **BMC Public Health**, v. 9, p.476-482, 2009.
11. FIGUERAS, M.J.; BORREGO, J.J. New perspectives in monitoring drinking water microbial quality. **International Journal of Environmental Research and Public**, v.7, p.4179-4202, 2010. doi:10.3390/ijerph7124179.
12. HOWARD, G.; PEDLEY, S.; BARRETT, M.; NALUBEGA, M.; JOHAL, K. Risk factors contributing to microbiological contamination of shallow groundwater in Kampala, Uganda. **Water Research**, v.37, p.3421–3429, 2003.
13. HUACHANG, H.; JIANWEN, Q.; YAN, L. Environmental factors influencing the distribution of total and fecal coliform bacteria in six water storage reservoirs in the Pearl River Delta Region, China. **Journal of Environmental Sciences**, v.22, n.5, p.663–668, 2010.
14. HUNTER, P.R.; TORO, G.I.R.; MINNIGH, H. A. Impact on diarrhoeal illness of a community educational intervention to improve drinking water quality in rural communities in Puerto Rico. **BMC Public Health**, v.10, p.219-230, 2010.
15. KUSILUKA, L.J.M.; KARIMURIBO, E.D.; MDEGELA, R.H.; LUOGA, E.J.; MUNISHI, P. K.T.; MLOZI, M.R.S.; KAMBARAGE, D.M. Prevalence and impact of water-borne zoonotic pathogens in water, cattle and humans in selected villages in Dodoma Rural and Bagamoyo districts, Tanzania. **Physics and Chemistry of the Earth**, v.30, p. 818-825, 2005.
16. LAROCHE, E.; PETIT, F.; FOURNIER, M.; PAWLAK, B. Transport of antibiotic-resistant *Escherichia coli* in a public rural karst water supply. **Journal of Hydrology**, v. 392, p.12-21, 2010.
17. MASTERS, N.; WIEGAND, A.; AHMED, W.; KATOULI, M. *Escherichia coli* virulence genes profile of surface waters as an indicator of water quality. **Water Research**, v. 45, p.6321-6333, 2011.
18. NEVONDO, T.S.; CLOETE, T.E. Bacterial and chemical quality of water supply in the Dertig village settlement. **Water AS**, v. 25, n. 2, p. 215-220, 1999.
19. OMS. **Guia para a qualidade da água**. 4. Ed. Organização Mundial da Saúde. Genebra, Suíça. 2011.
20. PIRONCHEVA, Z.M.; MUYIMA, N.Y.O. Microbiological and physico-chemical assessment of the quality of domestic water sources in selected rural communities of the Eastern Cape Province, South Africa. **Water SA**, v.30, n.3, p.333-340, 2004.
21. RODRIGUES, M.J.; BARROS, L.S.S. Análises físico-química e bacteriológicas da água da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas – Bahia. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v.1, n.1, p.31-38, 2012.
22. SALEM, I.B.; OUARDANI, I.; HASSINE, M.; AOUNI, M. Bacteriological and physico-chemical assessment of wastewater in different region of Tunisia: impact on human health. **BMC Research Notes**, v.4, p.144-155, 2011.
23. SAPKOTA, A.R.; CURRIERO, F.C.; GIBSON, K.E.; SCHWAB, K.J. Antibiotic-resistant enterococci and fecal indicators in surface water and groundwater impacted by a concentrated swine feeding operation. **Environmental Health Perspectives**, v.115, n.7, p.1040-1045, 2007.
24. SCHETS, F.M.; DURING, M.; ITALIAANDER, R.; HEIJNEN, L.; RUTJES, S. A.; van der ZWALUW, W.K.; HUSMAN, A.M. R. *Escherichia coli* O 157 in drinking water from private water supplies in the Netherlands. **Water Research**, v.39, p.4485-4493, 2005.



25. SILVA, R.C.A.; ARAÚJO, T.M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v.8, n.4, p.1019-1028, 2003.
26. STRAUSS, B.; KING, W.; LEY, A.; HOEY, J. R. A prospective study of rural drinking water quality and acute gastrointestinal illness. **BMC Public Health**, v.1, n.8, p.1471-2458, 2001.
27. VESCHI, J.L.A.; BARROS, L.S.S.; RAMOS, E.M. Impacto ambiental da pecuária. In: BRITO, L.T.L.; MELO, R.F.; GIONGO, V. **Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 171-187.
28. WHO. **Guidelines for Drinking-Water Quality**. Geneva: World Health Organization; 1997.
29. WHO. **Guidelines for Drinking-Water Quality**. Geneva: World Health Organization; 2004.