

## I-141 - ANÁLISE DA CONFORMIDADE DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA PELOS ALUNOS DO CAMPUS DE POMBAL DA UFCG COM O PADRÃO DE ACEITAÇÃO PARA CONSUMO HUMANO

**Karla Pereira de Lucena<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental, pelo Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal, Paraíba, Brasil.

**Kaiane Pereira de Lucena<sup>(2)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental, pelo Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal, Paraíba, Brasil.

**Juliana dos Santos Lucena<sup>(3)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental, pelo Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal, Paraíba, Brasil.

**Érika Fernandes Moura Noé<sup>(4)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental, pelo Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal, Paraíba, Brasil.

**Érica Cristine Medeiros Nobre Machado<sup>(5)</sup>**

Doutora em Recursos Naturais. Professor Assistente I. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal, Paraíba, Brasil.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Coronel Francisco de Assis, 94A - Centro - Pombal - PB - CEP: 58840-000 - Brasil - Tel: (83) 99626316 - e-mail: pereirakarla73@gmail.com

### RESUMO

Água potável é aquela própria para o consumo humano, atendendo ao padrão de potabilidade vigente de cada nação, no caso do Brasil, esse padrão é estabelecido pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. A qualidade da água para consumo humano é de extrema importância para a saúde, segurança e bem estar de uma população ou comunidade. Objetivou-se neste trabalho a verificação da conformidade de parâmetros físico-químicos e microbiológicos (ph, temperatura, turbidez, dureza, cloro residual livre, coliformes totais e termotolerantes) da qualidade da água consumida pelos alunos do campus de pombal da UFCG com o padrão de aceitação para consumo humano. Observou-se que todos os parâmetros físico-químicos apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos pelo padrão de potabilidade, com exceção do valor mínimo do parâmetro de Cloro Residual Livre, cuja concentração média encontrada foi inferior ao valor estabelecido; e que os parâmetros microbiológicos não estão em conformidade com a portaria, o que pode estar relacionado, dentre outros, a erros técnicos e/ou contaminação do meio durante as análises e à influência das condições de armazenamento local da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água Potável, Padrão de Potabilidade, Qualidade da Água, Campus Universitário, Pombal – PB.

### INTRODUÇÃO

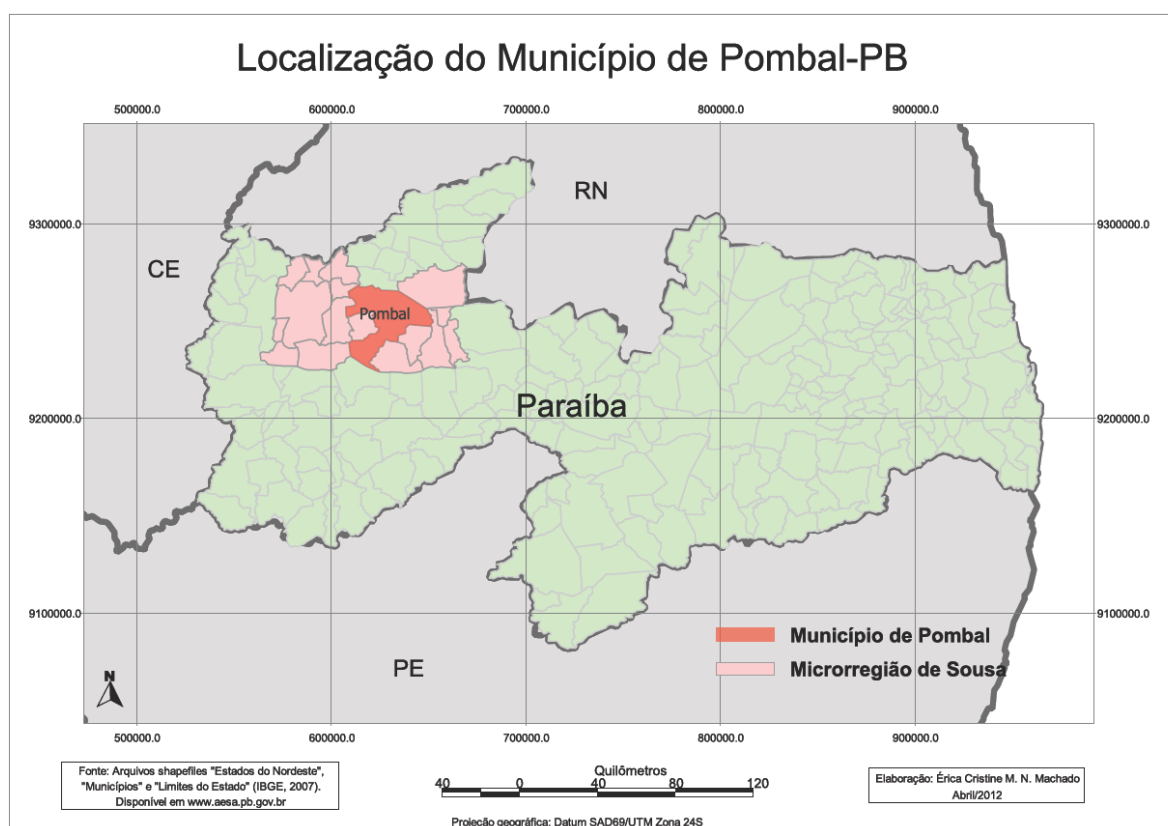
A Portaria do nº 518/2004 do Ministério da Saúde tem como propósito estabelecer os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, com vistas a oferecer à população uma água livre de microorganismos patogênicos e/ou substâncias químicas que ofereçam riscos à saúde, além de ser limpa, de sabor agradável e inodora. Segundo tal portaria, água potável é aquela que é própria para consumo humano e cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade, e não oferecem riscos à saúde.

Os procedimentos e responsabilidades acerca do controle e da fiscalização da qualidade da água para consumo humano para o atendimento deste padrão estão preconizados pela própria portaria e há a obrigatoriedade, dos responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água, de informar aos consumidores sobre a qualidade da água fornecida, cujos mecanismos e instrumentos de divulgação estão estabelecidos no Decreto Federal 5.440/2005. Contudo, sabe-se que, além de ser possível que contaminações ao longo da tubulação do sistema de distribuição passem despercebidas pelos programas de monitoramentos estabelecidos pelas companhias de

abastecimento, estas companhias apenas se responsabilizam pela qualidade da água fornecida no ponto de entrada da residência, ficando a cargo do morador, a correta limpeza e higienização do reservatório interno.

O campus de Pombal, localizado na cidade de Pombal – PB, faz parte da estrutura multicampi da Universidade Federal de Campina Grande -UFCG, instituição autárquica vinculada ao Ministério da Educação, criada a partir do desmembramento da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) pela lei 10.419 de 05 de abril de 2002, com sede no campus de Campina Grande. Possui apenas um centro de ensino, denominado Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, e abriga três unidades acadêmicas: a Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental - UACTA, a Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias - UAGRA e a Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos - UATA.

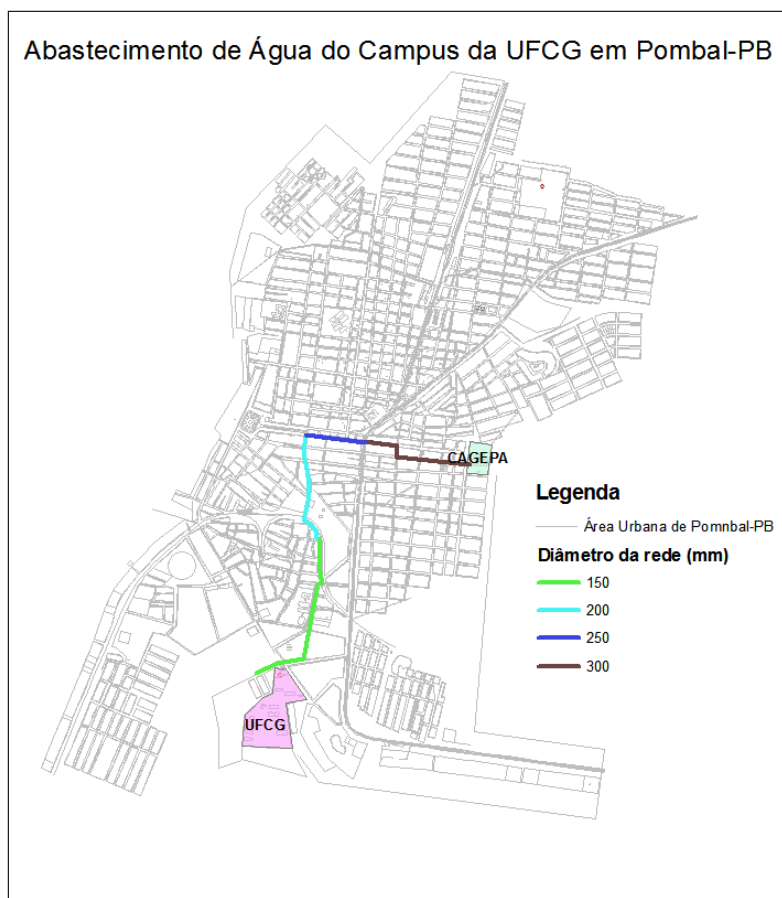
O município de Pombal possui uma área de 889 km<sup>2</sup> e está inserido na microrregião de Sousa, no estado da Paraíba, distante 378 km da capital do Estado, João Pessoa (Figura 1). Conforme o último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, existe no município uma população de 32.110 mil habitantes, distribuídos entre 16.381 homens e 16.729 mulheres, com uma densidade demográfica de 36,13 hab./km<sup>2</sup>.



**Figura1. Localização do município de Pombal/PB no Estado da Paraíba. Fonte: Autores.**

A população é abastecida pelo rio Piancó, cuja vazão é de 1.540m<sup>3</sup>/s. O sistema de abastecimento d'água foi projetado em 1959 e iniciado no mesmo ano, porém só foi operacionalizado dez anos depois. Atualmente, esse sistema conta com as operações de captação, adução, tratamento, reserva e distribuição d'água. A CAGEPA (Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba), responsável pela operação e administração desse sistema, realiza monitoramento da qualidade da água na captação do rio Piancó, na saída da estação de tratamento e em vários pontos estratégicos da cidade.

O tratamento da água é feito em quatro etapas (floculação, decantação, filtração e purificação). O abastecimento de água no campus se dá através de canalizações, que vem diretamente da estação de tratamento de água em tubulações cujo diâmetro varia de 150 a 300 mm, conforme Figura 2.



**Figura 2. Trajeto do sistema de abastecimento de água do campus da UFCG em Pombal-PB. Fonte: CAGEPA.**

O campus possui dois reservatórios de armazenamento de água: uma cisterna, com capacidade de 75.000L e uma caixa d'água suspensa com capacidade de 50.000L. Ao chegar ao campus, a água fica armazenada na cisterna, com capacidade de 75.000L e, em seguida é bombeada para a caixa d'água suspensa com capacidade de 50.000L e, posteriormente, através de tubulações, abastece todo o campus (blocos de aula, blocos de laboratório, biblioteca, etc.) conforme mostra a Figura 3. Os reservatórios de armazenamento do Campus foram concluídos neste ano de 2012, mas, desde o início do ano de 2011 os bebedouros já haviam sido instalados no campus. Contudo, até o presente momento, ainda não foi elaborado um cronograma oficial de higienização regular destes bebedouros.

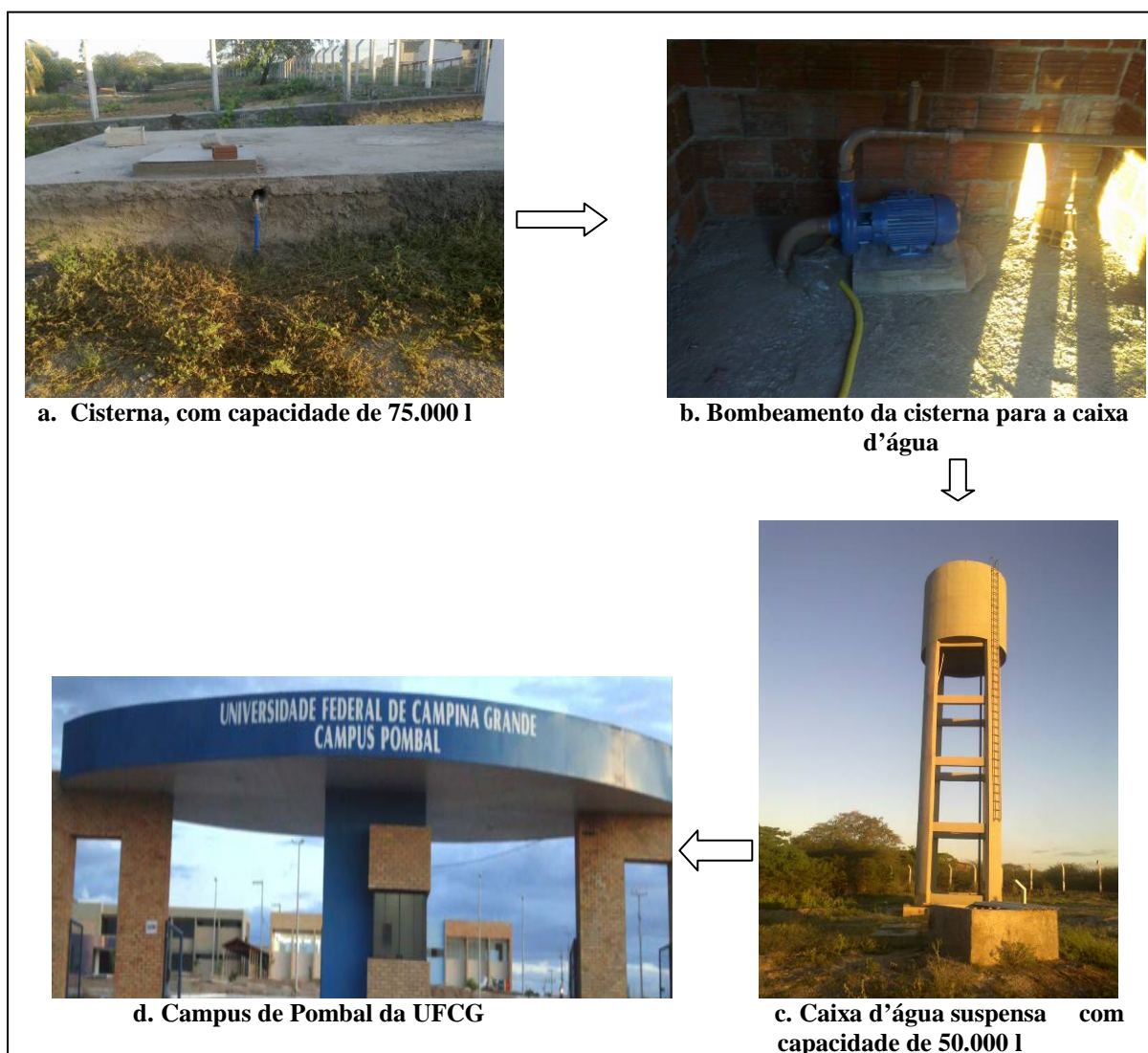
### **QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Segundo Medeiros Filho (2009), a qualidade da água pode ser função das diversas substâncias que se encontram em seu meio e os parâmetros que mostram as características de uma água pode ser de ordem física, química e bacteriológica. A água adequada para o consumo humano deve ser potável, ou seja, não deve conter microorganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal (FUNASA, 2006). Em outras palavras, uma água é dita potável quando é inofensiva a saúde do homem, agradável aos sentidos e adequada aos usos domésticos (Medeiros Filho, 2009).

A diminuição da quantidade e da qualidade da água potável a níveis que comprometam até mesmo a sobrevivência humana é um problema cada vez mais frequente. No meio urbano, esta depreciação está relacionada com o rápido e desordenado crescimento da população mundial e sua concentração em megalópoles mal estruturadas. No meio rural, a contaminação da água tem relação, principalmente, com as atividades agrícolas desenvolvidas, as quais possuem diferentes níveis de impacto ao ambiente de acordo com a tecnologia adotada (Casali, 2008).

Para ser considerada potável, a água destinada ao abastecimento da população humana deve atender as características de qualidade que estejam de acordo com os valores permissíveis dos parâmetros químicos, físicos, organolépticas e microbiológicos (Casali, 2008). Tais valores permissíveis variam de acordo com as legislações nacionais de diversos países, logo, a água considerada potável em determinado país, pode não ser em outro. Pois, se por um lado, potabilidade da água é, por pressuposto, um conceito universal e absoluto, por outro, na constituição de um padrão de potabilidade podem e devem ser consideradas especificidades locais (ambientais, sociais, culturais e econômicas) que, em última instância, se refletirão na factibilidade de aplicação de uma norma (Pinto, 2006).

Segundo Silva (2004 apud Casali, 2008), manter a água potável e constantemente disponível ao homem é uma das obrigações dos órgãos governamentais fiscalizadores. Mas, não é apenas responsabilidade pública e, sim, de toda a sociedade por se tratar de bem essencial.



**Figura 3. Instalações da distribuição de água dentro do Campus de Pombal da UFCC.**

### **PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA NO BRASIL E NO MUNDO**

Segundo Solsona (2002 apud Pinto, 2006), normalmente, o setor de saúde, mais especificamente o Ministério da Saúde, costuma ser a instituição líder responsável pela elaboração de uma norma relativa à qualidade da água para consumo humano, designando uma comissão responsável pelos trabalhos e fornecendo-lhe reconhecimento oficial.



A primeira iniciativa de elaboração de diretrizes relativas à potabilidade da água promovida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) foi direcionada ao continente europeu, motivada pela escassez de países que possuíssem padrões de potabilidade da água estabelecidos em seus territórios e de uniformidade de métodos de análise e expressão de resultados (Pinto, 2006).

A preocupação com o padrão de potabilidade nos EUA iniciou-se em 1914, referenciando-se somente à contaminação bacteriológica. Tal preocupação originou-se pelo fato da ocorrência de inúmeros surtos de doenças por transmissão hídrica. Em 1925, revisou-se o padrão de potabilidade vigente, objetivando a reflexão dos bons resultados alcançados na redução dos surtos das referidas doenças por meio do tratamento de águas de abastecimento, principalmente com o advento de cloração. Em seguida, houve outras revisões ocorrentes em 1942 e em 1969 (Libânio, 2008).

Nos EUA a qualidade da água é regulamentada pela USEPA (United States Environmental Protection Agency), a qual estabelece o padrão de potabilidade considerando-se os riscos à saúde associados a cada contaminante, seu padrão de ocorrência na água, as tecnologias de tratamento disponíveis e o custo. Adicionalmente, a USEPA compila dados sobre a qualidade da água, fornece informação ao público, disponibiliza orientação, assistência e inspeciona os programas estaduais de controle de qualidade da água (USEPA, 2004 apud Pinto, 2006).

No Canadá a responsabilidade por garantir a qualidade da água distribuída é compartilhada entre as províncias, territórios, governos municipal e federal. Em geral, as províncias e territórios são responsáveis pelos sistemas de abastecimento e os municípios apenas supervisionam as estações de tratamento (Health Canada, 2005 apud Pinto, 2006). No Canadá, a qualidade da água é regulamentada pela Guidelines for Canadian Drinking Water Quality – Health Canada.

A primeira iniciativa brasileira no sentido de regulamentar a qualidade da água para consumo humano ocorreu em 1977, com o Decreto 79.367 que instituiu a competência do Ministério da Saúde para elaborar normas e o padrão de potabilidade da água. No mesmo ano, o Ministério da Saúde publicou a Portaria MS 56/Bsb, estabelecendo as Normas e o Padrão de Potabilidade de Água para Consumo Humano, válidos em todo o território nacional (Bastos, 2003).

Segundo Formaggia (1996, apud Pinto, 2006), em 10 de janeiro de 1990, o Ministério da Saúde editou uma nova Norma e Padrão de Potabilidade da água para consumo humano, que trouxe como principais inovações a introdução dos conceitos de controle e vigilância da qualidade da água, a atualização do padrão de potabilidade e dos planos de amostragem, e exigências de aspectos operacionais, tais como a manutenção de cloro residual e de pressão positiva nos sistemas de distribuição.

Em maio de 2000, a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), através da Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde, e o Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI), em parceria com a Representação no Brasil da Organização Pan-americana da Saúde (OPAS) vinculada à Organização Mundial de Saúde (OMS), desencadeou o processo de revisão da Portaria 36. Processo este que implementou uma discussão de alcance nacional, com participação das secretarias municipais e estaduais de saúde, dos Serviços de Vigilância Epidemiológica, Sanitária e Ambiental em Saúde, do Setor Saneamento, por meio das Companhias Estaduais, Serviços Municipais e suas entidades representativas, das universidades, de órgãos ambientais e entidades da sociedade civil (Bastos *et al.*, 2001).

A partir daí constituiu-se um grupo de trabalho multidisciplinar para a elaboração de uma minuta da nova legislação. Este trabalho envolveu uma pesquisa bibliográfica sobre o estado da arte do conhecimento sobre os diversos aspectos inerentes à qualidade da água para consumo humano, controle e vigilância; a análise crítico-comparativa entre normas e legislações vigentes em diversos países (Bastos *et al.*, 2001). O resultado deste processo foi a Portaria do Ministério da Saúde nº 1.469 de 29 de dezembro de 2000, publicada no Diário Oficial da União em 22 de fevereiro de 2001 e reeditada em março de 2004 como Portaria MS 518/2004 (BRASIL, 2004).

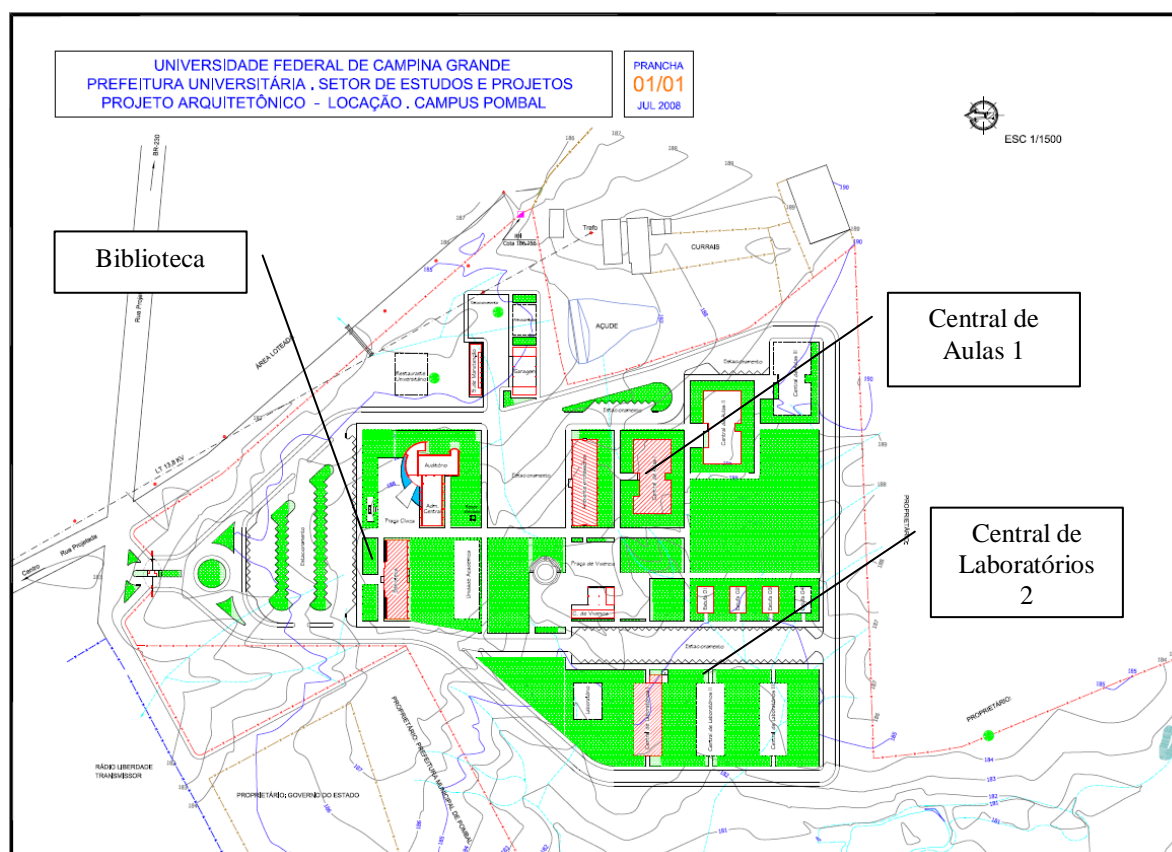
A revisão da portaria teve por base critérios de qualidade da água estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), além de normas dos órgãos de controle de qualidade da água dos Estados Unidos e Canadá, entre outras contribuições. O texto final da portaria foi aprovado pelo Ministério da Saúde e pela Comissão Intergestores Tripartite e é resultado de discussões realizadas entre os técnicos da Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, órgão executivo do Ministério da Saúde, com o apoio da Organização Pan-americana de Saúde

(OPAS) e dos seguintes órgãos e entidades: associações de empresas estaduais, municipais e de profissionais de saneamento (AESBE, ABES E ASSEMAE); Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDU), Conselhos Nacionais de Saúde e de Meio Ambiente (CNS e CONAMA); Ministério Público; Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA); Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde; Agência Ambiental Americana (EPA/USA); Universidade de Adelaide (Austrália) e universidades brasileiras (Medeiros Filho, 2009).

O atual padrão de potabilidade brasileiro (Portaria MS 518/2004) é composto por: a) padrão microbiológico; b) padrão de turbidez para a água pós-filtração ou pré-desinfecção; c) padrão para substâncias químicas que representam riscos à saúde (inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção); d) padrão de radioatividade; e e) o padrão de aceitação para consumo humano.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram definidos três pontos de coleta para análise da água no campus: a) 1º ponto de coleta: bebedouro da Central de Aulas 1; b) 2º ponto de coleta: bebedouro da biblioteca; c) 3º ponto de coleta: bebedouro da Central de Laboratório 2, no qual está inserido o Laboratório de Análises da Água (Figura 4).



**Figura 4. Planta baixa do projeto arquitetônico do Campus de Pombal com localização dos pontos de coleta.**

O procedimento para realizar a coleta da água proveniente dos bebedouros selecionados para o presente estudo foi o recomendado pela FUNASA (2006), a qual estabelece os seguintes critérios para a realização da coleta: a) abrir a torneira e, deixar que a água escoe por três segundos; b) fazer a higienização da torneira, utilizando álcool gel, para impedir que quaisquer partículas existentes no local, possam influenciar no resultado; e c) utilizar um recipiente (no caso, uma garrafa de água mineral esterilizada) para coletar a amostra de água. Em relação ao acondicionamento da água coletada, não se tornou necessário a utilização de algum recipiente de conservação, devido à proximidade dos pontos de coleta em relação ao laboratório de análise da água.

Uma vez realizado o procedimento da coleta da água, foram feitas as análises físicas, químicas e microbiológicas. Na Tabela 2 são apresentados os métodos de análises utilizados e os valores máximos

permitidos estabelecidos pelo padrão de potabilidade brasileiro (portaria 518/2004 do Ministério da Saúde) referentes a cada parâmetro analisado.

**Tabela 2. Métodos de análises e os valores máximos permitidos estabelecidos pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde**

<b>Parâmetro</b>	<b>Características Básicas</b>	<b>Método de Análise</b>	<b>VMP *</b>
PH	Parâmetro Químico que pode provocar corrosividade ou incrustações nos sistemas de tubulações	Medidor de pH	6,0 a 9,5
Cloro Residual Livre	Parâmetro Químico, adicionado no processo de desinfecção da água	Colorímetro digital	0,2 a 2,0 mg/L
Dureza	Parâmetro Químico que pode diminuir a formação de espuma e provocar incrustações em tubulações de água quente	Titulometria de Complexação com o indicador Negro de Eriocromo	500 mg/L CaCO <sub>3</sub>
Turbidez	Parâmetro Físico reflete o grau de transparência da água influenciado por substâncias em suspensão	Turbidímetro digital	1,0 UTN**
Coliformes termotolerantes	Indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos	Tubos múltiplos	Ausência

\*Valor Máximo Permitido

\*\* admitido até 5,0 UT em apenas 5% das amostras

No momento da coleta, realizou-se a medição imediata do parâmetro de temperatura da água em todas as amostras selecionadas, com o auxílio de um termômetro digital. Posteriormente as amostras foram conduzidas para o Laboratório de Análises de Água – LAAg – do campus a fim de dar continuidade ao procedimento de análises dos demais parâmetros. No LAAg os seguintes parâmetros físico-químicos foram analisados: a) pH: utilizando um medidor de pH. O procedimento consiste na imersão de dois eletrodos na amostra de água e, após estabilização, leitura direta do valor do pH registrado pelo aparelho; b) cloro residual livre: utilizando um colorímetro digital. O procedimento consiste na junção de 5 gotas de CL-S1, 2 gotas de CL-S2 e 10ml da amostra em uma cubeta limpa, e, após homogeneização e inserção da cubeta no aparelho, leitura direta da concentração de cloro; c) turbidez: utilizando um turbidímetro digital. O procedimento consiste em uma suave agitação da amostra e, após aguardar alguns instantes até que as bolhas de ar desaparecessem, leitura direta do valor da turbidez no aparelho previamente calibrado; e d) dureza: através da titulometria de Complexação, o qual consiste na titulação de cada amostra de água com EDTA-0,001N, e a presença do indicador Negro de Eriocromo para indicar o ponto de viragem no final da titulação. Tal procedimento foi realizado em triplicata para cada amostra selecionada.

Após a execução das análises físico-químicas foram iniciados os procedimentos para a análise microbiológica das amostras, a fim de investigar a presença de coliformes totais e termotolerantes. Foram realizadas novas coletas para esta análise. O método utilizado para análise microbiológica da água foi o método dos Tubos Múltiplos, cujo procedimento de análise é o apresentado em FUNASA (2006), baseado no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater publicação da American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation.

Para a determinação de coliformes totais, inicialmente, preparou-se o material de vidro, e os meios de cultura (Caldo lactosado de concentração dupla e Caldo lactoso de diluição simples). Em seguida, realizou-se testes em todas as amostras de água selecionadas (Central de Aulas 1, Central de Laboratórios 2 e Biblioteca). Inicialmente, realizou-se o teste presuntivo, tomando-se uma bateria contendo 15 tubos de ensaio distribuídos de 5 em 5, sendo que nos primeiros 5 tubos, (os quais continham caldo lactosado de concentração dupla) inoculou-se com pipeta esterilizada, 10 ml da amostra de água selecionada, em cada tubo (Diluição 1:1) e, nos 10 tubos restantes (os que continham caldo lactosado de concentração simples) inoculou-se nos 5 primeiros, 1 ml da amostra (Diluição 1:10) e nos 5 últimos tubos, inoculou-se 0,1 ml da amostra, em cada tubo (Diluição 1:100).

Posteriormente, misturou-se e incubou-se a  $35 \pm 0,5^\circ \text{C}$  durante 24/48 horas. Após este período realizou-se a leitura, pela qual observou-se a formação de gás dentro de alguns tubos, indicando que o teste Presuntivo foi Positivo. Neste caso, procedeu-se ao teste confirmativo, tomando-se o número de tubos do Teste Presuntivo que deram Positivos (formação de gás) nas 3 diluições (1:1; 1:10 e 1:100). Posteriormente, realizou-se o procedimento de repicagem, o qual consistiu na tomada de igual número de tubos contendo o meio de Cultura Verde Brilhante Bile a 2%; com uma alça de platina, previamente flambada e fria, retirou-se de cada tubo positivo uma porção de amostra e inoculou-se no tubo correspondente contendo o meio Verde Brilhante. Em seguida, identificou-se os tubos, e, incubou-se durante 24/48 horas a  $28 \pm 0,2^\circ \text{C}$ . No final do período de 24/48, ocorreu formação de gás dentro de alguns tubos, indicando, assim, que o teste foi considerado positivo.

A determinação de coliformes termotolerantes foi realizada simultaneamente com o teste confirmativo, descrito acima na determinação de coliformes totais, seguindo todo o procedimento descrito no referido teste, diferenciando em relação aos meios de cultura e a temperatura de incubação, sendo que na determinação de coliformes totais, o meio de cultura utilizado foi o Verde Brilhante Bile a 2% e incubação de amostras a  $38 \pm 0,2^\circ \text{C}$ . No final de 48 horas, observou-se a formação de gás, indicando, assim, a presença de coliformes de origem fecal na água.

A expressão dos resultados se deu através da combinação de leituras, tanto na determinação de coliformes totais e termotolerantes, e posterior consulta da tabela que apresenta os valores de Números Mais Prováveis (NMP) de coliformes em 100 mL de amostra (NMP/100ml) com limite de confiança de 95% do Manual prático de análises de água da Funasa (Funasa, 2006).

Durante os procedimentos de análise microbiológica da água utilizou-se luvas e máscaras, além do jaleco, indispensável à realização de qualquer tipo de atividade executada em laboratórios. Apesar dos referidos cuidados, considera-se que alguns erros técnicos podem ter influenciado os resultados, tais como condições inadequadas de um equipamento (pipeta de 4ml) e possível contaminação do meio, devido a proliferação de bactérias durante a troca de informações entre técnico e operante da análise em um pequeno intervalo de tempo em que a máscara não foi utilizada.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Análise físico-química da água

Na Tabela 3 são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químico da água consumida pelos alunos do campus de Pombal da UFCG, bem como os valores máximos permitidos para os parâmetros analisados, estabelecidos pelo padrão de potabilidade brasileiro (portaria 518/2004 do Ministério da Saúde). De acordo com tabela, percebe-se que os resultados obtidos na análise dos parâmetros físico-químicos são semelhantes entre as amostras e encontram-se em conformidade com o padrão de potabilidade, indicando, assim, que a água consumida pelos alunos do campus de Pombal da UFCG apresenta uma boa qualidade em termos físicos e químicos.

**Tabela 3. Análise físico-químico da água consumida pelos alunos do campus de Pombal da UFCG.**

Amostras	Temperatura (°C)	Ph	Cloro Residual Livre (mg/L)	Turbidez (UNT)	Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )
Bebedouro da Central de Aulas 01	7,7	7,20	0,01	0,21	36,0
Bebedouro da Biblioteca	7,1	6,72	0,02	0,34	37,5
Bebedouro da Central de Laboratórios 2	7,5	6,99	0,02	0,23	35,0
Valor admissível	-	6,0 a 9,5	≤ 2,0mg/L	≤ 1,0UNT	≤ 500 mg/L CaCO <sub>3</sub>

A temperatura é um parâmetro de grande importância, dado que tem influência na velocidade das reações químicas, na solubilidade dos gases, na taxa de crescimento dos microrganismos, entre outras (Sousa, 2001). De acordo com FUNASA (2006), a temperatura está relacionada com o aumento do consumo de água, com a fluoretação, com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança do pH, com a desinfecção, etc. Dessa forma, percebe-se a importância deste parâmetro, o qual relaciona-se e exerce



influência com todos ou quase todos os demais parâmetros, sejam eles, físicos, químicos ou biológicos, exigidos para qualificar a água. Deve-se ressaltar que o padrão de potabilidade brasileiro (Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde) não estabelece um valor admissível para o referido parâmetro, enquanto que o padrão canadense e americano limita tal parâmetro a 15°C (Libânio, 2008). O valor da temperatura da água consumida pelos alunos e demais membros inseridos no campus de Pombal da UFCG, apresentou um valor médio aproximado de 7,6°C, tal fato se deve as condições agradáveis (água gelada) para o consumo humano.

Para o parâmetro de pH, o valor médio encontrado foi de 6,97, estando dentro dos limites estabelecidos pela portaria (entre 6,0 e 9,5). O pH refere-se à concentração dos íons hidrogênio [H<sup>+</sup>] e é um parâmetro muito importante nos processos de tratamento da água. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. Quando o valor do pH não atende a conformidade estabelecida pelo padrão de potabilidade pode ocorrer corrosividade e incrustações nas tubulações.

O cloro residual livre é um produto químico utilizado na desinfecção da água. Sua medida é importante e serve para controlar a dosagem que está sendo aplicada e também para acompanhar sua evolução durante o tratamento (Funasa, 2006). A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde determina a obrigatoriedade de se manter em qualquer ponto na rede de distribuição a concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mg/l. Recomenda, ainda, que o teor máximo seja de 2,0 mg/l de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento. Na análise realizada na água dos bebedouros do Campus de Pombal, verificou-se um valor médio de 0,017 mg/l de CRL, logo, tal parâmetro não atendeu ao limite mínimo estabelecido pelo padrão de potabilidade.

A turbidez da água é um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano e tem sua importância no processo de tratamento da água. É devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (Funasa, 2006). Nas análises realizadas, o valor médio da turbidez foi de 0,26 UNT, estando, portanto, inferior ao limite máximo estabelecido pelo padrão de potabilidade (1,0 UNT). Este mesmo padrão recomenda enfaticamente valores de turbidez inferiores a 0,5 UNT em 95%, estando as amostras de água, também segundo esta recomendação, dentro dos limites aceitáveis. Quando o valor da turbidez de uma água não atende aos limites estabelecidos pelo padrão de potabilidade poderão ocorrer algumas implicações, tais como a formação de flocos pesados e dificuldade da desinfecção da água, devido a proteção que tal parâmetro pode dar aos microorganismos no contato direto com os desinfetantes.

A dureza é determinada de acordo com as concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio. A dureza de uma água pode ser temporária ou permanente, sendo que a primeira, também chamada de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. A dureza temporária é assim denominada porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam. A dureza permanente, também chamada de dureza de não carbonatos, é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, e resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água e não se decompõem pela ação do calor (Funasa, 2006).

Nas análises realizadas, o valor médio da dureza foi de 36,17 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, estando, portanto, muito inferior ao limite máximo estabelecido pelo padrão de potabilidade (500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>). Quando o valor da dureza de uma água não atende a este limite máximo, poderá ocorrer a resistência da ação de sabões e/ou detergentes, podendo causar incrustações nas tubulações.

### **Análise microbiológica da água**

Através da leitura 24/48 horas tanto para os coliformes totais quanto para os termotolerantes determinou-se o número mais provável (NMP/100mL) com limite de confiança de 95% para as combinações de resultados positivos encontradas. Tais valores estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4. Análise microbiológica da água consumida pelos alunos do campus de Pombal da UFCG.**

Identificação da Amostra	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Limite de Confiança de 95%	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Limite de Confiança de 95%
Bebedouro da Central de Aulas 01	1.600	6.000 a 5.300	350	160 a 820
Bebedouro da Biblioteca	33	15 a 77	17	7 a 40
Bebedouro da Central de Laboratórios 2	280	120 a 690	26	12 a 65

Os Coliformes totais e Termotolerantes foram detectados em todas as amostras de água selecionadas para o presente estudo. Tal fato pode está relacionado á proximidade dos bebedouros aos banheiros, bem como á possíveis falta de hábitos higiênicos dos alunos e demais membros que estão inseridos no campus universitário de Pombal – PB. Deve-se considerar também a baixa frequência com que são higienizados os bebedouros, bem como as condições de armazenamento local da água. Observou-se que a água acondicionada na cisterna com capacidade de 75.000L (Figura 5) apresenta presença de insetos e materiais em suspensão, e que tal cisterna não é vedada, possui apenas uma grande tábua fina, servindo como tampa.



**Figura 5. Água acondicionada na cisterna do campus de Pombal da UFCG. Fonte: Autores.**

Analisando os resultados em cada ponto de coleta individualmente, percebeu-se que a água fornecida na Central de laboratórios 2 apresentou o menor NMP/100mL, tal fato deve-se ás maiores exigências de higiene devido á proximidade dos bebedouros aos laboratórios de pesquisa. Já a água fornecida na Central de aulas 1 apresentou o maior NMP/100mL de coliformes totais e termotolerantes, possivelmente por ser um ambiente de maior fluxo de pessoas ao longo do dia. E, por fim, observou-se que a água fornecida no bebedouro da biblioteca apresentou um meio termo entre as duas amostras aqui já relatadas. Deve-se levar em conta que, tanto o bebedouro da biblioteca como o da Central de laboratórios 2 encontram-se próximos aos banheiros.

A portaria 518/2004 do ministério da saúde estabelece a ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 ml de água no padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano. Logo a água do campus universitário de Pombal (UFCG) estaria imprópria para consumo. No entanto, uma das exigências estabelecida pelo padrão de potabilidade brasileiro em seu artigo 10, capítulo VIII, parágrafo 1º: “*No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório*”. Levando em conta que tal exigência não foi obedecida neste estudo, tal situação pode ter influenciado nos resultados.

## CONCLUSÕES

A água consumida pelos alunos do Campus de Pombal da UFCG apresentou valores em conformidade com os valores permitidos pelo padrão de potabilidade brasileiro na análise físico-química. Com exceção do valor mínimo do parâmetro de Cloro Residual Livre, cuja concentração média encontrada foi inferior ao valor estabelecido. Em relação á análise microbiológica foi detectada a presença de coliformes totais e termotolerantes, os quais podem vir a provocar problemas de saúde para os alunos e demais indivíduos que consomem esta água.

Observou-se que tais resultados podem estar relacionados a erros técnicos e/ou contaminação do meio durante as análises da água, bem como a possíveis pontos de contaminação da água no interior do campus, relacionados às condições de armazenamento na cisterna (reservatório semi-interrado), à proximidade dos bebedouros aos banheiros, possíveis falta de hábitos higiênicos de alguns indivíduos que estão inseridos no campus Pombal da UFCG, e a inexistência de um cronograma de higienização regular dos bebedouros.

Recomenda-se a execução de novas análises de água, a fim de validar os resultados encontrados neste trabalho, com inclusão de amostras de água também nos reservatórios de armazenamento e no ponto de entrada de água no campus oriundo da companhia de abastecimento, a fim de verificar possível foco de contaminação da água. Caso seja confirmada a não potabilidade da água do campus, e caso seja identificado um foco de contaminação dentro do campus, recomenda-se como medidas mitigadoras e preventivas: a) a desinfecção da água nos reservatórios de armazenamento e a melhoria das condições de vedação destes reservatórios; b) a elaboração de um cronograma de higienização regular dos bebedouros e dos reservatórios de armazenamento; c) a realocação dos bebedouros em locais mais distantes dos banheiros; d) a instalação de dispensadores de álcool gel para higienização das mãos nas proximidades dos bebedouros; e) a promoção de práticas de educação ambiental dentro do campus, voltada para a conscientização sobre a influência que simples hábitos higiênicos exercem sobre a qualidade da água que consumimos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Análise da Água – LAAG, do Centro de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, pelo fornecimento das condições necessárias à realização das análises de água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASTOS, R. K. X. Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano – evolução da legislação brasileira. In: CONGRESSO REGIONAL DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL DA 4ª REGIÃO DA AIDIS, CONE SUL, 4, 2003, São Paulo.
2. BASTOS, R.K.X., HELLER, L., FORMAGGIA, D.M.E., AMORIM, L. C; SANCHEZ, P S.; BEVILACQUA, P.D., COSTA, S.S., CÂNCIO J. A. Revisão da Portaria 36 GM/90. Premissas e princípios norteadores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 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 União*, Brasília, DF, mar. 2004. 15p.
4. CASALI, C. A. Qualidade da Água para Consumo Humano Ofertada em Escolas e Comunidades Rurais da Região Central do Rio Grande do Sul. Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de Concentração em Processos Químicos e Ciclagem de Elementos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, RS, Brasil, 2008.
5. FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 2ª ed. rev. – Brasília/DF, 2006, 146 p.
6. LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de água. 2ª Edição - Campinas, SP; Editora Átomo, 2008.
7. MEDEIROS FILHO, C. F. Abastecimento de água. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2009. Disponível em <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Agua.html>>. Acesso em: 22/04/2012.
8. PINTO, V. G. Análise Comparativa de Legislações Relativas à Qualidade da Água para Consumo Humano na América do Sul. 2006. 212p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio ambiente e Recursos Hídricos) - Programa De Pós-Graduação Em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
9. SOUSA, E. R. Noções De Qualidade Da Água – Saneamento Ambiental I. Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura. Secção De Hidráulica e dos Recursos Hídricos e Ambientais. Licenciatura Em Engenharia Civil. Lisboa, 2001.