

QUALIDADE DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA – PA, AMAZÔNIA COSTEIRA

Rodrigo Augusto Moreno Santos (*), Luci Cajueiro Carneiro Pereira

* Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina, Instituto de Estudos Costeiros - Universidade Federal do Pará, rodrigomoreno88@hotmail.com

RESUMO

A água é uma molécula essencial para a manutenção da vida. Importante para o desenvolvimento de plantas, animais, para a aquicultura, a agricultura, a indústria, para o abastecimento de cidades etc. Uma boa gestão dos recursos hídricos faz-se necessária para que haja distribuição de água em quantidade e qualidade para a população. A água doce, que é utilizada para o consumo humano, representa apenas cerca de 2,5% do total da água existente no planeta. O Brasil é o país que mais possui água doce no mundo: detém cerca de 16% dessa água. A região amazônica é caracterizada por inúmeros e extensos rios, porém, a região apresenta problemas em relação ao abastecimento de água: grande parte dos municípios não possui tratamento adequado de água e de esgoto. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água no município de Bragança-PA através de análises microbiológicas e físico-químicas. Foi feita amostragem de água em 14 pontos do município, sendo as amostras provenientes do Rio Chumucuí (que abastece a cidade), da água tratada na COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará, que gerencia o abastecimento no município) e dos 12 principais bairros da zona urbana de Bragança. As coletas ocorreram no mês de abril, período chuvoso típico do inverno amazônico. Os resultados obtidos mostraram em parte das amostras presença de bactérias do grupo coliforme (indicador de contaminação fecal), pH de caráter ácido, presença de turbidez, elevadas temperaturas e baixo teor de oxigênio dissolvido no Rio Chumucuí. Melhorias devem ser executadas a fim de sanar estes problemas. Há de se promover atividades de educação ambiental visando a proteção dos mananciais, o uso sustentável da água e a sensibilização da população.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de Água, Abastecimento de Água, Recursos Hídricos, Amazônia Costeira, COSANPA

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a existência da vida na terra. Atua como componente bioquímico dos seres vivos e exerce papel de habitat para muitas espécies vegetais e animais, sendo imprescindível para a manutenção da biodiversidade nos ecossistemas aquáticos e terrestres. É de suma importância para o desenvolvimento da agricultura, da aquicultura e da indústria. Possui valor cultural e religioso, além de ter propiciado o desenvolvimento de civilizações ao longo dos leitos dos rios.

Desde as antigas civilizações, os rios eram vistos como fontes de riqueza, indispensáveis para o desenvolvimento da sociedade e de estratégia, pois viabilizavam o transporte de mercadorias, eram referências para territórios, corredores de fauna e flora, representavam a garantia de alimento e água para o consumo humano e animal, e eram férteis e ideais para a agricultura. Hoje, porém, o sentimento geral a respeito dos estados dos rios nas áreas urbanizadas ficou apenas nas lembranças saudosistas de quem pôde aproveitar o seu estado natural, as suas paisagens e a sua fase de balneabilidade (GORSKI, 2008).

Neste contexto de importância da preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos pela população, Gerônimo Rocha, em sua obra “Água, gente e ambiente, segundo Guimarães Rosa” cita que:

“Nestes tempos de confusão e medo, convém recorrer a outros espíritos iluminados, que não os cientistas do clima. Ao longo dos séculos, são os escritores os que melhor entendem os sinais dos tempos, as revoluções e a alma humana. No caso, a literatura de Guimarães Rosa é um antídoto contra os males do mundo; proporciona a introdução de uma dose de humanidade na relação das pessoas com o meio ambiente.”

Ainda segundo o autor, o principal legado do século XX foi a poluição intensa e extensiva, que comprometeu irremediavelmente a paisagem, os recursos hídricos e a saúde das populações.

É creditada a João Guimarães Rosa a seguinte frase “A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba”.

A Terra é o único planeta do sistema solar que tem água nos três estados (sólido, líquido e gasoso), e as mudanças de estado físico da água no ciclo hidrológico são fundamentais e influenciam os processos biogeoquímicos nos ecossistemas terrestres e aquáticos. A Terra possui 1,386 bilhões de quilômetros cúbicos de água, mas apenas 2,5% desse total é de água doce. Destes 2,5%, cerca de 75% estão congelados nas calotas polares, 10% estão confinados nos aquíferos e, portanto, a disponibilidade dos recursos hídricos no estado líquido é muito reduzida. Os rios, lagos e reservatórios são as principais fontes de água de onde a humanidade retira o que consome.

O Brasil detém aproximadamente 16% das águas doces do planeta, distribuídas desigualmente. Daí a necessidade de preservação dos recursos hídricos. Em todo mundo, em média, 10% da utilização da água vai para o abastecimento público, 23% para a indústria e 67% para a agricultura (TUNDISI, 2003).

A nível regional, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), o Pará possui alta disponibilidade hídrica superficial. São 143 municípios reunindo cerca de 5,2 milhões de habitantes. Porém, mais da metade destes municípios (77) não possui tratamento de água. A Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) presta serviço de abastecimento de água a apenas 41% dos municípios e 76% dos municípios tem como fonte de abastecimento mananciais subterrâneos (poços amazônicos e artesianos).

Diante deste contexto, o presente estudo busca contribuir com dados relevantes que possam ajudar a preencher a lacuna existente em relação a uma região onde o tema qualidade de água para consumo humano é tão pouco estudado.

OBJETIVO

Caracterizar a qualidade da água do Rio Chumucuí e da água distribuída para consumo humano na zona urbana de Bragança-PA, através de análises microbiológicas (coliformes totais e termotolerantes), análises físico-químicas (temperatura, pH, turbidez e oxigênio dissolvido) e avaliar os aspectos que interferem na sua qualidade.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em Bragança (Fig. 1), município localizado no nordeste do estado do Pará, situado no litoral amazônico e distante 210 km da capital Belém. O município ocupa uma área de 2.091,930 km² e sua população estimada para o ano de 2014 é de 120.124 habitantes (IBGE, 2010). Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008) a cidade possui rede de distribuição de água tratada, mas não possui rede coletora de esgoto.



Figura 1: Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Autor do Trabalho

A água que abastece a cidade é oriunda do Rio Chumucuí (Fig. 2), que é um afluente da margem esquerda do Rio Caeté e cujo ponto de captação localiza-se nas seguintes coordenadas: 01°05'50''S e 46°47'33''W (FREITAS, 2012). O rio situa-se no Km 7 da rodovia estadual PA – 112 (Rodovia Dom Eliseu Corolli, que liga Bragança a Santa Luzia do Pará). A distribuição de água é administrada pela COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará). A água recebe um tratamento simplificado que se resume a desinfecção com cloro gasoso (cloração) e a uma filtração.



Figura 2: Rio Chumucuí e seus diversos usos. Abril, 2015. Fonte: Autor do Trabalho

O Rio Chumucuí (Fig. 3) também possui grande valor para as populações das comunidades rurais próximas às suas nascentes. O corpo d'água é utilizado para o amolecimento da mandioca na produção da farinha. Além disso, pesquisas sobre peixes ornamentais do Chumucuí foram feitas por Fujimoto et. al (2013).

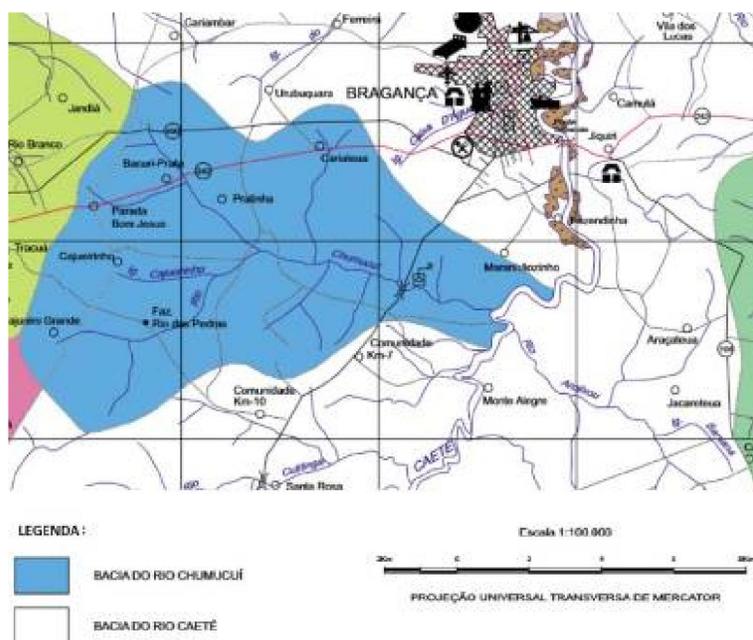


Figura 3: Bacia dos Rios Chumucuí e Caeté. Fonte: Adaptado de Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, CPRM, 1998.

AMOSTRAGEM

Foram coletadas amostras de água no mês de abril do ano de 2015, período inserido no inverno amazônico, que é caracterizado por elevado índice pluviométrico. A precipitação mensal registrada foi de 420 mm de chuva e as temperaturas oscilaram entre 23°C e 32°C (INMET, 2015). Foram determinados 14 pontos de coletas, sendo o ponto (1) no Rio Chumucuí próximo à captação de água da COSANPA, o ponto (2) na saída da Estação de Tratamento de Água (ETA) da COSANPA (água tratada) e nos demais pontos foram coletadas amostras de água tratada de torneira das casas nos 12 principais bairros da zona urbana de Bragança: (3) Samaumapara, (4) Trevo, (5) Taíra, (6) Morro, (7) Aldeia, (8) Riozinho, (9) Centro, (10) Alegre, (11) Cereja, (12) Vila Sinhá, (13) Padre Luiz e (14) Perpétuo Socorro.

MÉTODOS DE ANÁLISE

Para quantificar coliformes totais e coliformes termotolerantes (Número mais provável em 100mL de amostra) utilizou-se a técnica de tubos múltiplos conforme descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2005). A temperatura foi determinada com o auxílio de um termômetro de mercúrio. O potencial hidrogeniônico (pH) foi obtido através de um pHmetro. A turbidez foi obtida através de um medidor portátil de turbidez. A análise de oxigênio dissolvido foi realizada através de análise volumétrica (iodometria) segundo o método de Winkler. Para conhecer os diversos usos da água do Rio Chumucuí foram realizadas entrevistas com moradores locais, observações *in loco* e revisão bibliográfica. Para entender o uso da água no perímetro urbano foram distribuídos questionários aos moradores das casas onde as amostras foram coletadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para descrever os resultados deste trabalho, foram levadas em consideração duas legislações: a Resolução nº357/2.000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Portaria Nº 2914 DE 12/12/2011 do Ministério da Saúde.

A Resolução nº357/2.000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Nesta resolução, as águas doces são classificadas em quatro classes. O Rio Chumucuí, de acordo com o seu uso e o seu tratamento, se enquadra dentro das águas doces classe I, que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. Portanto, a amostra (1) do Rio Chumucuí foi analisada de acordo com esta resolução.

As amostras de água potável dos bairros (2) a (14) foram avaliadas conforme os parâmetros da Portaria Nº 2914 DE 12/12/2011 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Observações em campo permitiram constatar que o tratamento de água da COSANPA é reduzido a apenas as etapas de cloração e remoção de sólidos em suspensão através de um processo de floculação e filtração ineficientes.

Em relação ao uso da água do Rio Chumucuí, as observações *in loco* mostraram que a população utiliza o igarapé nos arredores da captação pela COSANPA para recreação (balneário), atividades domésticas (limpeza de alimentos, roupas etc) e higiene pessoal. Essas atividades desequilibram o ecossistema aquático à medida que são inseridos compostos no corpo d'água (urina, tensoativos provenientes de detergentes não biodegradáveis, restos de alimentos etc).

Quanto ao uso da água tratada nas residências, através de entrevistas informais com moradores dos bairros, foram relatados o uso para atividades domésticas (lavar roupas, limpeza da casa etc) e higiene pessoal. Os entrevistados informaram que não utilizam a água para dessedentação e de maneira geral classificaram a água como ruim, de aspecto duvidoso, principalmente em relação à sua cor. Foram citados episódios de “coceiras” no corpo que, segundo moradores, podem ter sido ocasionados pela água de má qualidade.

Segundo dados do Conselho Mundial da Água (CMA), divulgados em 2010, todos os dias, por volta de 25 mil pessoas morrem no planeta devido a complicações relacionadas à má qualidade da água, número de mortes maior do que provocado pelas guerras.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) informa que cerca de 80% das doenças registradas nos países em desenvolvimento são causadas pela má qualidade da água. Doenças comuns como diarreia, giardíase e cólera são basicamente causadas pela ingestão de água contaminada por agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas) ou através de contato direto ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico. Geralmente, sua profilaxia está associada a medidas sanitárias e cuidado com os alimentos, principalmente os ingeridos crus, como as verduras e legumes.

COLIFORMES TOTAIS E COLIFORMES TERMOTOLERANTES

O grupo de coliformes totais é representado por bactérias que tem sido isoladas de solos e águas, poluídas ou não. Dentro deste grupo estão os coliformes termotolerantes, que são um subgrupo de bactérias provenientes do trato intestinal de humanos e outros animais ditos de sangue quente. Este subgrupo compreende o gênero *Escherichia* e em menor grau, espécies de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (WHO, 1993). A presença do grupo coliforme indica possível contaminação fecal (WHO, 2004) e sendo assim é utilizado como parâmetro microbiológico de qualidade de água.

Do total de amostras analisadas 71,4% apresentou resultado positivo para coliformes totais e 64,3% para coliformes termotolerantes. A amostra do ponto 1 - água do Rio Chumucuí - apresentou resultados satisfatórios conforme resolução CONAMA/357, que preconiza para águas doces classe I com tratamento de água simplificado um NMP/100mL de até 200 coliformes. A amostra do ponto (2) água tratada pela COSANPA apresentou ausência de coliformes totais e termotolerantes. Isso indica que o processo de desinfecção (cloração) efetuado na ETA apresentou resultado satisfatório.

Quanto as amostras de água tratada dos 12 bairros, 9 bairros apresentaram resultados insatisfatórios. O Ministério da Saúde, através de sua Portaria nº 2914 determina que deve haver ausência de coliformes termotolerantes em amostras de 100mL de água potável e apenas 5% das amostras podem apresentar coliformes totais nas análises mensais. A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos para coliformes e coliformes termotolerantes:

Tabela 1.: Número mais provável de coliformes totais e termotolerantes em 100mL de amostra. Abril, 2015.
¹Resolução CONAMA 357/2005 ²Portaria MS 2914/2011

Ponto	Localização	C. Totais (NMP/100mL)	C. Termotolerantes (NMP/100mL)	Valor Máximo Permitido
1	Rio Chumucuí	35	15	200 ¹
2	COSANPA	< 3	< 3	Ausência em 100mL ²
3	Bairro Samaumapara	< 3	< 3	Ausência em 100mL ²
4	Bairro Trevo	240	240	Ausência em 100mL ²
5	Bairro Taíra	< 3	< 3	Ausência em 100mL ²
6	Bairro Morro	43	43	Ausência em 100mL ²
7	Bairro Aldeia	460	460	Ausência em 100mL ²
8	Bairro Riozinho	> 1.100	> 1.100	Ausência em 100mL ²
9	Centro	3	< 3	Ausência em 100mL ²
10	Bairro do Alegre	3,6	3,6	Ausência em 100mL ²
11	Bairro Cereja	< 3	< 3	Ausência em 100mL ²
12	Bairro Vila Sinhá	> 1.100	> 1.100	Ausência em 100mL ²
13	Bairro Padre Luiz	21	21	Ausência em 100mL ²
14	Bairro Perpétuo Socorro	23	23	Ausência em 100mL ²

Vale salientar que a Estação de Tratamento de Água na COSANPA de Bragança não possui laboratório de controle de qualidade microbiológico para executar análises diárias. As amostras são enviadas mensalmente à capital Belém para que as análises sejam realizadas. Dentre as principais fontes de contaminação fecal do Rio Chumucuí podemos citar o contato humano nas nascentes (atividades de recreação – balneário). Já nas casas, a contaminação pode ser potencializada devido às tubulações de transporte de água serem antigas e sem manutenção. Os reservatórios d'água abertos sofrem influência de águas de chuva e da presença de animais que podem transitar entres os ambientes poluídos e as casas (insetos, urubus etc) levando agentes contaminantes.

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH

O pH é um termo utilizado para se referir ao potencial hidrogeniônico de uma solução aquosa. Indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade da amostra. O pH das amostras analisadas apresentou caráter ácido. Valores fora do permitido (6,0 a 9,0) conforme a Resolução nº 357 do CONAMA/2005. Uma das possíveis causas é o fato de o Rio Chumucuí ser um rio de águas pretas, caracterizado por elevada produção de ácido húmico, gerado através de reações de quimiossíntese para a degradação da matéria orgânica presente na mata ciliar que cai sobre o leito do rio. Deve ser feita a correção do pH na estação de tratamento da COSANPA para minimizar os efeitos às tubulações pela quais a água é transportada e para que a população não utilize uma água sem condições de potabilidade. O gráfico abaixo representa os resultados obtidos para os valores de pH:

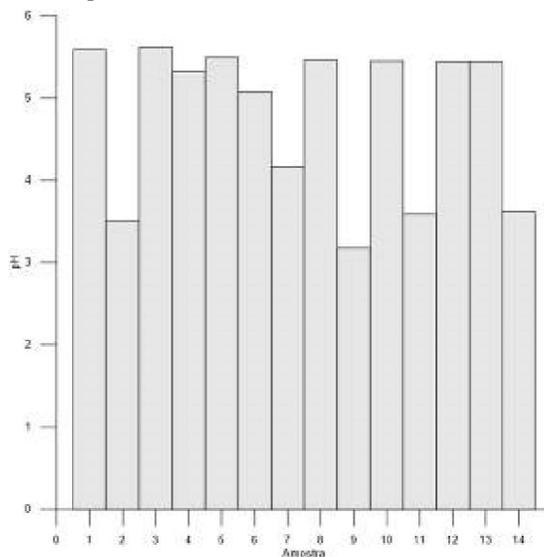


Gráfico 1. pH das amostras. Abril, 2015

TEMPERATURA

A temperatura da água é um parâmetro muito importante para se caracterizar a qualidade de um ecossistema aquático, pois influencia na solubilidade do oxigênio presente, na velocidade das reações químicas e na taxa de crescimento de microrganismos (ESTEVES, 1998). Nas amostras analisadas as temperaturas variaram entre 27°C a 30 °C. Segundo *Western Upper Peninsula Center for Science, Mathematics and Environmental Education* (USA) temperaturas acima de 27° são consideradas muito altas, diminuem o nível de oxigênio dissolvido e acarretam a diminuição da vida aquática. O gráfico abaixo apresenta os valores de temperatura das amostras:

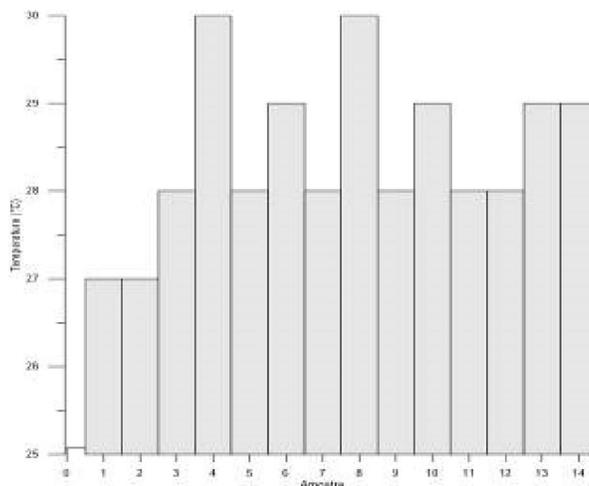


Gráfico 2. Temperatura (°C) das amostras. Abril, 2015.

TURBIDEZ

A turbidez mede a quantidade de partículas em suspensão presentes na água e influencia em seu grau de transparência. A turbidez das amostras apresentou valores entre 2,73 NTU e 23,10 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez). O Rio Chumucuí apresentou valores satisfatórios, pois o aceitável para água doce classe I é até 40 NTU conforme o CONAMA 357/2005. Já as amostras de água tratada, com exceção do ponto 13 (Bairro Padre Luiz), estão dentro do padrão permitido que é inferior a 5NTU conforme a portaria 2914 do Ministério da Saúde.

Com relação ao valor de 5,0 NTU, se refere ao padrão organoléptico de potabilidade. Conforme artigo 5º, inciso IV da referida portaria, o padrão organoléptico é o conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde. A turbidez acima de 5,0 NTU pode causar rejeição da população pela sua aparência turva, mas não necessariamente a água provocará danos à saúde, principalmente se a água atende aos outros parâmetros, a exemplo dos microbiológicos (ausência de coliformes totais e de *Escherichia coli*). O gráfico abaixo mostra os valores de turbidez, com destaque para a amostra do ponto n° 13:

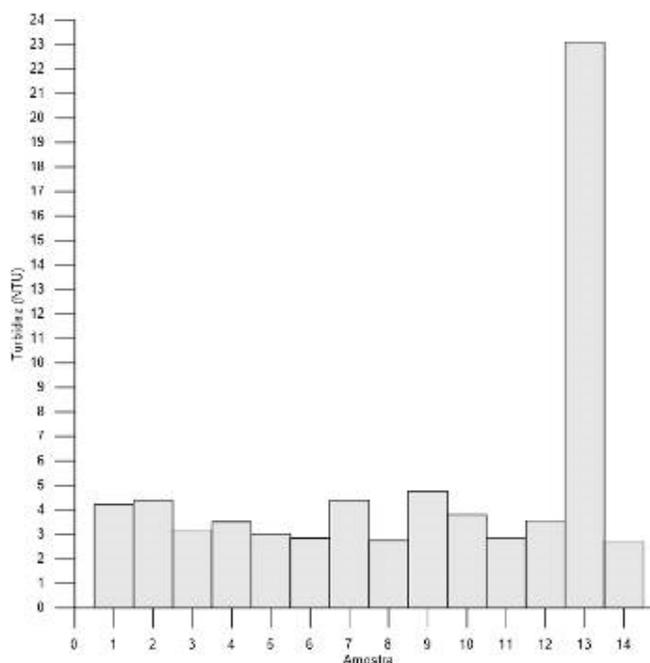


Gráfico 3. Turbidez (NTU) das amostras. Abril, 2015

Um dos principais problemas em relação à turbidez da água em Bragança no período chuvoso (inverno amazônico) é o ineficaz processo de floculação, decantação e filtração da água. As intensas chuvas ocasionam o escoamento de grande aporte de sedimento no leito do Rio Chumucuí. O processo de distribuição de água para a população é interrompido diversas vezes para que não haja entupimento dos filtros da COSANPA. A população fica sem água. Para dar continuidade no abastecimento de água após a remoção do sedimento no rio, a COSANPA reinicia o abastecimento de água para a população. Essa água turva não fica na estação de tratamento o tempo suficiente para que os produtos químicos reajam e possibilitem a floculação e a decantação dos sólidos. Os filtros antigos e sem manutenção constante contribuem para a ineficácia do processo de tratamento.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O oxigênio dissolvido na água é um importante parâmetro ambiental para avaliação da saúde dos ecossistemas aquáticos. Insuficiente oxigênio (hipóxia ambiental) pode reduzir ou suprimir a existência de organismos aeróbios tais como peixes, além de promover aumento de organismos anaeróbios tais como bactérias. Esse desequilíbrio ecológico irá afetar as populações das espécies existentes no corpo d'água.

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998). As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas de oxigênio são causadas pelo consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), por perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos, nitrificação e oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos - ferro(II) e manganês(II), por exemplo.

Os valores de oxigênio dissolvido variaram de 2,13 ml/L (Rio Chumucuí) até 7,34 ml/L (Bairro Trevo). O Rio Chumucuí apresenta-se fora do padrão permitido, que não pode ser inferior a 6mg/L de oxigênio dissolvido (CONAMA 357/2005). Esse valor influencia negativamente na manutenção do equilíbrio do ecossistema e manutenção da vida aquática. O gráfico abaixo mostra o teor de oxigênio dissolvido com ênfase na amostra do Rio Chumucuí (1):

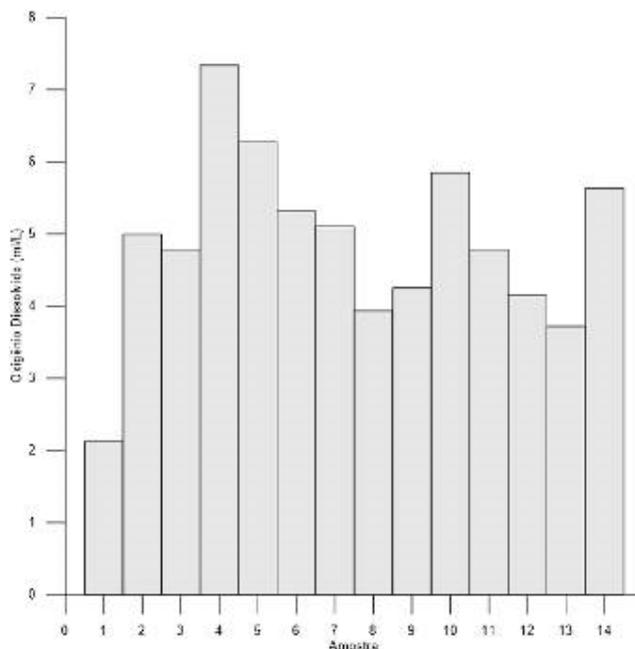


Gráfico 4. Oxigênio Dissolvido (ml/L) nas amostras. Abril, 2015.

CONCLUSÃO

As amostras analisadas e as observações em campo permitiram concluir que a água distribuída para consumo humano em Bragança, de forma geral, não apresentou qualidade satisfatória de potabilidade no período chuvoso. Muito se deve à falta de tratamento adequado, ausência de controle de qualidade e falta de investimento em infraestrutura de saneamento básico. O real desenvolvimento da região amazônica só virá quando existir qualidade de vida para a população que ali vive. Acesso à água de qualidade é primordial para o bem estar. Há de se promover melhorias no processo de tratamento de água na COSANPA, na tubulação da rede de distribuição, aplicar medidas de desinfecção nas caixas d'água e reservatórios das casas, criar estação de tratamento de esgoto no município, dentre outras medidas afim de sanar os problemas da qualidade de água em Bragança. É necessário que hajam programas de educação ambiental no município e regiões adjacentes para que haja conscientização quanto ao uso das nascentes e do rio Chumucuí, visando a proteção dos mananciais. Deve haver parceria entre as Instituições de Ensino, a Prefeitura Municipal e a COSANPA para promover melhorias na gestão dos recursos hídricos e garantir água em quantidade e qualidade para uma população que vive num contexto de negligência em relação ao fornecimento de água de qualidade e saneamento básico.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21. ed. American Public Health Association, Washington, D.C., USA, 2005.
2. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005.
3. BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de vigilância em Saúde. Portaria 2914 de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
4. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Qualidade das águas interiores de São Paulo. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf> Data de acesso: 15/06/2015.
5. COSANPA . Companhia de Saneamento do Pará. Disponível em: <http://www.cosanpa.pa.gov.br/> Data de acesso: 19/06/2015.
6. ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1988. 574p.
7. GORAYEB, A. PEREIRA, L. C. C. Análise integrada das paisagens de bacias hidrográficas na Amazônia Oriental. UFC Edições. Fortaleza. 2014
8. GORSKI, M. C. B. Rios e Cidades: Ruptura e Reconciliação. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2008.
9. IBGE. Censo Demográfico 2010.
10. IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. NOTA 1: Estimativas da população residente com data de referência 10 de julho de 2014 publicadas no Diário Oficial da União em 28/08/2014.
11. IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.
12. INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP).
13. Western Upper Peninsula Center for Science, Mathematics and Environmental Education. Disponível em: <http://wupcenter.mtu.edu/education/stream/pHecologydatainfo.htm> Data de acesso: 29/06/2015.
14. WHO (World Health Organization). Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition, 2011. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_chapters/en/. Data de acesso: 24/09/2015.