



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO E GRADUAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

PRISCILA NAZARÉ DE FREITAS BRITO

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO EM COMUNIDADES
RURAIS DE VÁRZEA DO BAIXO RIO AMAZONAS**

**MACAPÁ-AP
2013**

PRISCILA NAZARÉ DE FREITAS BRITO

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO EM COMUNIDADES
RURAS DE VÁRZEA DO BAIXO RIO AMAZONAS**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso à Universidade Federal do Amapá, como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador: Dr. Alan Cavalcanti da Cunha

**MACAPÁ-AP
2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

Brito, Priscila Nazaré de Freitas.

Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do Baixo Rio Amazonas / Priscila Nazaré de Freitas Brito; orientador Alan Cavalcanti da Cunha. Macapá, 2013.

49p.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Pró-Reitoria de Ensino de Graduação, Curso de Ciências Ambientais.

1. Recursos naturais. 2. Qualidade da água – Baixo Rio Amazonas. 3. Qualidade da água – Riscos sanitários. 4. Água – Uso. 5. Saneamento básico. I. Cunha, Alan Cavalcanti da, orient.. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD. 22.ed. 333.91

PRISCILA NAZARÉ DE FREITAS BRITO

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO EM COMUNIDADES RURAIS DE
VÁRZEA DO BAIXO RIO AMAZONAS**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá,
como requisito para finalização do curso de graduação.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Alan Cavalcanti da Cunha – UNIFAP
Doutor em Engenharia Civil - Hidráulica e Saneamento – USP

Avaliador: Dr. Marcelino Carneiro Guedes – EMBRAPA-AP
Doutor em Recursos Florestais – USP

Avaliadora: Dr. Helenilza Ferreira A. Cunha – UNIFAP
Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental – USP

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me oportunizado a vida, por ter me dado força para enfrentar as dificuldades.

A minha família, em especial a minha mãe Nasaré Martins de Freitas, que me educou e sempre me incentivou.

A Prof.^a Dr.^a Helenilza Cunha, que me concedeu a oportunidade de iniciar a pesquisa como aluna de Iniciação Científica.

Ao Prof. Dr. Alan Cunha, que nunca mediu esforços na orientação do TCC.

A EMBRAPA-AP, na pessoa do Marcelino Guedes, que proporcionou a participação no Projeto FLORESTAM, no qual estava vinculada como estagiária.

A todos os professores do Colegiado de Ciências Ambientais, que incansavelmente lutam para dá o melhor ensino e formar grandes profissionais.

Ao Laboratório de Química e Saneamento Ambiental do curso de Ciências Ambientais, por ter disponibilizado os reagentes para que essa pesquisa pudesse ser realizada.

Aos colegas da turma 2009, em especial as minhas amigas de curso, Débora Isacksson, Benilda Rêgo e Keila Santos, sempre juntas, compartilhando conhecimentos e experiências.

Enfim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta pesquisa.

*“A água de boa qualidade é como a saúde
ou a liberdade: só tem valor quando acaba”.*

Guimarães rosa

RESUMO

A Amazônia detém a maior bacia hidrográfica do mundo, configurando-se em expressiva reserva de água doce. Mas essa abundância contrasta significativamente com os indicadores de saneamento das populações que ocupam as várzeas. A qualidade da água de abastecimento nestes ambientes é um dos problemas mais graves de infraestrutura sanitária e saúde das populações ribeirinhas. Um contraste ainda maior é o escasso número de estudos relacionados ao tema nestes ambientes. O objetivo desta investigação foi avaliar parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água no Baixo Rio Amazonas. A metodologia consistiu na avaliação das condições hidrossanitárias, além do atendimento aos padrões legais aceitos para potabilidade de água para consumo humano, com base na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece a potabilidade para o abastecimento público. Para tanto, monitoramento e análises mensais da qualidade da água foram realizadas em doze residências de três comunidades rurais distintas. Os parâmetros físico-químicos monitorados foram comparados com os previstos na legislação, como turbidez, cor, pH, nitrato, amônia, ferro e alumínio, complementados pelos microbiológicos coliformes totais e *Escherichia coli*, levou-se em consideração a sazonalidade. Os resultados indicaram que a turbidez está acima do valor máximo permitido, a cor apresentou concentrações elevadas nas três comunidades estudadas, enquanto que o pH ficou abaixo do limite permitido, classificando a água como levemente ácida. As concentrações de nitrato e amônia estavam em conformidade com a legislação. Já os teores de ferro e alumínio foram muito elevados, e significativamente acima dos padrões permitidos. Coliformes totais e *E.coli* foram registrados em todas as comunidades estudadas. Em comparação ao que estabelece a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, a água de consumo humano deve apresentar ausência total de *E.coli*, e este o principal indicador sanitário. Confirmou-se a hipótese de histórica situação hidrossanitária local em que a água consumida nos domicílios apresentou elevado risco de contaminação físico-química e microbiológica, mesmo quando este disponível com tecnologias apropriadas de tratamento, como no caso da Ilha das Cinzas, onde foram registradas concentrações intoleráveis de coliformes totais e *E.coli*.

Palavras-chave: população ribeirinha, saneamento, Florestam.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Abastecimento de água por domicílio	19
Tabela 2 - Esgotamento sanitário nos domicílios	22
Tabela 3 - Resultados de Coliformes Totais - Maracá	40
Tabela 4 - Resultados de Coliformes Totais - Mazagão Velho	40
Tabela 5 - Resultados de Coliformes Totais - Ilha das Cinzas	41
Tabela 6 - Resultados de <i>E.coli</i> - Maracá	42
Tabela 7 - Resultados de <i>E.coli</i> - Mazagão Velho	42
Tabela 8 - Resultados de <i>E.coli</i> - Ilha das Cinzas	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Abastecimento de água nos domicílios no Brasil	19
Figura 2 - Formas de captação da água em região rural	20
Figura 3 - Esgotamento sanitário no Brasil	22

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Doenças relacionadas com a água	21
Quadro 2 - Padrão microbiológico da água para consumo humano	26
Quadro 3 - Local dos pontos de amostragem	28
Quadro 4 - Parâmetros físico-químicos	31

LISTA DE MAPA

Mapa 1 – Localização da área de estudo	27
--	----

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Amostra coletada	30
Fotografia 2 - Substrato diluído	30
Fotografia 3 - Amostra selada	30
Fotografia 4 - Estufa com as amostras	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Turbidez (uT) – Maracá	32
Gráfico 2 - Turbidez (uT) – Mazagão Velho	32
Gráfico 3 - Turbidez (uT) – Ilha das Cinzas	32
Gráfico 4 - Cor Aparente – Maracá	33
Gráfico 5 - Cor Aparente – Mazagão Velho	33
Gráfico 6 - Cor Aparente – Ilha das Cinzas	34
Gráfico 7 - pH – Maracá	35
Gráfico 8 - pH – Mazagão Velho	35
Gráfico 9 - pH – Ilha das Cinzas	35
Gráfico 10 - Amônia – Maracá	36
Gráfico 11- Amônia – Mazagão Velho	36
Gráfico 12 - Amônia – Ilha das Cinzas	36
Gráfico 13 - Nitrato – Maracá	37
Gráfico 14 - Nitrato – Mazagão Velho	37
Gráfico 15 - Nitrato – Ilha das Cinzas	37
Gráfico 16 - Alumínio – Maracá	38
Gráfico 17 - Alumínio – Mazagão Velho	38
Gráfico 18 - Alumínio – Ilha das Cinzas	38
Gráfico 19 - Ferro – Maracá	39
Gráfico 20 - Ferro – Mazagão Velho	39
Gráfico 21 - Ferro – Ilha das Cinzas	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 SANEAMENTO RURAL EM VÁRZEA	16
2.2 ÁGUA DE ABASTECIMENTO	19
2.2.1 Fontes e usos	20
2.2.2 Doenças de veiculação hídrica	21
2.3 ESGOTO SANITÁRIO	22
2.4 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	23
2.4.1 Físico-químicos	24
2.4.2 Microbiológicos	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

As águas apresentam importância sanitária e econômica. Do ponto de vista sanitário, o abastecimento de água visa controlar e prevenir doenças, implantar hábitos higiênicos na população, facilitar a limpeza pública e propiciar conforto e bem estar. Do ponto de vista econômico, aumentar a vida média pela diminuição da mortalidade, aumentar a vida produtiva do indivíduo (tempo perdido com doenças), no uso comercial, na agricultura e entre outros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1981).

Normalmente, as populações que residem na área rural não são contempladas com serviços de saneamento, e sofrem constantemente diante das condições precárias de abastecimento de água, esgotamento sanitário e disposição de resíduos sólidos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1981; FUNASA, 2006).

De acordo com os dados da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2013), ainda existe cerca de 1,1 bilhões de pessoas sem acesso a água potável e 2,4 bilhões de pessoas sem acesso a serviços de saneamento básico.

A Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, é responsável pela implementação das ações de saneamento em áreas rurais de todos os municípios brasileiros, inclusive no atendimento às populações remanescentes de quilombos, assentamentos rurais e populações ribeirinhas (FUNASA, 2013).

Segundo Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil cerca de 29,9 milhões de pessoas residem em localidades rurais, em aproximadamente 8,1 milhões de domicílios (IBGE, 2010).

Os serviços de saneamento prestados para as populações apresentam elevado déficit de cobertura. Conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD, 2009), apenas 32,8% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna. O restante da população (67,2%) capta água de chafarizes e poços protegidos ou não, diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas geralmente insalubres.

Isso pode contribuir direta e indiretamente para o surgimento de doenças de veiculação hídrica, parasitoses intestinais e diarreias. As ações de saneamento em áreas rurais visam reverter este quadro, promovendo também a inclusão social dos grupos sociais minoritários, mediante a implantação integrada de políticas públicas (FUNASA, 2013).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada em 2008 pelo IBGE revelou que a região amazônica brasileira permanece apresentando o maior déficit nacional em termos de

abastecimento de água. A pesquisa revela que 54,7% dos domicílios amazônicos não têm acesso à rede geral e que apenas 10,5% dos municípios da região possuem formas alternativas de abastecimento.

A justificativa da presente pesquisa é mostrar que as condições sanitárias da população rural do Baixo Estuário Amazônico é precária. Além disso, as populações desconhecem algumas das implicações destas condições em suas vidas. Consequentemente são ambientalmente vulneráveis e alheios aos riscos de saúde pública sobre os quais estão submetidos (FUNASA, 2006).

Tal situação tem sido uma mostra da violação dos direitos mais básicos da população. Negar este fato é negar-lhe o direito de exercer a sua cidadania, é colocar-lhe às margens da sociedade. A condição de saneamento em áreas rurais, apesar de ser básica e prioritária como as urbanas, têm sido negligenciadas, talvez como um dos pré-requisitos mais difíceis de superar para efetivar o real desenvolvimento sustentável das populações em geral nas várzeas amazônicas.

Este estudo teve como objetivo quantificar parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento nas três comunidades rurais de várzeas do Baixo Rio Amazonas, considerando não só a qualidade geral da água de abastecimento das comunidades, e avaliar as condições hidrossanitárias das residências e os seus ambientes coletivos.

Portanto, a problemática da pesquisa é voltada para a necessidade de diagnosticar as condições hidrossanitárias dessas comunidades rurais, especialmente em relação à qualidade físico-química e microbiológica da água de abastecimento em comunidades ribeirinhas, para justificar a urgência de uma intervenção para reverter esse quadro.

A hipótese principal da pesquisa é que, mesmo quando as condições hidrossanitárias são adequadas, do ponto de vista tanto infraestrutural quanto econômico, não há diferenças significativas na média dos valores de concentrações de parâmetros da qualidade da água quando se comparam as três distintas comunidades simultaneamente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SANEAMENTO RURAL EM VÁRZEA

A Amazônia apresenta dois principais tipos de ecossistemas: várzeas, que constituem somente 5% da bacia amazônica, e terra firme, que constitui a maior parte da bacia (MEGGERS, 1977; MORÁN, 1990 apud FRAXE, 2007).

As várzeas são áreas inundáveis situadas às margens de rios de águas brancas ou barrentas, formando um mosaico de ambientes fundamentais para a diversidade de uso que os ribeirinhos fazem dos recursos, em função da alta produtividade de peixes e fertilidade do solo (RIBEIRO; FABRÉ, 2003 apud FRAXE, 2007).

A várzea é o ambiente mais rico da bacia em termos de produtividade biológica, biodiversidade e recursos naturais. Ao contrário da floresta de terra firme, a várzea é um ambiente onde há possibilidade de conciliar uma ocupação relativamente intensiva com a conservação dos ecossistemas e biodiversidade (FISCHER, 1997 apud FRAXE, 2007).

De acordo com Azevedo (2006) as populações amazônicas que habitam as várzeas:

Invariavelmente, fixam-se às margens dos cursos de águas. Na várzea, a vida se move com ciclo das águas, que sobem e descem, inundam e secam, abundam e escasseiam, chegando a ter variações entre os picos de cheia e seca superiores a dez metros. Na vazante dos rios, muitos mananciais superficiais secam completamente ou ficam com pouca lâmina de água, inviabilizando sua utilização, seja pela insuficiência, e/ou por condições impróprias para consumo humano.

Considera-se comunidade rural a população que apresente características diferentes da urbana, instalada fora dos limites urbanos nos municípios (FUNASA, 2011).

Moura (2007) descreve as localidades de várzea como:

Moradias que são construídas de frente para o rio, acompanhando o seu curso, por isso, os moradores são também identificados como *população ribeirinha*. Cada domicílio tem um “*porto*” localizado no rio em frente à moradia, que serve de apoio à sua pequena embarcação, que auxilia no embarque e desembarque das pessoas. Esse porto é também o ponto de apoio para as atividades de lavagem de roupa e banho nas crianças. Em sua grande maioria, as localidades não têm sistema de abastecimento de água com tratamento e distribuição domiciliar, nem sistema de saneamento básico [...].

Muito embora a Amazônia possua a maior bacia hidrográfica do mundo e uma expressiva reserva de água subterrânea, grande parte da população ribeirinha que habita em

área de várzea não é beneficiada com água de qualidade para consumo humano (AZEVEDO, 2005).

É através do saneamento rural que ocorre a salubridade ambiental, utilizando recursos naturais de forma sustentável, revertendo à degradação do meio ambiente, em especial o comprometimento dos mananciais de água doce, decorrente da disposição inadequada de esgotos sanitários e de resíduos sólidos (LARSEN, 2010).

O conceito de saneamento, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS):

Está ligado diretamente ao controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou tem potencial para exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social, com outras palavras, pode-se relacionar o saneamento ao estado de salubridade ambiental, alcançado através de um conjunto de medidas socioeconômicas, o que implica na superação de barreiras, tanto tecnológicas, quanto políticas e gerenciais, que têm anulado a ampliação dos benefícios nesse âmbito, principalmente aos residentes de áreas rurais, pequenos municípios ou localidades mais distanciadas (FUNASA, 2006).

Existe também uma relação muito forte do saneamento com saúde ambiental. Água e esgoto constituem um dos mais sérios problemas ambientais, especialmente nos países mais pobres, embora problemas dessa natureza estejam concentrados principalmente em áreas urbanas, não se podem descartar áreas rurais, onde o saneamento é escasso, inexistente ou ineficiente (LARSEN, 2010).

No meio rural e em cidades de pequeno porte e baixa densidade populacional, onde as residências ficam distantes umas das outras, é comum a adoção de tecnologias mais viáveis e simples, onde técnicas urbanas de saneamento quase nunca são apropriadas [...] (LARSEN, 2010).

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte (FUNASA, 2006).

Água potável, higiene e saneamento adequados podem reduzir de um quarto a um terço os casos de doenças diarréicas. Os serviços de abastecimento nas áreas rurais estão bem defasados em relação aos centros urbanos (BRITO et al., 2007).

A falta de saneamento básico no meio rural, independente da forma de ocupação, é um fator preocupante por se tratar de constante lançamento de poluentes no meio ambiente (RHEINHEIMER et al., 2003 apud CASALI, 2008).

O usuário tem, portanto, um papel importante na garantia da continuidade da qualidade da água no interior do domicílio. Deve-se dar especial atenção às tubulações, reservatórios e equipamentos de tratamento de água, bem como às práticas de higiene domiciliares (SILVA et al., 2009).

A análise de qualidade da água é de extrema importância para sua utilização uma vez que concentrações anômalas de determinado elemento podem causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente (CRUZ et al., 2007), mesmo quando se trata de águas minerais em conteúdos ou vasilhames mal acondicionados (CUNHA et al., 2012).

É necessário, portanto, como nos sistemas convencionais urbanos (CUNHA et al., 2012), o monitoramento constante da sua qualidade. Neste aspecto, o meio rural é crítico, porque a população, na sua maioria, não é abastecida por empresas de saneamento e a água, vem de sistemas de abastecimento normalmente alternativos, sem receber tratamento físico e/ou químico adequado (CASALI, 2008).

[...] O conhecimento dessas populações quanto aos riscos que a água pode oferecer à saúde é praticamente inexistente. Depreende-se, portanto, que um trabalho intensivo deve ser realizado no sentido de efetuar a vigilância da qualidade da água utilizada no meio rural e implementar ações que visem ao esclarecimento dessa população, a fim de mudar seu comportamento (OTENIO et al., 2007).

Acredita-se que o desenvolvimento de um trabalho de educação sanitária junto à população do meio rural, aliada à adoção de medidas preventivas visando à preservação das fontes de água e o tratamento das águas já comprometidas, juntamente com técnicas de tratamento de dejetos, possam ser consideradas as ferramentas necessárias para diminuir ao máximo possíveis riscos de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica. A falta desses procedimentos têm comprometido a saúde e bem-estar dos moradores das comunidades rurais (ARAÚJO et al., 2011).

Com falta de saneamento básico, a população é vulnerável à contaminação dos recursos hídricos, sua principal fonte de captação, devido ao convívio simultâneo entre a necessidade de obtenção do recurso e ao mesmo tempo o desconhecimento dos riscos decorrentes do despejo direto de seus resíduos sobre fontes de águas superficiais (ROHDEN et al., 2009).

2.2 ÁGUA DE ABASTECIMENTO

A água necessita de cuidados, pois pode conter elementos químicos, microrganismos e as mais variadas substâncias, devendo haver tratamento adequado para eliminação destes para que não haja interferência negativa na saúde humana. Além dos mananciais superficiais, os subterrâneos também têm sido afetados pela ação antrópica, deteriorando sua qualidade e acarretando sérios problemas de saúde pública em localidades onde o saneamento não é adequado (DI BERNARDO, 2005 apud LARSEN, 2010).

A água usada para abastecimento doméstico deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas, deve estar isenta de organismos patogênicos e de substâncias tóxicas, para prevenir danos à saúde e promover o bem estar das pessoas (ZANCUL, 2006).

Quanto ao panorama atual das condições de saneamento no meio rural, os dados da PNAD mostram que ainda são graves as desigualdades no acesso aos serviços de abastecimento de água entre os habitantes das áreas rurais.

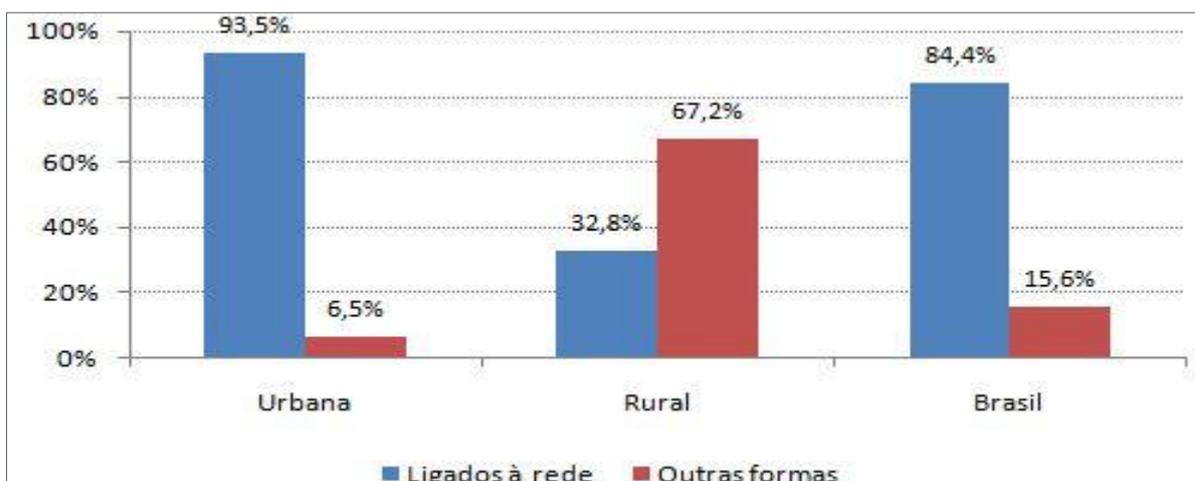
A Tabela 1 e a Figura 2 mostram que apenas 32,8% dos domicílios rurais estão ligados a rede de distribuição de água, e 67,2% dos domicílios rurais usam outras formas de abastecimento, ou seja, soluções alternativas e coletivas de abastecimento.

Tabela 1 - Abastecimento de água por domicílio no Brasil

Área	Nº total de Domicílios	Domicílios Ligados à Rede			Outras Formas		
		Com canalização interna (%)	Sem canalização interna (%)	Total (%)	Com canalização interna (%)	Sem canalização interna (%)	Total (%)
Urbana	49.827.000	92,6	0,9	93,5	4,9	1,6	6,5
Rural	8.750.000	28,9	3,8	32,8	39,8	27,4	67,2
Total	58.577.000	83,1	1,4	84,4	10,1	5,5	15,6

Fonte: IBGE - PNAD 2009

Figura 1 - Abastecimento de água nos domicílios no Brasil



Fonte: IBGE - PNAD 2009

No âmbito rural, a questão do fornecimento de água se difere de regiões urbanizadas com população mais concentrada. Utilizam-se soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano, distintas do sistema de abastecimento de água encontrado nos grandes centros (FUNASA, 2006).

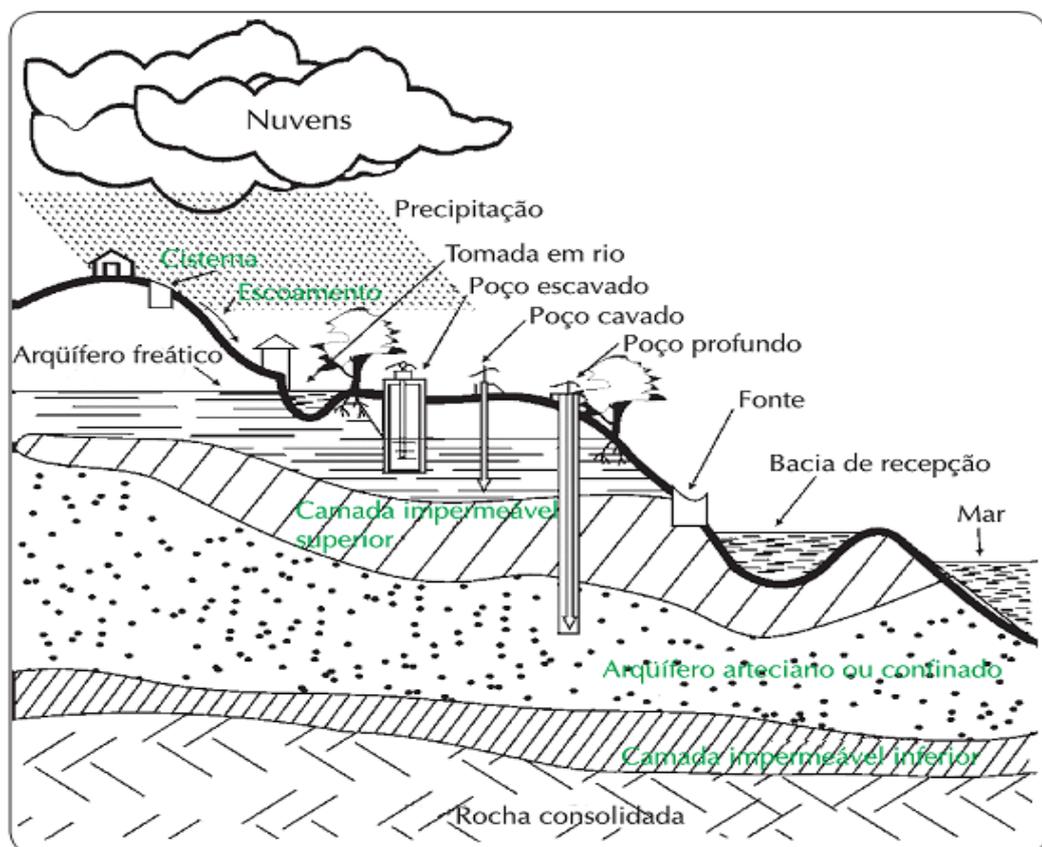
As populações rurais ressentem-se de fato que a adequada captação e uso da água é sabidamente mais negligenciada do que nos grandes centros urbanos (ROCHA et al., 2006).

2.2.1 Fontes e Usos

No meio rural, as principais fontes de abastecimento de água são os poços rasos e nascentes, fontes bastante susceptíveis a contaminação (AMARAL et al., 2003).

De acordo com o manancial a ser aproveitado, podem ser utilizadas as seguintes formas (Figura 2) (FUNASA, 2006): superfície de coleta (água de chuva); caixa de tomada (nascente de encosta); galeria filtrante (fundo de vales); poço escavado (lençol freático); poço tubular profundo (lençol subterrâneo); tomada direta de rios, lagos e açudes (mananciais de superfície).

FIGURA 2 - Formas de captação da água em região rural



Fonte: FUNASA (2006)

A qualidade de vida do homem está diretamente relacionada à água, pois é utilizada para funcionamento adequado do organismo, preparo de alimentos, higiene pessoal e de utensílios (ZANCUL, 2006).

2.2.2 Doenças de veiculação hídrica

No Brasil, estima-se que 60% das internações hospitalares estejam ligadas a precariedade do saneamento básico, diminuindo, assim, a expectativa de vida da população. Outros estudos indicam que 90% dessas doenças se devem a ausência de água em quantidade satisfatória ou qualidade imprópria para consumo, sendo que, no país, essa situação tem sido comumente encontrada (DI BERNARDO, 2005 apud LARSEN, 2010).

De várias maneiras a água pode afetar a saúde do homem: pela ingestão direta, na preparação de alimentos; na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer (Quadro 1) (FUNASA, 2006).

Quadro 1 - Doenças relacionadas com a água

Grupo de Doenças	Formas de Transmissão	Principais Doenças	Formas de Prevenção
Transmitidas pela via feco-oral	O organismo patogênico (agente causador de doença) é ingerido	Diarréias e disenterias; cólera; giardíase; amebíase; ascaridíase (lombriga)	-proteger e tratar águas de abastecimento e evitar uso de fontes contaminadas.
Controladas pela limpeza com a água (associados ao abastecimento insuficiente de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação	Infecções na pele e nos olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos, e a escabiose	-fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica
Associadas a água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	-evitar o contato de pessoas com água infectada; -proteger mananciais
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária; febre amarela; dengue; filariose (elefantíase)	-combater os insetos transmissores -eliminar condições que possam favorecer criadouros

Fonte: Barros et al. (1995)

A maioria das doenças nas áreas rurais pode ser consideravelmente reduzida, desde que a população tenha acesso à água potável. Entretanto, um dos maiores problemas é a ausência de monitoramento da qualidade da água consumida (MISRA, 1975 apud AMARAL et al., 2003), com o objetivo de registrar as variações e os riscos associados ao seu consumo inadequado.

As inadequadas condições de saneamento, sobretudo nas áreas rurais e nos subúrbios das grandes cidades, associadas à falta de conhecimento da população, aumentam a prevalência de doenças transmitidas pela água, principalmente em crianças e jovens, interferindo em seu desenvolvimento físico e mental (ARAÚJO et al., 2011).

2.3 ESGOTO SANITÁRIO

Percebe-se que no meio rural é obrigatória à utilização de sistemas alternativos de destino do esgoto doméstico pelo fato de não existir nele rede pública de captação e tratamento. Mas, antes de construir empreendimentos deste tipo deve-se, primeiramente, tomar uma série de cuidados, principalmente na seleção do sistema, na escolha do terreno, na distância de mananciais hídricos e no dimensionamento (CASALI, 2008).

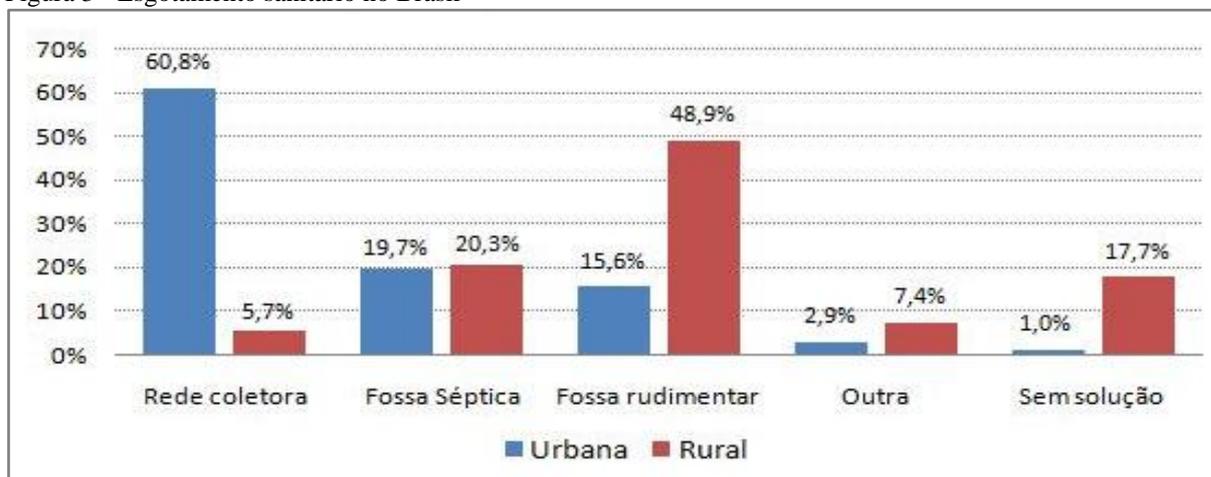
Quanto à cobertura de serviços de esgotamento sanitário, segundo a PNAD (2009) e conforme demonstrado na Tabela 2 e Figura 3, somente 5,7% dos domicílios rurais possuem coleta de esgoto ligada a rede geral e 20,3% possuem fossa séptica. Outras soluções são adotadas por 56,3%, muitas vezes, inadequadas para o destino dos dejetos, como fossas rudimentares, valas, despejo do esgoto in natura diretamente nos cursos d'água. Além disso, 17,7% não usam nenhuma solução.

Tabela 2 - Esgotamento sanitário nos domicílios

Área	Nº total de domicílios	Domicílios Ligados a Rede (%)	Fossa Séptica (%)	Outras Soluções (%)	Sem Solução (%)	Total (%)
Urbana	49.827.000	60,8	19,7	18,5	1,0	100,0
Rural	8.750.000	5,7	20,3	56,3	17,7	100,0
Total	58.577.000	52,5	19,8	24,2	3,5	100,0

Fonte: IBGE - PNAD 2009

Figura 3 - Esgotamento sanitário no Brasil



Fonte: IBGE - PNAD 2009

O desenvolvimento de tecnologias simples de tratamento de esgoto doméstico rural também propiciaria uma menor contaminação das águas do meio rural e, conseqüentemente, um aumento na qualidade das águas ofertadas nestes locais (CASALI, 2008).

2.4 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Atualmente, a água encontrada na natureza é em geral inapropriada para o consumo humano, devido presença de uma série de contaminadores que podem ser prejudiciais à saúde (RICHTER, 2009). Sendo que, na maior parte das vezes, estes contaminadores são resultantes de atividades do próprio homem (que contamina a água com esgoto, lixos, pesticidas agrícolas, fertilizantes e outros). Desta forma, o homem criou maneiras de retirar a água dos cursos d'água, tratá-la e posteriormente distribuí-la para consumo (PEREIRA, 2012).

Até meados do século XX, a qualidade da água para consumo humano era avaliada essencialmente através das suas características organolépticas, tendo como base o senso comum de que se apresentasse límpida, agradável ao paladar e sem odor desagradável. No entanto, esse tipo de avaliação foi se revelando falível em termos de proteção contra microrganismos patogênicos e contra substâncias químicas perigosas presentes na água. Tornou-se, assim, imperativo estabelecer normas paramétricas que traduzissem, de forma objetiva, as características que águas destinadas ao consumo humano deveriam obedecer (MENDES, 2006).

Para tanto, é necessário que atenda ao padrão de potabilidade, que são as quantidades limites que, com relação aos diversos elementos, podem ser toleradas na água de abastecimento, quantidades definidas geralmente por decretos, regulamentos ou especificações (RIGOBELLO et al., 2009).

No Brasil, a Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde dispõe sobre:

Os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Segundo essa norma, toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita a vigilância da qualidade da água. São designados valores máximos permitidos (VMP) para cada parâmetro de qualidade da água de consumo humano (BRASIL, 2011).

No seu artigo 7º ressalta:

“Compete à Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água para consumo humano, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e respectivos responsáveis pelo controle da qualidade da água” (BRASIL, 2011).

Por sua vez a Portaria supracitada em seu Art. 12º, parágrafo V, delega às Secretarias de Saúde dos Municípios “garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados”.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos a ser analisado neste estudo têm suas peculiaridades e nos permite caracterizar aspectos relevantes da qualidade da água.

2.4.1 Físico-químicos

As características físicas da água, normalmente são de fácil determinação, sendo as principais: cor, turbidez, odor, sabor, temperatura e condutividade elétrica. Sendo estes parâmetros importantes na determinação da utilização da água, principalmente na verificação de potabilidade da mesma (LARSEN, 2010).

A análise físico-química da água determina de modo preciso e explícito algumas características da amostra em questão, e assim é vantajosa para se avaliar a qualidade da água (CRUZ et al., 2007)

Dentre as substâncias encontradas na água, o composto nitrogenado em seus diferentes estados de oxidação (nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato) pode apresentar riscos à saúde humana. A presença do nitrogênio na água pode ser de origem natural, como matéria orgânica e inorgânica e chuvas; e antrópica, como esgotos domésticos. O nitrato, um dos mais encontrados em águas naturais, apresenta-se em baixos teores nas águas superficiais, podendo alcançar altas concentrações em águas profundas, como nas fontes minerais, por ser altamente lixiviante nos solos, contaminando corpos d'água e aquíferos subterrâneos (ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

Metais também podem comprometer a qualidade da água. Silva (1997) afirma que a intoxicação por metais se desenvolve lentamente e muitas vezes só pode ser identificada após anos ou décadas, e sua presença reduz a capacidade autodepurativa da água devido à ação tóxica sobre os microrganismos que realizam esse processo.

2.4.2 Microbiológicos

Milhares de seres vivos são encontrados na água, desde a escala macroscópica (peixes, moluscos, algas, etc) à microscópica (vírus, bactérias, algas, etc). Contudo, os seres vivos de maior interesse no tratamento de água podem ser citados como bactérias, vírus, protozoários vermes, algas (RICHTER, 2009).

Segundo Richter (2009), normalmente os micro-organismos são de considerável importância no controle da qualidade da água e a maioria é benéfica, especialmente na autodepuração de um corpo d'água. Entretanto, algumas espécies são responsáveis por doenças como febre tifóide, sabor e odor na água, corrosão de estrutura de concreto ou de metais.

Os parâmetros microbiológicos exigidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, são de coliformes totais, coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. Numericamente, as amostras de água de fontes alternativas destinadas ao consumo humano podem ter a presença de coliformes totais, desde que haja a ausência de *E.coli*/100 mL, devendo ser monitorada a origem da ocorrência da provável contaminação e providenciar as medidas corretivas e preventivas (BRASIL, 2011).

Coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (BRASIL, 2004).

Coliformes termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (BRASIL, 2004).

Escherichia Coli - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos (BRASIL, 2004).

Os coliformes fecais, mais especificamente *E.coli*, fazem parte da microbiota intestinal do homem e outros animais de sangue quente. Estes microrganismos quando detectados em uma amostra de água fornecem evidência direta de contaminação fecal recente, e por sua vez podem indicar a presença de patógenos entéricos (POPE et al, 2003 apud DUARTE, 2011; CUNHA, et al., 2012).

A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme o Quadro 2:

Quadro 2 - Padrão microbiológico da água para consumo humano

Tipo de água		Parâmetro		VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano		<i>Escherichia coli</i> ⁽²⁾		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais ⁽³⁾		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatório e rede)	<i>Escherichia coli</i>		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

Fonte: BRASIL (2011)

NOTAS: ⁽¹⁾ Valor máximo permitido

⁽²⁾ Indicador de contaminação fecal

⁽³⁾ Indicador de eficiência de tratamento

⁽⁴⁾ Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede)

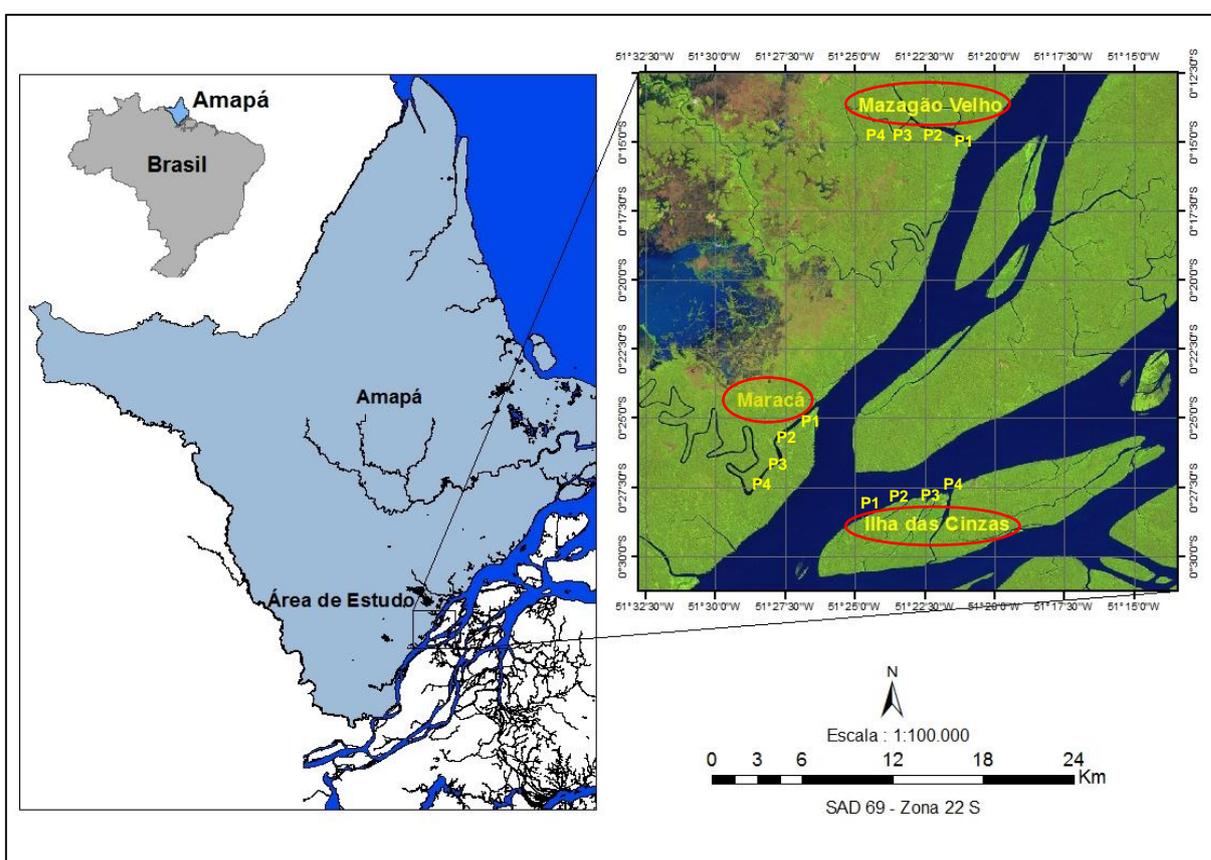
As técnicas de detecção de coliformes e *Escherichia coli* são práticas e relativamente rápidas e vários são os métodos disponíveis, dentre eles, tubos múltiplos, contagem em membranas filtrantes e substratos cromogênicos (SOUZA; DANIEL, 2008 apud DUARTE, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O Projeto FLORESTAM tem como objetivo conhecer a ecologia, o funcionamento, a forma de uso pelos ribeirinhos, os estoques de madeira e produtos não madeireiros da várzea estuarina, como forma de subsidiar o desenvolvimento de técnicas silviculturais, de manejo e monitoramento da sustentabilidade da produção (GUEDES, 2011).

A área da Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Amazonas (Mapa 1) está localizada à margem do Município de Mazagão - AP acerca de duas horas de viagem fluvial de Macapá, ou pela Rodovia BR-156 (em sentido ao município de Laranjal do Jari).

Mapa 1 - Localização da área de estudo



Fonte: Projeto FLORESTAM – EMBRAPA 2011

O clima da área é do tipo Ami, temperatura mínima de 23° C e máxima de 33° C com média anual de 27° C, umidade relativa acima de 80% e elevado índice pluviométrico de 2.000 mm a 2.500 mm/ano (CARIM et al., 2008), solo da região é classificado como Gleissolo Háptico (SILVA et al., 2006; SOUZA et al., 2009).

Nesta pesquisa foram estudadas três comunidades rurais, sendo duas do Estado do Amapá: Mazagão Velho e Maracá e uma do Estado do Pará: Ilha das Cinzas, e todas são populações que se encontram no Baixo Rio Amazonas (GUEDES, 2011).

Raras exceções, nestes locais não são encontrados serviços de saneamento básico. E esta realidade pode ser encontrada nas comunidades de Mazagão Velho e Maracá, cujos habitantes vivem em condições sanitárias precárias, enquanto que na comunidade de Ilha das Cinzas é ofertado o sistema de abastecimento de água.

Na presente investigação foram diagnosticadas potenciais diferenças entre ambos ambientes e avaliar se nesta última as diferenças são significativas do ponto de vista sanitário com base em parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água monitorado durante um período de seis meses consecutivos, do ano de 2012.

Foram selecionados aleatoriamente doze domicílios (Quadro 3), com quatro pontos de coleta de amostra em cada comunidade. A água de abastecimento em todas as comunidades é proveniente do rio. Nos domicílios visitados verificou-se que alguns tinham torneira, e foi observado que muitos faziam armazenamento da água em vasilhames.

Ambas as localidades apresentam características físicas e climáticas das várzeas amazônicas, sob influência de marés semi-diurnas, o que emprega variações constantes na qualidade da água nos rios estuarinos locais (ELS, 2008; CUNHA et al., 2011).

Quadro 3 - Local dos pontos de amostragem

FOTOS DO LOCAL		DESCRIÇÃO DAS COMUNIDADES
		<p>MARACÁ</p> <ul style="list-style-type: none"> - No ponto 1 a água foi coletada na torneira. - No ponto 2 a água foi coletada no vasilhame de plástico no qual era armazenada. - No ponto 3 e 4 a água foi coletada na caixa d'água.
Ponto 1	Ponto 2	
		
Ponto 3	Ponto 4	

		<p style="text-align: center;">MAZAGÃO VELHO</p> <p>- No ponto 1 a água foi coletada na caixa d'água.</p> <p>- No ponto 2, 3 e 4 a água foi coletada na torneira.</p>
Ponto 1	Ponto 2	
		<p style="text-align: center;">ILHA DAS CINZAS</p> <p>- No ponto 1, 2 e 4 a água foi coletada na torneira.</p> <p>- No ponto 3 a água foi coletada em um recipiente de plástico.</p>
Ponto 3	Ponto 4	
		
Ponto 1	Ponto 2	
	Ponto 4 (sem foto)	
Ponto 3		

Para quantificar os parâmetros físico-químicos, as amostras foram coletadas em garrafas plásticas de 250 ml (APHA, 2003). Para os parâmetros microbiológicos, as amostras ficaram acondicionadas em bolsas estéreis (Thio-bag), com capacidade para 100 ml de amostra. Os frascos foram abertos somente no local de coleta e ficaram acondicionados em caixa térmica e transportado para o Laboratório de Química e Saneamento Ambiental do

Curso de Ciências Ambientais da UNIFAP (DUARTE, 2006; CASALI, 2008; CUNHA et al., 2012).

Nas comunidades de Maracá e Mazagão Velho, as coletas e análises foram realizadas durante seis meses, na Ilha das Cinzas as coletas foram durante um mês.

No Laboratório de Química e Saneamento Ambiental do Curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, foram realizadas as análises de água, com o método microbiológico (Fotografia 1, 2, 3 e 4), avaliado de acordo com APHA (2003).

Fotografia 1 - Amostra coletada



Fotografia 2 - Substrato diluído



Fotografia 3 - Amostra selada



Fotografia 4 - Estufa com as amostras



Os parâmetros físico-químicos cor, pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro e alumínio (Quadro 4), foram escolhidos por serem usualmente utilizados em análises de qualidade de água de consumo, mesmo que a legislação vigente sugira mais parâmetros. Considerou-se também a disponibilidade do Laboratório de Saneamento Ambiental da UNIFAP para tais análises.

Quadro 4 - Parâmetros físico-químicos

PARÂMETROS	MÉTODO	REFERÊNCIA
Turbidez	Turbidimétrico	APHA (2003)
Ph	Potenciométrico	
Amônia	Nessler/Espectrofotométrico	
Nitrato	NitraVer/Espectrofotométrico	
Ferro	FerroVer/Espectrofotométrico	
Alumínio	AluVer/Espectrofotométrico	
Cor aparente	Espectrofotométrico	

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel para geração de gráficos e tabelas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta pesquisa foram analisados parâmetros físico-químicos e microbiológicos para avaliar a qualidade da água em doze pontos, nas três comunidades: Maracá, Mazagão Velho e Ilha das Cinzas. Durante a coleta das amostras de água (Mapa 1), foram observadas algumas características dos locais de estudo, principalmente as condições hidrossanitárias, como acesso e uso da água do rio, no qual é a principal fonte de abastecimento convencional (GUEDES, 2011).

TURBIDEZ (uT)

Na Portaria nº 2914/2011- MS (BRASIL, 2011) é estipulado o valor máximo de 5,0 uT (unidade Jackson ou nefelométrica de turbidez) para a água de abastecimento. Os resultados descrito no gráfico 1 mostram que nove amostras de água encontram-se acima do valor máximo permitido. Enquanto que no gráfico 2 observou-se que apenas as amostras do ponto 3 estavam em desacordo com a legislação. Já o gráfico 3 obteve somente uma amostra fora do padrão que corresponde ao ponto 2.

Gráfico 1 - Turbidez (uT) – Maracá

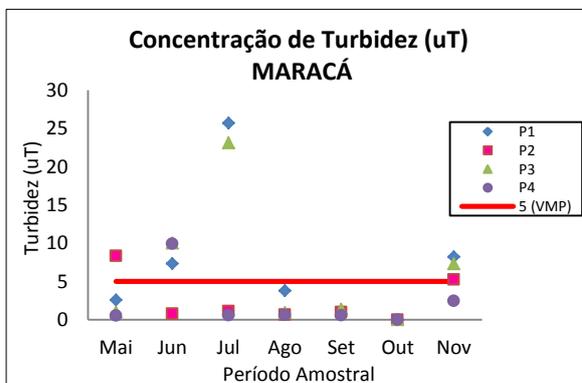


Gráfico 2 - Turbidez (uT) – Mazagão Velho

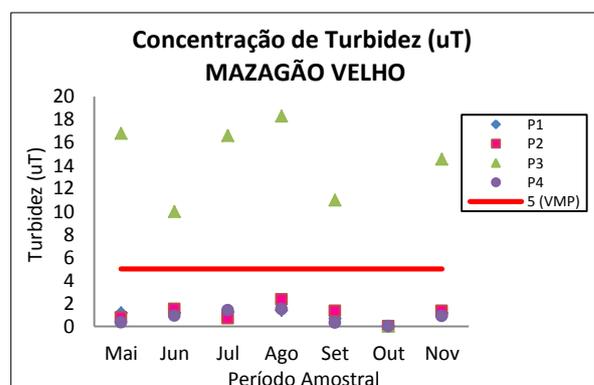
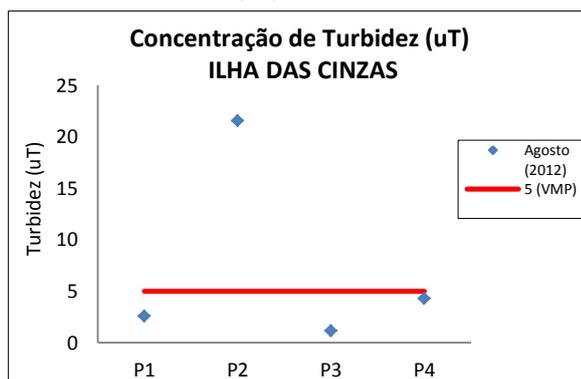


Gráfico 3 - Turbidez (uT) – Ilha das Cinzas



No gráfico 2 as concentrações de turbidez foram frequentes no período chuvoso e seco, principalmente no ponto 3, com 100% de amostras acima do valor máximo permitido.

Para Pinto (2003), a turbidez da água corresponde à alteração de penetração da luz, provocada por partículas em suspensão. Esse parâmetro limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio.

Em um estudo realizado na área rural de Lavras/MG, onde 69% das amostras de água analisadas apresentaram irregularidades quanto ao parâmetro de turbidez (ROCHA et al., 2006). Contudo, normalmente a turbidez apresenta conotação mais estética do que sanitária (RICHTER, 2009; CUNHA et al., 2012).

COR APARENTE (uH)

A cor aparente é um parâmetro físico exigido pela Portaria nº 2914/2011 - MS (BRASIL, 2011) para águas destinadas ao consumo humano, devido à aparência e estética adequada que esta obrigatoriamente deve apresentar. O valor máximo permissível é de 15 uT.

A cor é um indicativo da presença de substâncias, geralmente orgânicas, dissolvidas no corpo hídrico (LUCAS, 2007).

A cor aparente apresentou concentrações elevadas nas três comunidades estudadas. No Maracá quinze amostras estavam acima do valor máximo (Gráfico 4). No Mazagão Velho, foram treze amostras identificadas fora do limite (Gráfico 5). E na Ilha das Cinzas três amostras não estão em conformidade com a legislação vigente (Gráfico 6).

Houve variação significativa em relação à sazonalidade. No período chuvoso as concentrações estavam bem elevadas, já no período seco ocorre um decaimento (Gráfico 4 e 5).

Gráfico 4 - Cor Aparente – Maracá

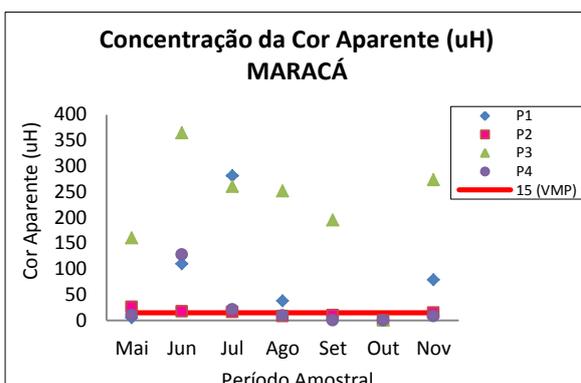


Gráfico 5 - Cor Aparente – Mazagão Velho

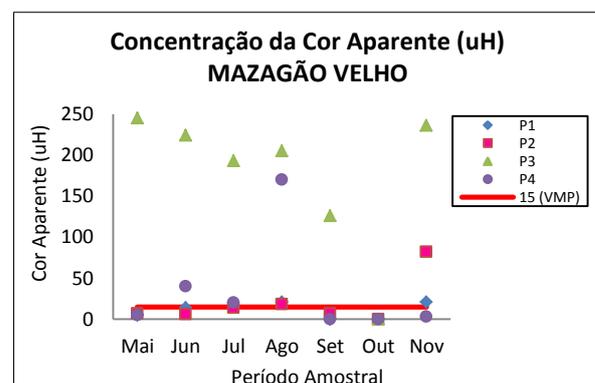
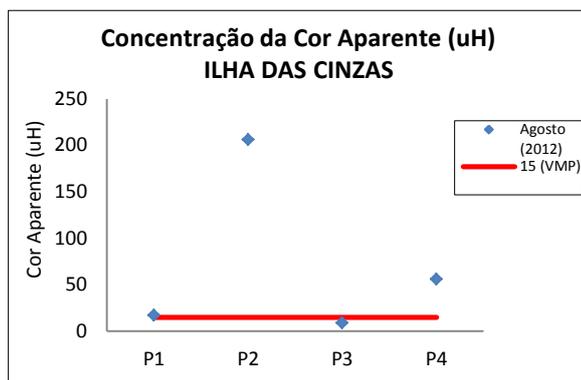


Gráfico 6 - Cor Aparente – Ilha das Cinzas



A cor da água é consequência das substâncias em solução, ou seja, em águas não poluídas, a cor é determinada pela presença de ácidos húmicos/fúlvicos e compostos de ferro, mas, quando poluídas, deriva de uma variedade de compostos orgânicos (CONCEIÇÃO et al., 2009).

Em sistemas públicos de abastecimento de água, a cor é esteticamente indesejada para o consumidor, e pode ter origem mineral ou vegetal, causadas por substâncias metálicas como o ferro e o manganês (CUNHA et al., 2012) (comuns nas águas do rio Amazonas), matérias húmicas, algas, plantas aquáticas e protozoários (AZEVEDO, 2006).

pH

O Ministério da Saúde prevê valores de pH aceitáveis para consumo humano situados entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2011). O termo pH (potencial hidrogeniônico) segundo Sawyer et, al. (1994) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio.

Maracá e Mazagão Velho apresentaram dezesseis amostras com valores bem abaixo do que preconiza a legislação (Gráfico 7 e 8). Na Ilha das Cinzas, apenas uma amostra foi detectada (Gráfico 9).

Diante dos resultados obtidos verificou-se que a água encontrava-se levemente ácida, pois os valores estão bem abaixo do que preconiza na legislação. Isso pode estar relacionado com a característica do solo da região e características físico-químicas da água (CUNHA et al., 2012).

Os valores de pH tiveram variações constantes tanto no período chuvoso quanto no seco (Gráfico 7, 8 e 9).

Gráfico 7 - pH – Maracá

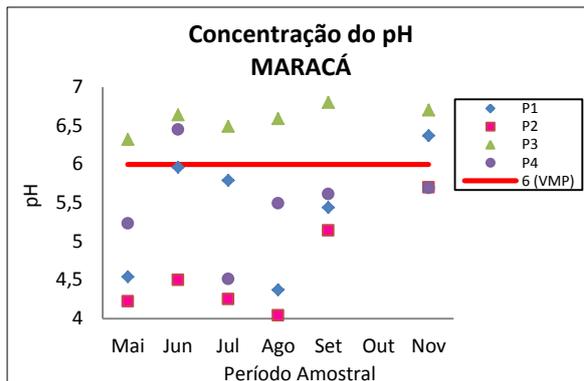


Gráfico 8 - pH – Mazagão Velho

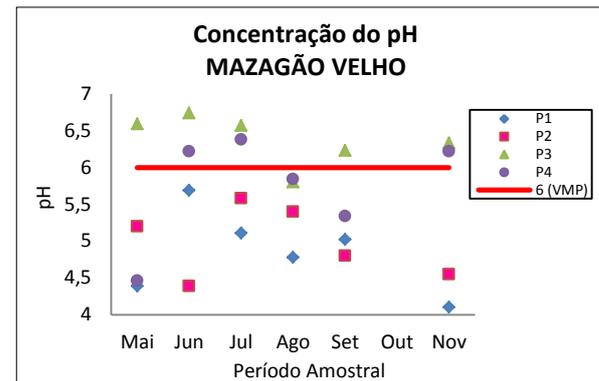
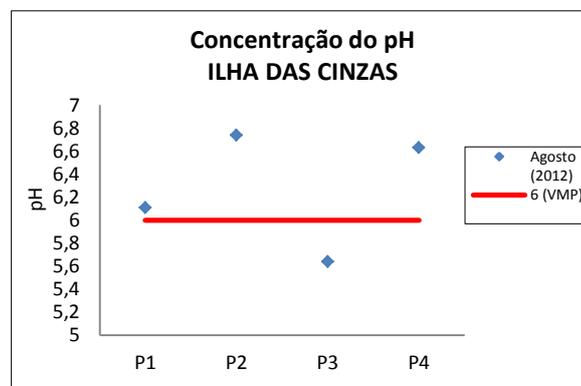


Gráfico 9 - pH – Ilha das Cinzas



Água com pH baixo compromete o gosto, a palatabilidade e aumenta a corrosão, enquanto que águas com pH elevado comprometem esta palatabilidade, além de aumentar a formação de crustrações nas redes ou aparelhos sanitários (SPERLING, 2005).

Sabe-se que o pH é muito influenciado pela quantidade de matéria orgânica a ser decomposta, isto é, quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, uma vez que para haver decomposição de materiais são produzidas muitas substâncias ácidas como, por exemplo, o ácido húmico (FARIAS, 2006).

O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, e é uma das mais difíceis de interpretar. Tal complexidade é resultante dos inúmeros fatores que podem influenciá-lo, podendo estar relacionado a fontes de poluição difusa (MESSIAS, 2008).

AMÔNIA (NH₃)

A amônia é uma substância que pode se constituir em risco para a saúde humana, sendo um componente nitrogenado que pode estar presente naturalmente em águas

superficiais e subterrâneas, como resultado da decomposição da matéria orgânica em estado avançado (RICHTER, 2009).

Os resultados mostraram que nas três comunidades não foram observados teores maiores que o permitido pela legislação que é de 1,5 mg/L. Isso demonstra que está em conformidade com a legislação vigente (Gráfico 10, 11 e 12).

Gráfico 10 - Amônia – Maracá

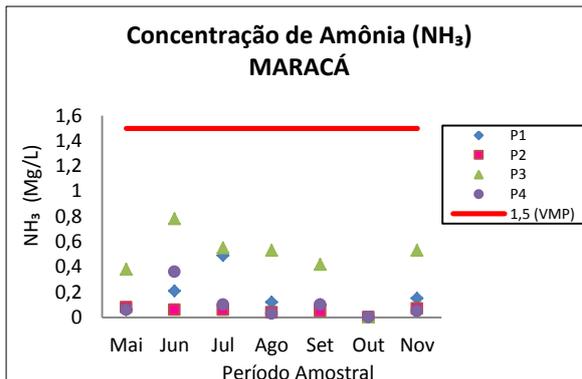


Gráfico 11 - Amônia – Mazagão Velho

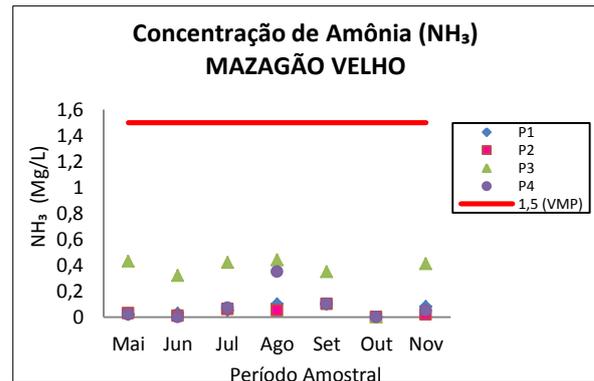
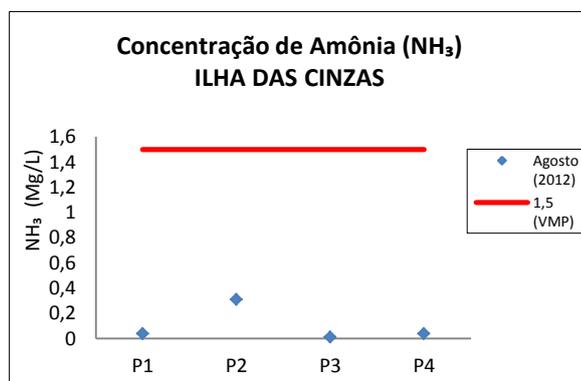


Gráfico 12 - Amônia – Ilha das Cinzas



No entanto, geralmente, sua concentração é baixa devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou a oxidação do nitrito em nitrato (AZEVEDO, 2005).

Os compostos nitrogenados podem ser usados como indicadores da idade da carga poluidora (esgoto). A presença de amônia pode caracterizar poluição recente por esgotos domésticos (MACÊDO, 2001).

NITRATO (NO₃)

As concentrações de nitrato encontradas estavam significativamente abaixo do valor máximo permitido que é de 10 mg/L. Portanto todas as comunidades tiveram suas amostras de acordo com a Portaria nº 2914/2011, (Gráficos 13, 14 e 15).

Gráfico 13 - Nitrato – Maracá

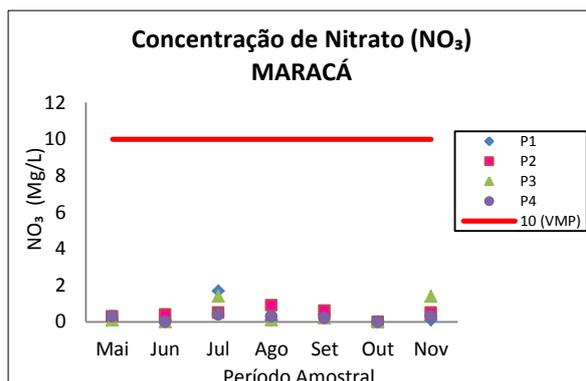


Gráfico 14 - Nitrato – Mazagão Velho

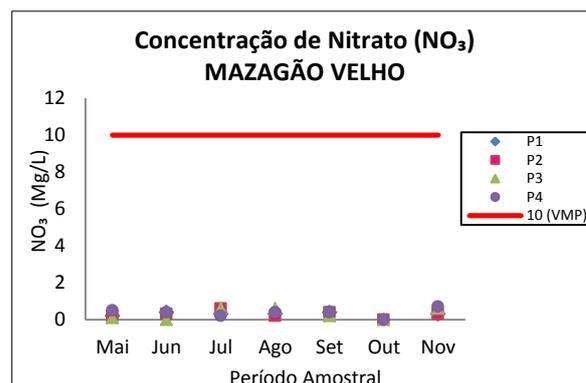
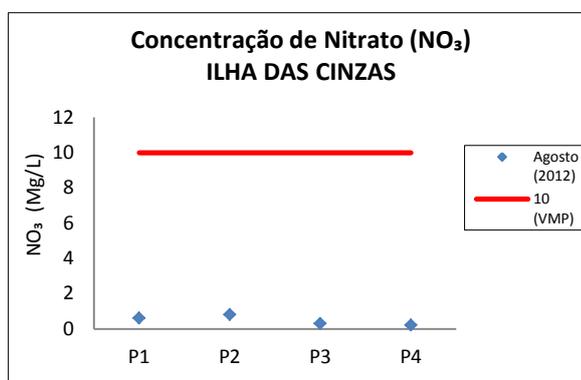


Gráfico 15 - Nitrato – Ilha das Cinzas



O nitrato é uma substância química derivada do nitrogênio que, em baixas concentrações, se encontra de forma natural na água e no solo (FOSTER; HIRATA, 1988).

Porém, essas concentrações podem ser alteradas devido ao uso intensivo de fertilizantes na agricultura e a coleta e disponibilização inadequada dos esgotos domésticos (ROSSI et al., 2007).

O nitrato, em particular, pode alcançar os lençóis freáticos e cursos de água, causando enfermidades pelo consumo de água contaminada (cianose infantil ou metaemoglobinemia e câncer no estômago) e danos ambientais, tais como a eutrofização (CUNHA et al., 2012; BURT, 1993).

Os nitratos são uma das maiores fontes de íons naturais das águas e são obtidos a partir da oxidação da amônia pela ação das bactérias (nitrossomas). Ele é o constituinte inorgânico mais problemático, devido a uma ampla distribuição, grande mobilidade em sub-superfície, estabilidade em sistemas aeróbicos de águas subterrâneas e risco à saúde humana, principalmente em crianças e idosos (ECKHART et al., 2009).

ALUMÍNIO (Al)

No Maracá e no Mazagão Velho os teores de alumínio se encontram acima do valor máximo permitido que é 0,2 mg/L (Gráfico 16 e 17). Na Ilha das Cinzas todas as amostras estão de acordo com a legislação (Gráfico 18).

Gráfico 16 - Alumínio – Maracá

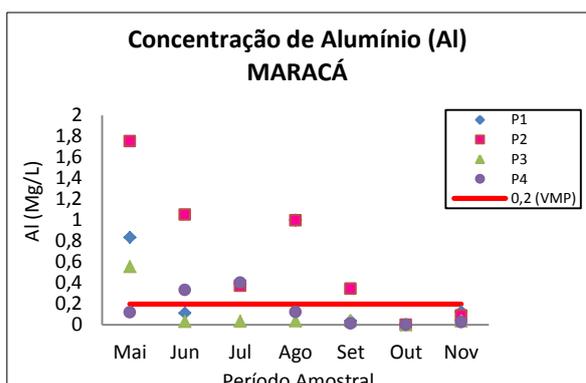


Gráfico 17 - Alumínio – Mazagão Velho

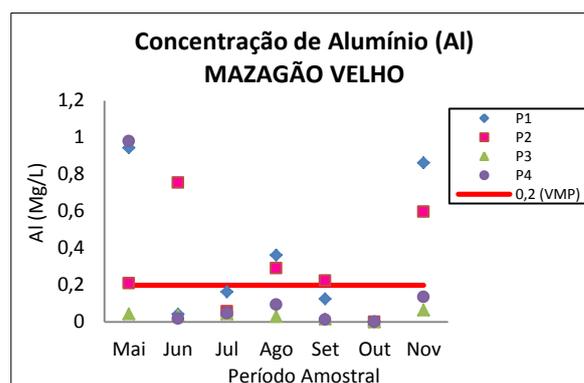
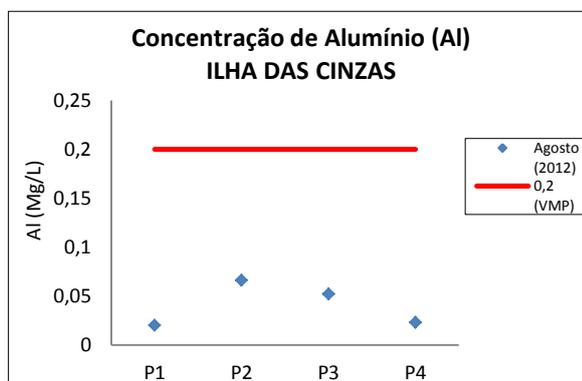


Gráfico 18 - Alumínio – Ilha das Cinzas



Concentrações significativas de alumínio podem aumentar o risco de desenvolver a doença de Alzheimer. Este parâmetro é um componente neurotóxico, além de indutor ou causador de distúrbios neurológicos (CUNHA et al., 2012).

Metais também podem comprometer a qualidade da água. Silva (1997) afirma que a intoxicação por metais se desenvolve lentamente e muitas vezes só pode ser identificada após anos ou décadas, e sua presença reduz a capacidade autodepurativa da água devido à ação tóxica sobre os microrganismos que realizam esse processo.

Do ponto de vista da localidade da Ilha das Cinzas verificou-se que o tratamento da água reduzia satisfatoriamente os teores de alumínio, o que parece não ocorrer nas demais localidades, especialmente nos períodos chuvosos.

FERRO (Fe)

Os teores de ferro foram elevados no Maracá e Mazagão Velho, apesar do organismo humano necessitar de até 19 mg de ferro por dia, os padrões de potabilidade exigem que a água de abastecimento público não ultrapasse os 0,3 mg/L (Gráfico 19 e 20). Na Ilha das Cinzas duas amostras se encontram acima do limite aceitável. No período chuvoso e seco os teores de ferro foram significativos.

Gráfico 19 - Ferro – Maracá

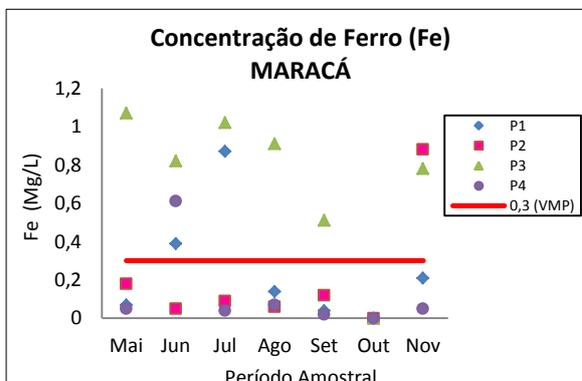


Gráfico 20 - Ferro – Mazagão Velho

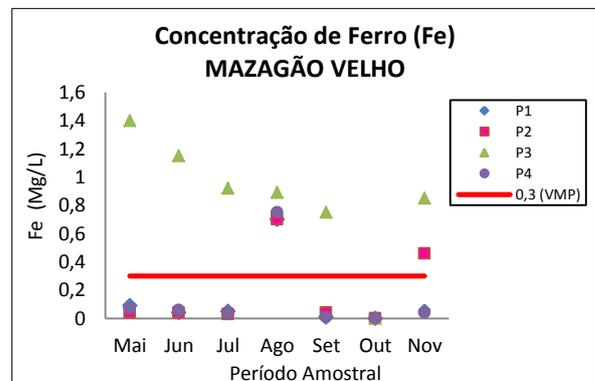
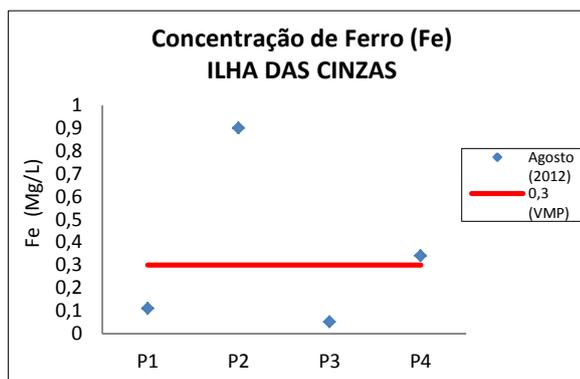


Gráfico 21 - Ferro – Ilha das Cinzas



Segundo CPRM (1997) no corpo humano, o ferro atua na formação da hemoglobina (pigmento do glóbulo vermelho que transporta oxigênio dos pulmões para os tecidos). A sua carência pode causar anemia e seu excesso pode aumentar a incidência de problemas cardíacos e diabetes. A avaliação do ferro nas águas subterrâneas para o consumo humano se dá em função de suas propriedades organolépticas.

Delvin et al. (1998) afirmam que o acúmulo de ferro no fígado, no pâncreas e no coração pode levar a cirrose e tumores hepáticos, diabetes *mellitus* e insuficiência cardíaca, respectivamente. Ainda Mahan (2000) afirma que o ferro em excesso pode ajudar a gerar quantidades excessivas de radicais livres que atacam as moléculas celulares, desta forma aumentando o número de moléculas potencialmente carcinogênicas dentro deles.

COLIFORMES TOTAIS

Os resultados obtidos da análise do parâmetro Coliformes Totais mostraram que todas as amostras de águas coletadas na comunidade de Maracá e Ilha das Cinzas estavam em desacordo com a legislação (Tabela 3 e 5). Na comunidade de Mazagão Velho, os pontos P1, P2 e P3 estavam todos contaminados, com exceção do ponto P4, que teve 100% de suas amostras em conformidade (Tabela 4), com exceção de Mazagão Velho no mês de outubro (justamente o menos chuvoso).

Tabela 3 - Resultado dos Coliformes Totais - Maracá

	P1	P2	P3	P4
Mai	65	461,1	2419,6	1119,9
Jun	>2419,6	275,5	>2419,6	>2419,6
Jul	2419,6	285,1	2419,6	816,4
Ago	14,8	115,3	2419,6	1203,3
Set	435,2	281,2	1986,3	1553,1
Out	-	-	-	-
Nov	193,5	110,4	>2419,6	110,6

Tabela 4 - Resultados dos Coliformes Totais - Mazagão Velho

	P1	P2	P3	P4
Mai	2419,6	410,6	980,4	ausente
Jun	48,8	88,4	>2419,6	1
Jul	42,6	5,2	686,7	ausente
Ago	131	ausente	980,4	ausente
Set	27,2	2419,6	488,4	ausente
Out	-	-	-	-
Nov	1986,3	13,2	1	ausente

Tabela 5 - Resultados dos Coliformes Totais - Ilha das Cinzas

	AGOSTO
P1	2419,6
P2	2419,6
P3	38,4
P4	517, 2

Analisando as três comunidades estudadas, verificou-se que 85% das amostras estavam contaminadas. A falta de higiene no uso dos vasilhames pode justificar também a presença de microrganismos na água. Através da observação “in loco”, verificou-se que não era prática da população a higiene periódica dos vasilhames e reservatórios de água. A recontaminação com água não tratada, provavelmente seja o principal fator de contaminação.

De acordo com Richter (2009), a desinfecção tem por finalidade a destruição de micro-organismos patogênicos presentes na água. Por exemplo, o vírus da hepatite e da poliomielite não são completamente destruídos ou inativados por técnicas usuais de desinfecção. A desinfecção é necessária porque não é possível a remoção total dos micro-organismos pelos processos físico-químicos usualmente utilizados no tratamento de água.

A presença de coliformes totais em água e alimentos, em alguns casos, pode não ser indicativa de contaminação fecal porque participam deste grupo bactérias cuja origem direta não é exclusivamente entérica. Esse fato decorre da capacidade de colonização ambiental destes microrganismos, em especial do solo. Sendo assim, a presença de coliformes totais nestes materiais pode também estar relacionada a práticas inadequadas de sanitização (TANCREDI et al, 2002).

As populações que dependem de fontes alternativas, como poços ou que vivem em áreas rurais, estão expostas a maiores contaminações. Além de não se observar esforços das autoridades em criar, nas zonas rurais, as condições sanitárias, como nas áreas urbanas, há ainda desconhecimento dessas populações sobre a falta de qualidade sanitária da água que consomem sem tratamento (QUEIROZ et al., 2002).

Mesmo que a água, proveniente da torneira, chegue à residência em condições de ser consumida (como é o caso da Ilha das Cinzas e uma residência do Mazagão Velho - a última casa monitorada), a manipulação inadequada dos vasilhames, aliada à falta de higiene pessoal, podem significar importante fator de risco para a transmissão de doenças (SÁ et al., 2005).

Em um estudo realizado na zona rural de Bandeirantes-PR foi levantado que 47,79% das amostras apresentaram contaminação por Coliformes, indicando água imprópria para consumo humano (OTENIO, 2007).

Uma pesquisa realizada em Recife (PE) foi verificada que em 62,5% das amostras analisadas foram detectados desacordos com os padrões microbiológicos legais, por apresentarem contaminação por coliformes totais, sugerindo condições higiênico-sanitárias precárias (SIQUEIRA et al., 2010).

De acordo com Michelina et al. (2006), a presença de coliformes totais ressalta a importância desse grupo de bactérias como indicador de precárias condições higiênico-sanitárias alto risco de contração de doenças de veiculação hídrica.

Escherichia coli

Os resultados obtidos da análise do parâmetro *E.coli* das amostras de água coletadas na comunidade Maracá, mostraram que todos os pontos estavam contaminados (Tabela 6). Na comunidade de Mazagão Velho, os pontos P2 e P3 estavam com valores acima do permitido, já os pontos P1 e P4 não apresentaram *E.coli*. Isso indica a conformidade com a legislação vigente (Tabela 7). Na comunidade de Ilhas das Cinzas, nos pontos P1, P2 e P3 foi verificada a presença de *E.coli* nas amostras de água, o ponto P4 apresentou-se ausente e está de acordo com o que preconiza a Portaria nº 2914/2011 (Tabela 8).

O total das amostras nas três comunidades foi de 54% de contaminação por *E.coli*.

Tabela 6 - Resultados de *E.coli* - Maracá

	P1	P2	P3	P4
Mai	ausente	1	125,9	325,5
Jun	770,1	ausente	>2419,6	52,9
Jul	2419,6	1	1119,9	6,3
Ago	9,8	2	1011,2	76,7
Set	ausente	2	1046,2	ausente
Out	-	-	-	-
Nov	2	1	770,1	ausente

Tabela 7 - Resultados de *E.coli* - Mazagão Velho

	P1	P2	P3	P4
Mai	ausente	2	23,1	ausente
Jun	ausente	ausente	99	ausente
Jul	ausente	ausente	22,3	ausente
Ago	ausente	ausente	41,7	ausente
Set	ausente	ausente	13,4	ausente
Out	-	-	-	-
Nov	ausente	ausente	ausente	ausente

Tabela 8 - Resultados de *E.coli* - Ilha das Cinzas

	AGOSTO
P1	2419,6
P2	648,8
P3	1
P4	ausente

Verificou-se que a água de beber nos domicílios visitados estava em sua maioria armazenada em potes de barro ou em vasilhames plásticos, de modo inadequado ou inseguro, corroborando a hipótese da precariedade hidrossanitária das comunidades no Baixo Estuário Amazônico.

A presença de Coliformes Fecais indica a possibilidade de contaminação por fezes e, conseqüentemente, de microrganismos patogênicos existentes nas mesmas (SILVA; ARAUJO, 2003). Podem incidir no surgimento de doenças gastrointestinais na população, como gastroenterite e enteroparasitoses (KEMERICH, 2008).

Este resultado é importante visto que contaminantes como a *E.coli* constituem a causa mais comum de infecção das vias urinárias, sendo responsável por cerca de 90% das primeiras infecções urinárias em mulheres jovens, e também provoca diarreia no mundo inteiro (BROOKS, 1998).

Em um estudo realizado em Ponta Grossa - PR, foi constatada a presença de coliformes totais e *E.coli* em 89,5% das amostras de água examinadas, observando-se que mais de 1.300 pessoas estão expostas ao risco de adquirir doenças infecciosas e parasitárias veiculadas pela água contaminada (PILATTI; HINSCHING, 2008).

Em Minas Gerais, no município de Lavras, foi feito o levantamento da qualidade da água no meio rural por Rocha et al. (2006), no total foram pesquisadas 80 propriedades rurais divididas em duas comunidades principais: Água Limpa e Santa Cruz. Na comunidade de Água Limpa, 93% das amostras de água coletadas nas propriedades rurais apontou presença de coliformes 43 termotolerantes, já em Santa Cruz, 100% das fontes possui contaminação por coliformes termotolerantes.

8 CONCLUSÃO

A Companhia de Água e Esgoto do Amapá - CAESA é a responsável pela distribuição de produtos químicos para o tratamento comunitário (Mazagão Velho e Maracá). Contudo, verificou-se que o seu fornecimento na região não ocorre periodicamente, além de não ser suficiente. O que é fornecido muitas vezes depende de deslocamento do morador ou de técnico da CAESA para poder obter os produtos químicos e assim fazer o tratamento da água. Dois problemas ocorrem: má aplicação do produto e descontinuidade de seu uso.

Contudo, como no caso da Ilha das Cinzas, apesar de todo o aparato de tratamento de água domiciliar, foi observada contaminação sistemática da água. Este fato põe em xeque a eficiência do sistema. O que se observou foi uma falta de procedimentos para manter o sistema operando de modo seguro, parece haver etapas de manipulação da água que provavelmente pode incorrer em falhas operacionais, devido a procedimentos inadequados de manipulação além do ineficiente acondicionamento da água em locais impróprios.

Conforme estabelece a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, a água de consumo humano deve ter ausência total de *E.coli*, o principal indicador sanitário. Estas informações demonstram uma situação de risco sanitário nas comunidades estudadas. Pode-se então inferir, pela análise físico-química e microbiológica, que os tipos de recipientes, local e tempo de armazenamento podem contribuir para a presença de bactérias do grupo coliformes na água de consumo domiciliar.

Deste modo verificou-se que os problemas sanitários rurais são complexos e apresentam riscos à população local. O monitoramento da qualidade da água nestes locais corroborou a hipótese de que, mesmo quando se detém de infraestrutura mínima, os problemas podem continuar a ocorrer por falta de gerenciamento da qualidade da água. Seria importante dispor de responsável pelos cuidados com o sistema de captação, armazenamento e distribuição da água de abastecimento rural. Neste aspecto, acreditamos que os objetivos da investigação foram plenamente atendidos.

Além disso, conclui-se que o monitoramento físico-químico e microbiológico, durante seis meses consecutivos de horizonte sazonal, foi capaz de capturar as principais variáveis de qualidade da água de abastecimento rural em comunidades remotas.

Percebe-se também, que as políticas de saúde pública das populações rurais do Baixo Rio Amazonas não tem alcançado satisfatoriamente os objetivos de melhoria dos indicadores sanitários. Há muito que ser feito em relação ao desenvolvimento humano dessas comunidades.

REFERÊNCIAS

- ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. 160–165, 1998.
- AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.
- APHA-AWWA-WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association 20^a Edition, Washington D. C., p. 3118, 2003.
- ARAÚJO, G. F. R. et al. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**, v.35, n.1, p. 98-104, 2011.
- AZEVEDO, R. P. **Caracterização de água subterrânea de poços tubulares em comunidades rurais na Amazônia sujeitas à inundação periódica**. In: 23^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande - MS, 2005.
- AZEVEDO, R. P. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. **Acta Amazônica**, v.36, n. 3, p. 313-320, 2006.
- BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, p. 221, 1995.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 26 mar. 2004. Seção I, p. 266.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 2011, Seção 1, do dia 26 seguinte, página 266.
- BRITO, L. T. L.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M. **Qualidade de água para consumo humano**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 16, 2007.
- BROOKS G. F.; BUTEL J. S.; MORSE A. S. **Microbiologia médica**. 20.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 175-84. 1998.
- BURT, T. P.; HEATHWAITE, A. L.; TRUDGILL, S. T. Nitrate process, patterns and management. **Chichester**, John Wiley, cap.15, p. 404-8, 1993.
- CARIM, M. D. J. V.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição Florística e Estrutura da Floresta de Várzea no Município de Mazagão, Amapá, Brasil. **Scientia Forestalis**, v.36, p. 191-201, 2008.
- CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. Santa Maria - RS, 2008.

Dissertação (Mestrado em Ciências do solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2008.

CONCEIÇÃO, F. T. et al. Hidrogeoquímica do Aquífero Guarani na área urbana de Ribeirão Preto (SP). São Paulo: UNESP, **Geociências**, v. 28, n. 1, p. 65-77, 2009.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Hidrogeologia: Conceitos e aplicações**. Coordenadores: Feitosa F. A. C. & Filho, J. M. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997.

CRUZ, P. et al. Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: CONNEPI, 2007.

CUNHA, A. C. et al. Simulação da Hidrodinâmica, Dispersão de Poluentes e Análise de Respostas de Estações Virtuais de Monitoramento no Rio Matapi - AP. **Revista de Estudos Ambientais** (Online), v. 13, n.2, p. 18-32, 2011.

CUNHA, H. F. A. et al. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. **Revista Ambiente & Água**, v.7, n.3, p. 155-165, 2012.

DELVIN T. M. et al. **Manual de Bioquímica com correlações clínicas**. Editora Edgard Blucher Ltda.1998.

DUARTE, A. S. **Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annun L*)**. São Paulo, 188p. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2006.

DUARTE, P. B. **Microrganismos indicadores de poluição fecal em recursos hídricos**. 2011. 52 f. Monografia (Especialização em Microbiologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ECKHARDT, R. R. et al. Mapeamento e avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. **Ambi-Agua**, v.4, n. 1, p. 58-80, 2009.

ELS, R. V. **Sustentabilidade de projetos de implantação de aproveitamentos hidroenergéticos em comunidades tradicionais na Amazônia: casos do Suriname e Amapá**. 242 f. Tese (Doutorado em Ciências Mecânicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. **Determinación del riesgo del contaminación de aguas subterráneas: una metodología basada en datos existentes**. 2. ed. Centro Panamericano de Ingeniería y Ciencias del ambiente, Peru. 1988.

FRAXE, T. J. P.; PEREIRA, H. S.; Witkoski, A. C. **Comunidades ribeirinhas amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais**. Manaus: EDUA, 2007.

FUNASA. **Boletim Informativo: Saneamento Rural**. 2011.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

FUNASA. **Saneamento Rural**. 2013. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>>. Acesso em: 05 abr. 2013.

GUEDES, M.C. **Projeto FLORESTAM: ecologia e manejo florestal para uso múltiplo das várzeas do estuário amazônico – Relatório I 2011 (Maio a novembro)**. EMBRAPA-AP. Macapá-AP.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2013.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios - PNAD 2009**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/>. Acesso em: 07 abr. 2013.

KEMERICH, P. D. C. **Água subterrânea e a saúde da comunidade em bairro de Santa Maria - RS**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

LARSEN, D. **Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba, PR**. 2010. 182 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LUCAS, A. A. T. **Impacto na irrigação da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Marins**. 2007. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MACEDO, J. A. B. **Águas e Águas**. São Paulo: Varela, 505p, 2001.

MAHAN, B. M. **Química: um curso universitário**. 4. ed. São Paulo: Ed. Blücher, 2000.

MENDES, C. G. N. Tratamento de águas para consumo humano - Panorama mundial e ações do PROSAB. In: PÁDUA, V. L. (Coord.). **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano**. Rio de Janeiro: ABES. 504 p. 2006.

MESSIAS, T. G. **Influência da toxicidade da água e do sedimento dos rios São Joaquim e Ribeirão Claro na bacia do Corumbataí**. 2008. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MICHELINA, A. F. et al. Qualidade microbiológica de águas de sistemas de abastecimento público na região de Araçatuba, SP. **Higiene Alimentar**, v. 20, n. 147, p. 90-95, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. **Manual de Saneamento**. 2. ed. Fundação Serviços de Saúde Pública. Rio de Janeiro - RJ, 250 p. 1981.

MOURA, E. A. F. **Água de beber, água de cozinhar, água de tomar banho: diversidades socioambientais no consumo da água pelos moradores da várzea de Mamirauá**. In: XIII Congresso Brasileiro de Sociologia, UFPE, Recife (PE), 2007.

OTENIO, M. H. et al. Qualidade da água utilizada para consumo humano de comunidades rurais do município de Bandeirantes-PR. **Salusvita**, v. 26, n. 2, p. 85-91, 2007.

PEREIRA, L. D. A. De onde vem a água que nós bebemos?. **Revista Eletrônica de Ciências**. n. 50, 2012. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_50/agua.html>

PILATTI, F.; HINSCHING, M. A. O. **Saneamento Básico Rural na Bacia Hidrográfica do Manancial Alagados**. Ponta Grossa, PR: UEPG/SANEPAR. 2008.

PINTO, A. L. **Saneamento Básico e Qualidade das Águas Subterrâneas**. In: Moretti, Edvaldo C. E Calixto, Maria José M. S. (Org.); Geografia e Produção Regional: Sociedade e Ambiente. Campo Grande-MS, Editora da UFMS; p.11-55. 2003.

QUEIROZ, M. F. et al. A qualidade da água de consumo humano e as doenças diarréicas agudas no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, n. 426; Suplemento Especial. 2002.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo - SP. 340 p. 2009.

RIGOBELLO, E. C. et al. Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da região de Dracena. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, v. 7, n. 2, p. 219-224, 2009.

ROCHA, C. M. B. M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Caderno de Saúde Pública**, v.22, n 09, p 1967-1978, 2006.

ROHDEN, F. et al. Monitoramento microbiológico de águas subterrâneas em cidades do Extremo Oeste de Santa Catarina. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.14, n.6, p. 2199-2203, 2009.

ROSSI, P.; MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N. **Curvas de distribuição de efluentes do íon nitrato em amostras de solo deformadas e indeformadas**. Artigo (graduação) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP, Piracicaba. 2007.

SÁ, L. L. C. et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento – Belém do Pará, Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 14, n.3, p. 171-180, 2005.

SAWYER, C. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. Chemistry for environmental engineering. 4^o ed. New York. McGraw-Hill Book Company. p. 658, 1994.

SILVA, M. O. S. A. **Análises físico-químicas para controle das estações de tratamento de esgoto**. São Paulo: CETESB; 1997.

SILVA, R. C. A.; ARAUJO, 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.

SILVA, S. R. et al. O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitória (ES). **Eng. Sanit. Ambient.**, v.14, n.4, p. 521-532, 2009.

SILVA, U. R. L. D.; TAKIYAMA, L. R.; SILVA, S. L. D. F. **Atlas da Zona Costeira Estuarina do Amapá: do Diagnóstico Socioambiental ao Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Participativo**. Macapá: Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá, 2006.

SIQUEIRA, L. P. et al. Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. 1, p. 63-66, 2010.

SOUZA, E. B. et al. Precipitação sazonal sobre a Amazônia oriental no período chuvoso: observações e simulações regionais com o RegCM3. **Revista Brasileira de Meteorologia** (Impresso), v. 24, n. 2, p. 111-124, 2009.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3^o ed. DESA. UFMG, Belo Horizonte, p. 452, 2005.

TANCREDI, R. C. P.; CERQUEIRA, E.; MARINS, B. R. **Águas minerais consumidas na cidade do Rio de Janeiro: avaliação da qualidade sanitária**, 2002. Disponível em: <http://www.saude.rio.rj.gov.br/cgi/public/cgilua.exe/web/templates/htm/v2/view.htm?editions=2&inoid=617>>. Acesso em 03 de abril de 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Water supply, sanitation and hygiene development**. 2013. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/en/. Acesso em 31 mar. 2013.

ZANCUL, M. S. Água e saúde. **Revista Eletrônica de Ciências**. n. 32, 2006. Disponível em: http://cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_32/atualidades.html>