

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS  
CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

ODIRLEI JOEL DOS SANTOS

LUAN COZER

**CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO  
HUMANO E USO NA INDÚSTRIA ALIMENTICIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2

FRANCISCO BELTRÃO

2013

ODIRLEI JOEL DOS SANTOS  
LUAN COZER

**CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO  
HUMANO E USO NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 de Tecnologia em Alimentos da Coordenação do curso Superior de Tecnologia em Alimentos – COALM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ticiane Sauer Pokrywiecki.

FRANCISCO BELTRÃO

2013

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO  
HUMANO E USO NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Por

**ODIRLEI JOEL DOS SANTOS**

**LUAN COZER**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, no Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**BANCA AVALIADORA**

---

Prof. Dra. Thalita Rauen Grando

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

---

Prof<sup>a</sup> Dr. Wagner de Aguiar

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

---

Prof<sup>a</sup>. Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ticiane Sauer Pokrywiecki

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

(Orientador)

---

Prof. Dra. Cleusa Inês Weber

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

(Coordenador do curso)

Francisco Beltrão, 11 de julho de 2013.

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 OBJETIVOS GERAIS .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>6</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2 PADRÃO DE POTABILIDADE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3 ABASTECIMENTO DA ÁGUA .....</b>	<b>10</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE ÁGUA .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 AVALIAÇÃO DO CONTROLE DA ÁGUA .....</b>	<b>15</b>
<b>4.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA .....</b>	<b>15</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA TRATADA .....</b>	<b>16</b>
<b>5.2 DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>5.3 AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE .....</b>	<b>16</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>17</b>

## **RESUMO**

A água é indiscutivelmente um bem precioso. Na indústria de alimentos seu uso é de grande relevância. É um recurso natural renovável de extrema importância para a sobrevivência humana. A água destinada para consumo humano deve atender parâmetros de qualidade, pois a água contém impurezas que podem ser caracterizadas como de ordem física, químicas ou bacteriológica, indicativos de contaminação. O padrão de potabilidade da água é composto por um conjunto de parâmetros organolépticos (gosto e odor), microbiológicos e físico-químicos que lhe confira qualidade própria para o consumo humano. O abastecimento da água compreende um conjunto de critérios que devem ser adotados, que propiciam a minimização dos riscos à saúde humana advindos do uso da água contaminada. Nas tecnologias de tratamento das águas naturais apresentam três fases nas quais são incluídas operações unitárias clarificação, filtração e desinfecção. Em Francisco Beltrão, a captação de água é realizada pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), no Rio Marrecas a água tratada para grande maioria das indústrias do município, o presente trabalho tem como objetivo acompanhar a verificação da qualidade, observando as análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nos laboratórios e o processo de tratamento da água fornecida pela SANEPAR que abastece o município de Francisco Beltrão/PR.

**Palavras-chaves:** água, potabilidade, abastecimento, tratamento, saneamento.

## INTRODUÇÃO

A água é um elemento vital para as atividades humanas e para a manutenção da vida animal e vegetal, É um recurso natural renovável de extrema importância para a sobrevivência humana (OLIVEIRA, 2006).

A qualidade da água varia de acordo com o seu uso. O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), em sua resolução N°430 de 2011, classifica os recursos hídricos, segundo seus usos preponderantes: a) águas doces; b) águas salobras; c) águas salinas, estabelecendo as condições de uso e padrões de lançamento de efluentes e outras providências (BRASIL, 2005).

A água destinada para consumo humano deve atender certos parâmetros de qualidade, pois, contém impurezas que podem ser caracterizadas como de ordem física, químicas ou bacteriológica, indicativos de contaminação orgânicos e biológicos. Através de processo de tratamento, essas impurezas são removidas ou reduzidas, até um nível não prejudicial ao ser humano, sendo que os limites máximos são estabelecidos pelos órgãos de saúde pública como padrões de potabilidade (OLIVEIRA, 2006).

As características mais comuns no monitoramento em águas para consumo humano são químicas (inorgânicos, orgânicos e pesticidas) e microbiológicas (Coliformes totais, *Escherichia coli*)(ALMEIDA, 2010).

Em Francisco Beltrão, a captação de água é realizada pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), no Rio Marrecas que se localiza na margem esquerda da Bacia do Rio Iguaçu, onde sua largura é aproximadamente 20 metros com profundidade inferior a um metro em grande parte do tempo. O sistema de tratamento é realizado na ETA (Estação de Tratamento de Água) no Morro da Sanepar.

No município de Francisco Beltrão, a água de abastecimento humano é distribuída pela SANEPAR e está disponível para 100% da população urbana do município, para diversas indústrias.

Como matéria prima a água é incorporada no produto final, a exemplo do que ocorre na indústria de bebidas, produtos de higiene pessoal e limpeza doméstica, cosméticos, alimentos e conservas e farmacêuticos. (MIERZA, 2005).

Nessas aplicações, o grau de qualidade da água pode variar significativamente podendo-se admitir características equivalentes ou superiores às da água para consumo

humano. O principal objetivo é proteger a saúde dos consumidores finais e/ ou garantir a qualidade final do produto. (MIERZA, 2005).

A água apresenta as mais diversas características, dependendo do seu uso preponderante. Sendo assim, é de fundamental importância conhecer suas características que muitas vezes podem afetar o processo produtivo de forma direta.

É de suma importância a realização das análises diariamente para verificar a potabilidade da água consumida pela população e se essa atende à Portaria nº 2914, de 2011 do Ministério da Saúde evitando assim os riscos de contaminação que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água podem apresentar para a saúde humana e como consequência do seu uso na indústria em geral, principalmente a alimentícia.

## **2- OBJETIVOS**

## **2.1- OBJETIVOS GERAIS**

Acompanhar o controle de qualidade e o processo de tratamento da água fornecida pela SANEPAR que abastece o município de Francisco Beltrão/PR.

## **2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1 - Acompanhar o processo de tratamento da água, desde a etapa de captação, adução, até a ETA, reservação e distribuição;
- 2 - Avaliar o controle da qualidade da água fornecida para a população em geral através dos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos;
- 3 – classificação da água bruta, do recurso hídrico.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A água de boa qualidade, isto é, aquela que atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pelos órgãos responsáveis, é uma necessidade básica de qualquer ser humano. “A Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, define água para consumo humano, como água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e a higiene pessoal independente da sua origem, para tal, os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”. Por extensão, é aquela que pode ser empregada no preparo de alimentos.

Nesta mesma portaria define-se controle da qualidade da água potável para consumo humano – “conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água destinada a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição” e que a vigilância da qualidade da água para consumo humano compreende - “conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende à portaria vigente e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana”. (BRASIL, 2011).

Toda a água a ser usada tanto para suprimento público, ou privado, deve ser potável e não deve ser quimicamente pura, pois a água carente de matéria dissolvida e em suspensão não tem paladar e é desfavorável à saúde humana (CASALI, 2008).

Tendo em vista, existem diversas ações em conjunto à vigilância da qualidade da água para consumo humano, onde são necessários planos de monitoramento que permitem a obtenção de indicadores para o desenvolvimento de sistema de vigilância, análises com dados das vigilâncias ambiental, sanitária e epidemiológica, que permitem a identificação de fatores de risco (BRASIL, 2006).

Desta forma, manter a água potável e constantemente disponível ao homem é uma das funções dos órgãos governamentais de saneamento. Com auxílio de medidas

preventivas, corretivas da contaminação da água, atividades de inspeção e boas práticas em abastecimento de água com finalidade de minimizar a incidência de doenças transmitidas pela água. (CASALI, 2008).

A água mal condicionada às condições de potabilidade pode ser responsável pela transmissão de uma série de enfermidades ao consumidor quando é constatada a presença de microorganismos patogênicos capazes de causar doenças e até mesmo epidemias ou substâncias químicas que fazem mal a saúde dos seres humanos (FILHO, 2000). Estas doenças podem ser classificadas em (a) doenças transmitidas pela água; (b) doenças associadas à água; (c) doenças cujos vetores se relacionam com a água; (d) doenças associadas ao destino de dejetos e por muito afetadas pela água mais diretamente (OLIVEIRA, 2006).

Cabe salientar, que é possível combater, controlar, reduzir e prevenir a poluição das águas com sucesso, através da correta administração dos processos de tratamento, destacando um controle sistêmico e a vigilância da qualidade da água para consumo humano, visualizando a dinâmica da água desde o manancial até o consumo.

### **3.2 PADRÃO DE POTABILIDADE**

A água potável é aquela que pode ser consumida sem riscos à saúde e sem causar rejeição ao consumo. O padrão de potabilidade da água é composto por um conjunto de parâmetros químicos, físicos, organolépticos (gosto e odor) e microbiológicos que lhe confira qualidade própria para o consumo humano. No Brasil, estes parâmetros estão regulamentados pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011 (BRASIL, 2011).

O padrão de potabilidade brasileiro é composto por: a) padrão microbiológico; b) padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção; c) padrão para substâncias químicas que representam riscos à saúde (inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários de desinfecção); d) padrão de radioatividade; e) padrão de aceitação para consumo humano (FERREIRA; PÁDUA, 2005).

O padrão de aceitação para consumo humano é também estabelecido com base em critérios de ordem estética, no intuito de evitar a rejeição ao consumo e a busca de outras fontes eventualmente menos seguras do ponto de vista da saúde (BRASIL, 2006).

Concomitantemente, substâncias químicas dissolvidas que representam risco à saúde, podem ser de ordem natural decorrente de o elevado poder solvente da água ou de natureza antropológica. De acordo com padrão de potabilidade para substâncias químicas (inorgânicos, orgânicos e agrotóxicos), são levados em consideração, epidemiologias de longa duração devido à ingestão contínua da água com uma dada concentração de uma substância. O padrão para cada substância VMP (Valor máximo permitido) é usualmente estabelecido com base na aceitação de um nível de risco (BRASIL, 2006).

Dentre os critérios estabelecidos que determinem a presença de substâncias químicas na água, onde a maioria das substâncias não é eliminada em processos de tratamento da água. Salienta-se, a dispensa de análise na rede de distribuição quando estes não forem detectados na saída do tratamento e no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição (BRASIL, 2006).

Enfatiza-se o nitrato como um dos compostos químicos mais problemáticos para a saúde humana, pois quando entra no trato digestivo humano pode se transformar em nitrito e, este em excesso, pode causar doenças como a metahemoglobina, ou síndrome do Bebê Azul. Esse problema ocorre porque bactérias do sistema digestivo convertem nitrato em nitrito que, após absorção, tornam a hemoglobina incapaz de transportar oxigênio produzindo sintomas de asfixia (GIACOMETTI, 2001). A elevação dos teores de nitrato nas águas subterrâneas indica, fundamentalmente, a influência de fatores externos como: esgotos domésticos, lixo, fertilizantes agrícolas. Assim, o limite estabelecido na Portaria n° 2914/2011 é de 10 mg/L de  $\text{NO}_3^-$  (BRASIL, 2011).

Com relação aos parâmetros microbiológicos, alguns microorganismos causam sérios danos a saúde, por vezes letais, e apresentam-se na seguinte ordem crescente de resistência à desinfecção: bactérias, vírus, protozoários, helmintos (BRASIL, 2006). Pode-se dizer que no tratamento da água, bactérias e vírus são inativados no processo de desinfecção, enquanto protozoários e helmintos são removidos por meio de filtração. Em suma, do ponto de vista do controle e da vigilância da qualidade da água e sob a perspectiva da avaliação de riscos, é de fundamental importância a proteção dos mananciais e disciplina no uso e ocupação do solo.

A identificação de microorganismos patogênicos na água é, normalmente, morosa, complexa e onerosa (BRASIL, 2006). Os indicadores de utilização tradicional são as bactérias do grupo coliforme, classicamente definidas como: Coliformes totais – “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°C em 24-48 horas, podendo apresentar atividade da enzima B-galactosidase”. Coliformes termotolerantes – “subgrupo das bactérias que fermentam a lactose a 44,5°C em 24 horas”. *Escherichia coli* – “considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos apresenta atividade das enzimas B-galactosidase e B-glucoronidase” (BRASIL, 2006).

As cianobactérias, conhecidas como algas azuis, do grupo de bactérias fotossintéticas, quando em excesso promovem o fenômeno de floração, ocorrendo a eutrofização de lagos e reservatório decorrente do excesso de nutrientes no manancial, provocando um aumento da produção primária da biomassa. Algumas espécies de cianobactérias, com a *lise* das células, liberam toxinas (substâncias químicas orgânicas hepatotóxicas) que representam riscos significativos a saúde humana (BRASIL, 2006).

Esses atributos devem ser considerados nos abastecimentos de água no meio rural. Principalmente em propriedades situadas em locais extremamente precários e estrutura fundiária baseada na pequena propriedade familiar revelam problemas sanitários. Pela falta de proteção das instalações para criação de animais, as águas superficiais e subterrâneas no meio rural podem estar sendo contaminadas, comprometendo o fornecimento de água com qualidade para o consumo humano (CASALI, 2008).

### **3.3 ABASTECIMENTO DA ÁGUA**

O abastecimento da água compreende um conjunto de procedimentos que devem ser adotados, que propiciam a minimização dos riscos à saúde humana advindos do uso da água contaminada. De acordo com a Portaria nº2914/2011, define-se sistema de abastecimento da água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão (BRASIL, 2011).

Os sistemas de abastecimento da água apresentam uma variedade de possíveis combinações de unidade que se integram com o propósito de atender a população por

meio de água encanada. No entanto, o conceito de proteção dos mananciais de abastecimento insere-se na premissa das múltiplas barreiras como forma de assegurar a qualidade da água de consumo (LIBÂNIO, 2008).

Nas tecnologias de tratamento das águas naturais apresentam, três fases nas quais processos e operações unitárias não se inserem: clarificação, filtração e desinfecção. Quando as características da água permitir, como para a maioria dos mananciais subterrâneos, apenas a desinfecção, faz-se necessária para adequação ao padrão de potabilidade. À medida que se verifica menos qualidade da água bruta à filtração, insere-se a clarificação, objetivando em reduzir o aporte de partículas às unidades filtrantes. Em última análise, as etapas da potabilização funcionam como sucessivas barreiras à passagem de partículas, suspensas e dissolvidas, e microorganismos para água tratada (LIBÂNIO, 2008).

Para as águas superficiais, as tecnologias de tratamento de água para abastecimento público podem ser divididas a partir da existência ou não do processo de coagulação química. A inexistência da coagulação inevitavelmente conduz ao emprego da filtração lenta, com ou sem unidades de pré-tratamento em função das características da água bruta (LIBÂNIO, 2008).

Em seguida, as etapas específicas do tratamento, após a escolha do manancial:

a) **MANANCIAL** – é uma das partes mais importantes do abastecimento da água, pois de sua escolha criteriosa depende o sucesso das demais unidades do sistema. Salienta-se o conhecimento da saturação e sedimentação em reservatórios do manancial comparado à evolução do consumo (L/hab.dia) é considerada a primeira e fundamental garantia da quantidade e da qualidade da água em serviço de abastecimento da água. Os mananciais podem ser divididos em três categorias: superficiais, subterrâneos e água de chuvas.

As ações para aumentar a vida útil de um reservatório (mananciais superficiais) ou de controle da eutrofização podem ser divididas em duas categorias: preventivas e corretivas.

Dentre as medidas preventivas, o controle da erosão da, é usualmente referenciado como a melhor maneira de diminuir o aporte de sedimentos aos corpos de água, atenuando, secundariamente, também o aporte de nutrientes. Reconhecem-se, porém, algumas dificuldades para seu sucesso: os resultados obtidos são de médio ou longo

prazo; pode haver uma dependência da anuência e da participação ativa de muitos proprietários (LIBÂNIO, 2008).

Em relação ao assoreamento, as medidas corretivas, convergem para a remoção dos sedimentos por descarga de fundo ou dragagem. A utilização de comportas de fundo e outros sistemas de escoamento hidráulico similares para permitir a passagem dos sedimentos pelas barragens não impede o assoreamento dos reservatórios. Além disso, para o caso de descargas de fundo, a eficiência pode se restringir à área mais próxima à barragem. A alternativa da dragagem só é utilizada em situações extremas ou quando os sedimentos extraídos têm algum valor comercial (PALMIER, LIBÂNIO, NASCIMENTO, 1999).

Como objetivo para minimizar os riscos de contaminação de mananciais subterrâneos consiste na proteção da borda do poço (artesianos) por meio do revestimento das paredes em alvenaria ou concreto, impedindo o carreamento das águas pluviais para o seu interior e evitando desmoronamento das paredes; instalação de uma tampa de concreto e o emprego de bombas manuais ou elétricas, para assegurar uma melhor qualidade da água subterrânea (LIBÂNIO, 2008).

Nessas áreas, limitam-se algumas atividades, como agricultura, construções, instalações de aterros sanitários e lançamento de águas residuárias.

De qualquer forma, a preservação dos mananciais subterrâneos depende essencialmente das práticas/atividades adotadas na superfície, uma vez que existem inúmeros sistemas de comunicação entre as águas superficiais e subterrâneas. Assim, as medidas preventivas referentes à minimização do aporte de sedimentos e nutrientes aos mananciais superficiais acabam por reverberar na preservação e proteção das águas subterrâneas (LIBÂNIO, 2008).

b) **CAPTAÇÃO** – tem por finalidade criar condições para que a água seja retirada do manancial abastecedor em quantidade capaz de atender o consumo e em qualidade tal que dispense tratamentos ou os reduza ao mínimo possível, sobretudo o tratamento da água começa na sua captação (FILHO, 2000). As obras de captação variam conforme as condições locais, hidrológicas, topográficas e, no caso das águas subterrâneas, hidrogeológicas.

c) **ADUÇÃO** – é o conjunto de encanamentos, peças especiais destinadas a promover o transporte da água em um sistema de abastecimento de água, dispostos entre: captação e a ETA (estação de tratamento da água); ETA e o sistema de distribuição

(reservatórios e rede). Classifica-se de acordo com a energia de movimentação do líquido; modo de escoamento do líquido; natureza da água (bruta e tratada) (FILHO, 2000).

d) **TRATAMENTO** – descreve-se como uma seqüência de operações que consistem em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano. Contemplam a combinação das seguintes etapas: clarificação; desinfecção; fluoretação; controle de corrosão e encrustações. Destinados a remoção de contaminantes, como substâncias químicas, metais pesados e agrotóxicos. Dentre as etapas de tratamento estão:

Coagulação – referem-se ao fenômeno químico da desestabilização das cargas superficiais, das partículas coloidais e em suspensão presentes na água, a partir da adição de um coagulante, tornando possível a formação de flocos, que poderão ser removidos da água por processos de separação tais como sedimentação, flotação e filtração.

Floculação – tem por finalidade aumentar as oportunidades de contato entre as impurezas das águas e os flocos que se formam pela reação do coagulante, mediante a introdução de energia na massa líquida, onde deve ser suave para evitar a quebra dos flocos formados. Os floculadores podem ser hidráulicos ou mecanizados.

Decantação – resulta da ação da força da gravidade sobre as impurezas, facilitando a sedimentação delas no fundo do decantador e resultando na clarificação do sobrenadante.

Filtração – envolve a passagem da água através de um meio granular estacionário (areia), de modo que as partículas em suspensão sejam retiradas produzindo um efluente mais limpo. Existem dois tipos de processos distintos de filtração: filtração lenta e filtração rápida. Os filtros são classificados em função do sentido do fluxo em descendentes ou ascendentes e em função da velocidade de filtração, cada alternativa corresponderá uma granulometria adequada para o leito filtrante.

Desinfecção – ocorre a inativação de microorganismos pela adição de um agente desinfetante, dentre os quais o mais empregado é o cloro. A inativação ocorre pela ação de uma certa dose de cloro por um determinado tempo de contato. A eficiência da cloração, se dá pela redução do pH, aplica-se em águas para sistema de distribuição. Segundo a Portaria nº2914/2011, é obrigatório a manutenção de no máximo 0,2 mg/L de cloro residual livre em qualquer ponto de abastecimento de água.

Fluoretação – aplicação de flúor tem por objetivo a prevenção da cárie dentária. A aplicação é feita por meio de dosadores, onde a concentração ótima situa-se em torno de 1 mg/L (BRASIL, 2011).

e) **RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO** – são unidades estratégicas para garantia da qualidade da água e proteção à saúde da população consumidora. Por isso, as instalações merecem destaque, que sejam dotados de tubulações e válvulas adequadas para seu controle, a fim de evitar perdas de água, entrada de insetos e roedores e que sejam adequadamente limpos.

### **3.4 ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)**

O índice de qualidade de água consiste basicamente, em uma média ponderada, na qual o resultado de múltiplos testes é representado em um único valor. Este índice se tornou uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade das águas em diversos pontos de rios e lagos ao longo do tempo, permitindo ainda a comparação com os corpos d'água de outras regiões e países (NSF, 2006).

Nessa linha, a CETESB utiliza desde 1975, o Índice de Qualidade das Águas – IQA, com vistas a servir de informação básica de qualidade de água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (CPRH, 2006).

As principais vantagens dos índices são as facilidades de comunicação com o público leigo, o status maior do que as variáveis isoladas e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da sua interação. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica (LOPES & LIBÂNIO, 2005).

As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas. (LIBÂNIO 1960)

A crescente urbanização e industrialização de algumas regiões têm como conseqüência um maior comprometimento da qualidade das águas dos rios e reservatórios, devidos, principalmente, à maior complexidade de poluentes que estão sendo lançados no meio ambiente e à deficiência do sistema de coleta e tratamento dos esgotos gerados pela população. Sendo assim, a qualidade da água obtida através do IQA apresenta algumas limitações, entre elas a de considerar apenas a sua utilização para o abastecimento público. Além disso, mesmo considerando-se esse fim específico, o índice não contempla outras variáveis, tais como: metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água, número de células de cianobactérias e o potencial de formação de trihalometanos das águas de um manancial (LIBÂNIO, 1960).

Tanto na Legislação Estadual (Decreto Estadual 8468/76) quanto na Federal (Resolução CONAMA 357/05), está estabelecido que os usos preponderantes do recurso hídrico são, dentre outros:

- Abastecimento público;
- Preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas;

Desde 2002, a CETESB utiliza índices específicos para cada uso do recurso hídrico:

IAP - Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público e o IVA - Índice de Preservação da Vida Aquática.

O IAP, comparado com o IQA, é um índice mais fidedigno da qualidade da água bruta a ser captada, que após tratamento, será distribuída para a população (MIERZWA, 2005). Do mesmo modo, o IVA foi considerado um indicador mais adequado da qualidade da água visando à proteção da vida aquática, por incorporar, com ponderação mais significativa, variáveis mais representativas, especialmente a toxicidade e a eutrofização.

Para refletir a qualidade das águas para seus múltiplos usos, tem-se, ainda o índice de Balneabilidade, que avalia as condições da água para fins de recreação de contato primário. (LIBÂNIO 1960)

Assim, a avaliação da qualidade das águas é composta pelos Índices:

- Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP);
- Preservação da Vida Aquática (IVA);
- Balneabilidade (IB)

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores “rating”. Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água inicialmente propostos, somente nove foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentados na Figura 1 (LOPES E LIBÂNIO, 2005).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice. (LIBÂNIO 1960)

As equações utilizadas para fazer o índice de qualidade da água são:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Onde:

**IQA**- índice de qualidade da água: um numero entre 0 e 100;

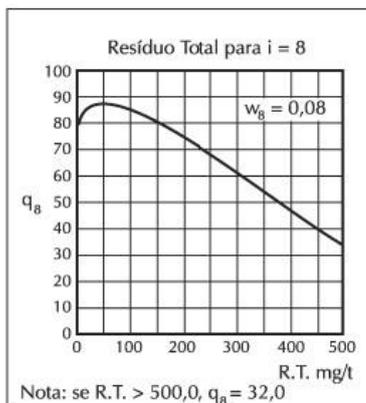
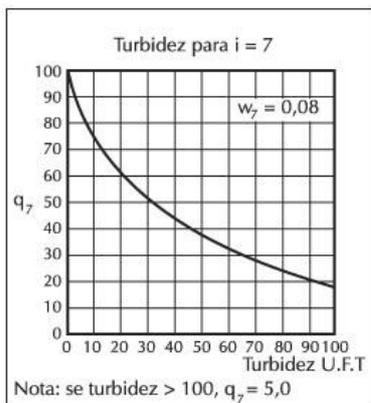
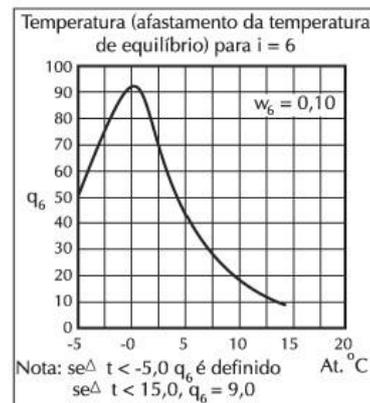
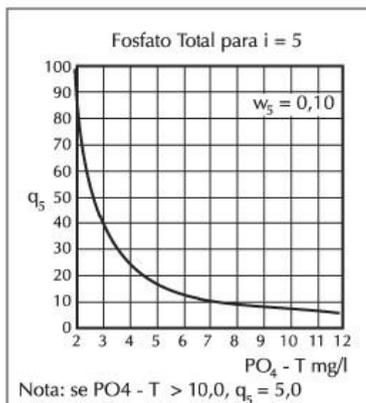
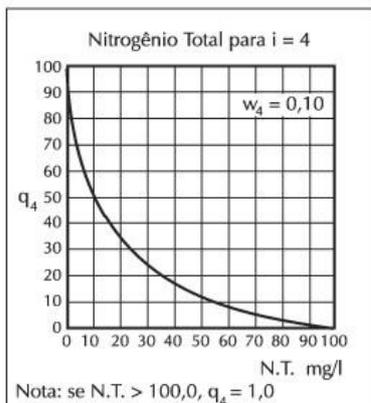
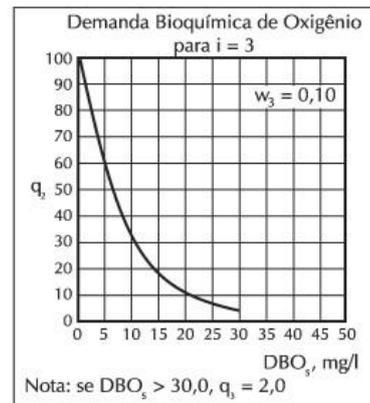
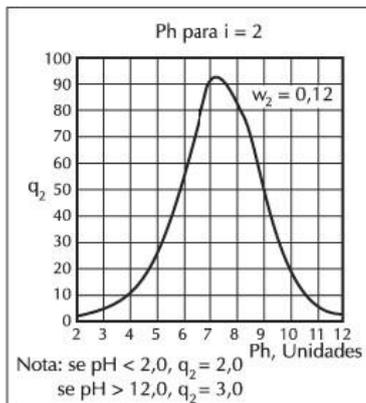
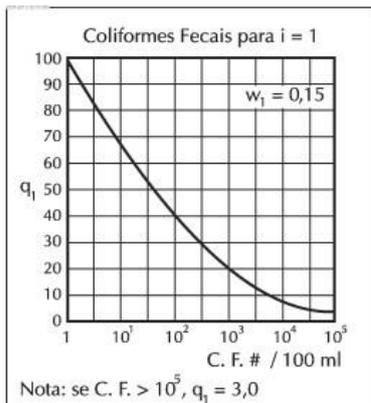
**q**- qualidade do *i*-ésimo parâmetro: um numero entre 0 e 100, obtido da respectiva ‘curva média de variação de qualidade’, em função de sua concentração ou medida;

**w**- peso correspondente ao *i*-ésimo parâmetro: um numero entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade;

**n**- números de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

A figura 01 mostra os nove parâmetros e respectivos pesos para parte integrante do IQA que são eles Coliformes fecais, pH, Demanda bioquímica de oxigênio, Nitrogênio total, Fosfato total, Temperatura, Turbidez, Resíduo total, Oxigênio dissolvido total

Figura; 01 curvas padrões para o cálculo DE IQA.



### 3.5 QUALIDADES DA ÁGUA NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

A qualidade da água nas indústrias alimentícias é de importância tamanha, que sem ela não tem como imaginar a fabricação ou manipulação de alimentos. Está relacionada diretamente na matéria prima como produto principal como em refrigerantes, cervejas, etc.; ou no processo de alguma forma como na higienização, resfriamento assim por diante, ou seja, não tem como falar em indústria alimentícia sem falar em qualidade de água.(MIERZWA,2005).

O consumo de água na indústria, ou seja, a quantidade requerida é influenciada por vários fatores como:

- Ramo de atividade;
- Capacidade de produção;
- Condições climáticas da região;
- Disponibilidade;
- Método de produção;
- Idade da instalação;
- Práticas operacionais;
- Cultura da empresa e da comunidade local;

Como matéria prima a água é incorporada ao produto final, a exemplo do que ocorrem nas indústrias de bebidas, higiene pessoal, limpeza doméstica, cosméticos, alimentos, conservas e farmacêutica. A água também pode ser utilizada para gerar outros produtos como o hidrogênio, por meio de eletrólise.(MIERZWA,2005)

Nessas aplicações, o grau de qualidade da água pode variar significativamente podendo-se admitir características equivalentes ou superiores as da água para consumo humano. O principal objetivo é proteger a saúde dos consumidores finais e/ou garantir a qualidade final do produto.

De acordo com a FIESP os principais usos da água na indústria são: (D' ALKIMIN TELLES,2007)

- Consumo humano; sanitários, vestiários, refeitórios, bebedouros entre outros usos;
- Matéria prima; incorporação do produto final como no caso das bebidas, ou como insumo, como no caso de obtenção de hidrogênio por eletrólise;

- Fluido auxiliar: veículo de substâncias, auxiliar de processos via húmida (como algumas moagens), preparo de soluções e operações de lavagem.
- Transporte de calor; como fluido para aquecimento ou resfriamento, incluindo o uso de vapor:

De um modo mais geral, segundo dados da SABESP, a distribuição do consumo de água industrial pelos diferentes usos se dá pelas seguintes médias:(D'ALKIMIN TELLES,2007).

- Resfriamento 42%
- Usos gerais que aceitam recuperação 16%
- Uso sanitário 12%
- Caldeiras 10%
- Lavagens gerais 10%
- Usos gerais que não aceitam recuperação 9%
- Lavagem de gases < 1%
- Incorporação ao produto <1%

De um modo geral, a qualidade e a quantidade de água necessária para as atividades industriais dependem do ramo de atividade da indústria e sua capacidade de produção.

O ramo de atividade da indústria determina o grau de qualidade da água que vai ser utilizada, ressaltando-se que uma mesma indústria pode precisar de vários tipos de água, cujos níveis de qualidade são definidos em função de suas características físicas, químicas e biológicas. É o porte da indústria, relacionado á sua capacidade de produção, que irá definir qual a quantidade de água adequada para cada uso (MIERZWA, 2005).

Em Francisco Beltrão tem-se um exemplo claro e recente sobre a importância da água distribuída pela SANEPAR para a industrialização de alimentos, trata-se da cervejaria **SCHAF BIER**, fundada em 2011 mas que começou a fabricação e venda no fim de 2012. O responsável técnico afirma que só foi possível chegar a uma excelente qualidade do produto final devido a água que recebem da SANEPAR.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

No período de 01/09/2012 à 31/01/2013 foram coletadas 544 amostras em pontos estratégicos da cidade, aonde a água vai por gravidade ou fica armazenada como é o caso da Cidade Norte onde tem o reservatório do Pinheirinho, para verificar a qualidade após tratamento, a tabela 1.2 apresenta alguns dos resultados das 544 amostras conforme selecionados em bairros opostos, apontando a variação das amostras entre os bairros.

### **4.1- ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

Para a caracterização da água, foram observadas as análises físico-químicas (orgânicas, inorgânicas e agrotóxicos) e microbiológicas (Coliformes e E. coli).

O acompanhamento do processo de tratamento foi realizado junto ao laboratório da ETA onde são realizadas as análises e também junto às equipes da SANEPAR que coletam as amostras diariamente e aleatoriamente conformes pontos estratégicos.

### **4.2- AVALIAÇÃO DO CONTROLE DA QUALIDADE ÁGUA**

A avaliação do controle da qualidade da água foi realizada através da síntese das análises realizadas pela SANEPAR, cujos dados dos relatórios foram fornecidos pela empresa.

### **4.3 INDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Com o intuito de desenvolver um indicador que, por meio de resultados das análises das características físicas, químicas e biológicas, pudesse fornecer ao público em geral um balizador da qualidade das águas de um corpo hídrico, foi desenvolvido o índice de qualidade da água (IQA) (BROWN ET AL. 1970). Uma lista composta por nove parâmetros e respectivos pesos foi selecionada e são parte integrante do IQA que são eles. (LIBÂNIO 1960).

Este índice foi desenvolvido por (BROWN ET AL (1970), a partir de uma metodologia de pesquisa de opinião junto a especialistas da área, para esta pesquisa, composta por três questionários, foram 142 profissionais, onde apresentaram nove parâmetros selecionados, os pesos atribuídos a cada um deles, assim como na curva de médias de variação da qualidade das águas, em função da concentração dos mesmos (LOPES & LIBÂNIO, 2005).

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1- Caracterizações da água tratada**

A Tabela **1.1** apresenta a média dos dados obtidos para os parâmetros da água que sai da Estação de Tratamento para o abastecimento público. As análises foram feitas na própria estação e também no laboratório da SANEPAR em Cascavel.

As análises realizadas na ETA em Francisco Beltrão são; de Cor aparente; Flúor adicionado; Turbidez; pH; Cloro residual; as demais apresentadas na Tabela **1.1** foram feitas no laboratório da USA-G em Cascavel.

Os resultados estão de acordo com a portaria vigente, mostrando na coluna do meio da Tabela 1.1 o resultado obtido da água tratada na ETA Francisco Beltrão e na coluna da direita o limite mínimo para a potabilidade da água tratada.

#### **Tabela 1.1 parâmetros saída da água da ETA-FB**

PARAMETRO	RESULTADO	Valor Mínimo Portaria
Cor Aparente ( uH)	2,5	15,0
mg/ L	0,002	0,7
DBO mg/ L	0,6	2,0
Nitrato	0,47	10,0
Turbidez (NTU)	0,20	2,0
Coliformes totais col/100 ml	0,000	0,000
Dureza total mg/ L CaCO <sub>3</sub> )	32,0	500,0
pH	6,8	
Sólidos Totais mg/ L	56,0	1000,0
Sulfatos mg/ L	10,0	400,0
Nitrito mg/ L	0,005	1,0
Amônia mg/ L	0,05	1,5
Sulfeto de hidrogênio	0,009	0,05

## 5.2 AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DA QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUIDA

A Tabela 1.2 demonstra os resultados das análises que foram feitas na água após sair da ETA. As coletas foram feitas em pontos estratégicos da cidade abrangendo todos os bairros e principalmente onde à maior concentração populacional levando em consideração que em alguns pontos a água fica armazenada como é o caso da Cidade Norte onde existe o reservatório do Pinheirinho que tem capacidade 5 milhões de litros.

No período de 01/09/2012 a 31/01/2013 foram coletadas 544 amostras em diversos pontos da cidade de Francisco Beltrão com objetivo de verificar e analisar como está chegando à água após tratada na ETA até o consumidor final.

Nesses pontos de coletas são levados em consideração alguns padrões de qualidade para água potável conforme se refere à Portaria 2914/2011 para água produzida e distribuída.

**Os parâmetros avaliados foram:**

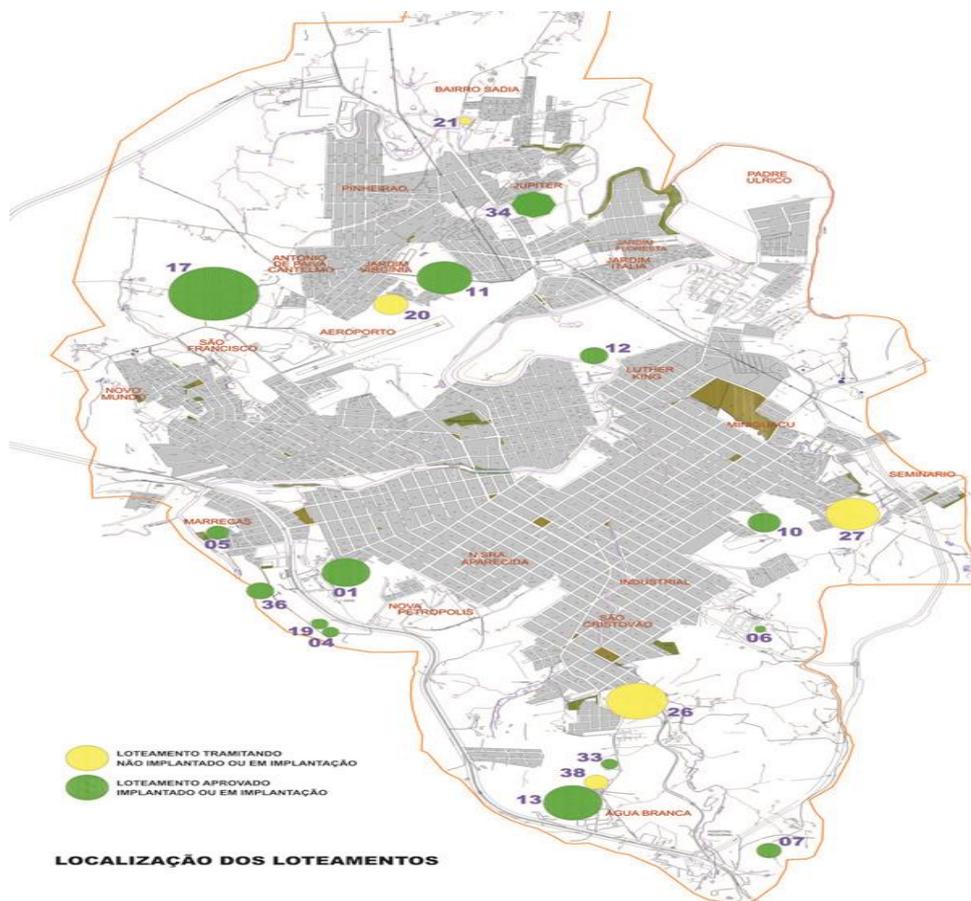
- Turbidez ; uT (Unidade nefelométrica)
- Cor; uH (unidade de escala de Hazen)
- Cloro Residual; (mg/l)
- Potencial de Hidrogênio; pH
- Coliformes Totais; Bacteriológicos/100 mL

Tabela 1 amostras dos bairros em ordem seqüencial, começando dos bairros mais próximos da saída da ETA, até os pontos extremos da cidade

AMOSTRA	DATA	pH	uT	uH	CR	FL	BAIRRO
---------	------	----	----	----	----	----	--------

20	06/09/2012	6,9	0,35	2,5	1,5	0,8	Nova Petrópolis
18	06/09/2012	6,8	0,36	2,5	1,6	0,7	Marrecas
30	06/09/2012	6,8	0,38	2,5	1,6	0,8	N. Senhora Aparecida
34	06/09/2012	6,8	0,43	2,5	1,7	0,8	Centro
32	06/09/2012	6,8	0,45	2,5	1,7	0,8	Cristo Rei
26	06/09/2012	6,8	0,67	2,5	1,7	0,8	São miguel
19	04/10/2012	6,8	0,14	2,5	1,5	0,9	Novo Mundo
28	04/10/2012	6,8	0,37	2,5	1,6	0,8	Industrial
21	17/01/2013	6,8	0,33	2,5	1,0	0,7	Água Branca
27	20/01/2013	6,8	0,43	2,5	1,7	0,8	Vila Nova
23	20/01/2013	6,8	0,35	2,5	1,5	0,7	Miniguaçu
24	06/09/2012	7,0	0,16	2,5	1,5	0,6	Luther King
30	06/09/2012	6,8	0,67	2,5	1,7	0,8	J. Itália
35	04/10/2012	6,8	0,14	2,5	1,5	0,9	Pinheirinho
36	04/10/2012	6,8	0,37	2,5	1,6	0,8	Pinheirão
29	17/01/2013	6,8	0,33	2,5	1,0	0,7	Cantelmo
27	20/01/2013	6,8	0,43	2,5	1,7	0,8	Sadia
29	20/01/2013	6,8	0,35	2,5	1,5	0,7	Jupiter
30	06/09/2012	7,0	0,16	2,5	1,5	0,6	Virginia

Figura 1 Mapa Francisco Beltrão Bairros



Os pontos de coleta obtidos são classificados como.

EC= em conformidade  
 AP= ações preventivas  
 ou AC= ações corretivas.

Demonstrados na tabela 1.2 alguns pontos coletados

**Tabela 1.2 avaliação de conformidade da qualidade da água**

**distribuída algumas amostras.**

AMOSTRA	DATA	ENDEREÇO	pH	uT	uH	CR	FL	ACÇÕES
0002	06/09/2012	R.Nova Petropolis	6,9	0,35	2,5	1,5	0,8	EC
0003	06/09/2012	R. Itapejara D oeste	6,8	0,36	2,5	1,6	0,7	EC
0005	06/09/2012	R.Renascença	6,8	0,38	2,5	1,6	0,8	EC
0006	06/09/2012	Manaus 490	6,8	0,43	2,5	1,7	0,8	EC
0007	06/09/2012	Maranhão 12	6,8	0,45	2,5	1,7	0,8	EC
0008	06/09/2012	Mato grosso	6,8	0,67	2,5	1,7	0,8	EC

0009	04/10/2012	Maringá	6,8	0,14	2,5	1,5	0,9	EC
0010	04/10/2012	Venezuela	6,8	0,37	2,5	1,6	0,8	EC
0011	17/01/2013	Roma	6,8	0,33	2,5	1,0	0,7	EC
0012	20/01/2013	Piratuba	6,8	0,43	2,5	1,7	0,8	EC
0013	20/01/2013	Eduardo Faust 209	6,8	0,35	2,5	1,5	0,7	EC
<b>0014</b>	<b>06/09/2012</b>	<b>Marechal H da Fonseca</b>	<b>7,0</b>	<b>0,16</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,6</b>	<b>AP</b>
0015	13/09/2012	Diadema 91	7,0	0,09	2,5	1,4	0,7	EC
0016	06/09/2012	São Paulo	6,8	0,12	2,5	1,5	0,7	EC
<b>0017</b>	<b>24/01/2013</b>	<b>Aguinaldo Silva</b>	<b>6,6</b>	<b>0,23</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>	<b>000,1</b>

Turbidez ; uT (Unidade nefelométrica) Cor; uH (unidade de escala de Hazen) Cloro Residual; CRFlúor; FLPotencial de Hidrogênio; pH Coliformes Totais; Bacteriológicos/100 ml

Sendo que 491 amostras que estão em conformidades, 52 necessitam de ações preventivas e 1 amostra necessita de ações corretiva, onde foram feitas recoletas que não apresentaram inconformidade.

Das 544 amostras duas apresentaram variâncias das demais a amostra 0014 de coleta do dia 06/09/12 da Rua Marechal Hermes da Fonseca onde o residual de flúor apresentou-se abaixo esperado onde foi feita uma ação preventiva fazendo uma recoleta.

Já a amostra 0017 da Rua Aguinaldo Silva do dia 24/01/2013 apresentou resíduo para a presença de coliformes fecais onde foi feita ação corretiva fazendo uma recoleta onde ambas amostras não apresentaram inconformidade.

### 5.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Médias dos resultados obtidos da água tratada na estação de tratamento em Francisco Beltrão no período 01/09/2012 a 31/01/2013 necessárias para o cálculo do IQA.

Q1- Coliformes fecais = 0,000 Colônias/100 mL

Q2 - pH = 6,8 (potencial hidrogeniônico)

Q3- DBO = 0,6 mg/L

Q4- Nitrogênio Total = 0,38 mg/L

Q5 - Fósforo Total = 0,05 mg/L

Q6- Temperatura = 17° C

Q7- Turbidez = -20 NTU

Q8- Resíduo Total = 47 mg/

Q9- Oxigênio dissolvido = 6,2 mg/L

Para o cálculo do IQA da água captada para abastecimento público do município de Francisco Beltrão, os parâmetros avaliados com seus respectivos pesos são apresentados na tabela onde os resultados dos Q são calculados.

A equação utilizada foi:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} = q_1^{0,17} \cdot q_2^{0,10} \cdot q_3^{0,15} \cdot q_4^{0,12} \cdot q_5^{0,10} \cdot q_6^{0,10} \cdot q_7^{0,10} \cdot q_8^{0,08} \cdot q_9^{0,08}$$

$$IQA = 90^{0,15} * 92^{0,12} * 98^{0,1} * 99^{0,1} * 98^{0,1} * 20^{0,1} * 99^{0,08} * 89^{0,08} * 100^{0,17} = \mathbf{81,715}$$

O resultado obtido do IQA ETA de Francisco Beltrão foi de **81,715** que aponta uma ponderação ótima para água potável padrão IQA/ CEBESP como demonstra PADRÕES DE QUALIDADE OBTIDOS DO IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	79<IQA≤100

Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

## 6. CONCLUSÃO

A água é um recurso de vital importância para os seres humanos, mas cuja disponibilidade é limitada. Países com grande disponibilidade hídrica, como é caso do Brasil, também podem apresentar problemas de escassez de recursos hídricos, seja por causas naturais ou pela demanda excessiva, principalmente em regiões altamente urbanizadas.

Como a quantidade de água que existe no planeta é praticamente constante, a disponibilidade específica tende a diminuir com o passar do tempo, devido ao aumento da população. A poluição dos recursos hídricos pelo lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais também ajuda a acentuar os problemas de escassez de água.

Nesse intuito foi de grande importância fazer todo acompanhamento da água que abastece a cidade de Francisco Beltrão, que é distribuída pela SANEPAR onde acompanhamos todo processo desde a captação, tratamento até a distribuição final.

Os resultados apresentados que se referem à água tratada na ETA, assim como as coletas que são feitas em pontos estratégicos da cidade mostraram resultados positivos para os padrões de potabilidade que são indicados pela portaria 2914, portaria 635, e a resolução CONAMA 357 para o índice de água potável para consumo humano.

O IQA (índice de qualidade da água) desenvolvido e usado pela CETESB que utiliza desde 1975, no estado de São Paulo com intuito de servir informação básica de qualidade de água para o público, O resultado obtido do IQA ETA de Francisco Beltrão foi de **81,715** que aponta uma ponderação ótima para água potável padrão IQA/ CEBESP.

Portanto conclui-se que a água fornecida pela SANEPAR para consumo humano e indústrias no nosso município e de excelente qualidade.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, R. A. S. **Controle de qualidade da água para consumo humano**. Minicurso V- CONNEPI. Maceió-AL. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. 2011. Portaria n° 2914, de 12 de dezembro de 2011. **Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Disponível em: < [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_2914\\_12\\_12\\_2011.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_2914_12_12_2011.pdf) >. Acesso em: 28 de junho de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. 2006. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. – Brasília : 284 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução n°357, de 17 de março de 2005. **Classificação dos corpos de água, diretrizes ambientais para seu enquadramento, condições e padrões de lançamentos de efluentes**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> >. Acesso em: 26 de setembro de 2012.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e Rurais da região central do Rio Grande do Sul**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em ciência do solo. Santa Maria – RS. 2008.

FILHO, C. F. M. **Abastecimento de água**. Dissertação. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB. 2000.

GIACOMETTI, L. **Qualidade microbiológica, concentração de nitratos em águas de consumo alternativo (minerais e de poços) da cidade de Jaboticabal-SP**. 2001. 64f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2001.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas – SP. 2008.

OLIVEIRA, E. J. A. Água – bem maior da humanidade. **Revis. eletr. de cont.** Vol. III, nº 1, jan-jun. 2006.

FERREIRA, A. C. S. F.; PÁDUA, V. L. Tratamento de águas de abastecimento. **Apostila do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**. UFMG. 2005.

PALMIER, L. R.; LIBÂNIO, M.; NASCIMENTO, N. O. Aspectos sobre a vida útil e remoção de barragens. **Anais eletrônicos do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, 1999.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde. **Monografias.com S.A.** 1970. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos2/pesquisa-exploratoria-procedimento/pesquisa-exploratoria-procedimento2.shtml>>. Acesso em: 17 de julho de 2012.