



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

RAFAEL AVANZI MELO MONTEIRO

OS EFEITOS DE DESPEJO DE EFLUENTE NO CORREGO JACÚ

Assis

2013

RAFAEL AVANZI MELO MONTEIRO

OS EFEITOS DE DESPEJO DE EFLUENTE NO CORREGO JACÚ

Trabalho de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação

Orientadora: Ms. Patrícia Cavani Martins de Mello

Área de Concentração: Química

Assis

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

MONTEIRO, Rafael Avanzi Melo

Os efeitos de despejo de efluente no córrego jacu / Rafael Avanzi Melo Monteiro. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2013.

57p.

Orientador: Ms Patrícia Cavani Martins de Mello.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Águas. 2. Padrão de qualidade da água. 3. Análise.

CDD:660

Biblioteca da FEMA

OS EFEITOS DE DESPEJO DE EFLUENTE NO CORREGO JACÚ

RAFAEL AVANZI MELO MONTEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientadora: Ms. Patrícia Cavani Martins de Mello

Analisador: Ms Gilcelene Bruzon

Assis

2013

DEDICATORIA

Dedico este trabalho a Mariza Avanzi Melo Monteiro, minha mãe, que sempre me ensinou o valor da vida e do amor, e por ter-me auxiliado e amparado nas dificuldades enfrentadas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por mais essa vitória alcançada, e por toda a sabedoria e força que sempre me deu para seguir em frente.

Aos meus pais Mariza e José Carlos, por sempre terem acreditado e me apoiado em cada instante da minha vida, agradeço a Deus todos os dias, por ter me dado pessoas tão especiais como os meus pais.

A minha irmã Rafaela, por toda ajuda durante esta etapa da minha vida e por ter sido um exemplo a ser seguido.

A minha professora e orientadora e amiga Patrícia Cavani Martins de Melo, pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho e também por ter acreditado que eu conseguiria, quando eu mesmo já não acreditava.

A Leila pela força e paciência e apoio que me ofereceu.

Ao meu amigo Mateus que não permitiu que eu desistisse deste trabalho.

Aos amigos, no CEPECI e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

RESUMO

Avaliação da água, é fundamental para a saúde da população, por este motivo, existem padrões de controle da qualidade, que dispõem sobre as normas de qualidade em um sistema de abastecimento público, a influência da geologia, vegetação, solos, clima e, sobretudo, do homem reflete na qualidade da água em qualquer ponto do córrego. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica do córrego do Jacu na cidade de Assis/SP através do Índice de Qualidade das Águas – IQA. A água foi coletada no ponto semanalmente durante dois meses. Os parâmetros analisados foram nitrogênio Kjeldahl, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, fósforo total, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, turbidez, pH, coliformes fecais e totais. As análises foram realizadas de acordo com as normas descritas pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB 2013). Os resultados apresentaram grande influência da descarga do sistema de esgotos no córrego, já que os índices calculados apresentaram valores altos de coliformes fecais. De acordo com o disposto na resolução CONAMA 357 de 25 de março de 2005, para as análises físico-químicas tem-se água de qualidade compatível com a de classe 3. Estas observações foram feitas, comparando-se os resultados obtidos das análises de água, no período do estudo, com os valores estabelecidos pela referida resolução.

Palavras Chaves: Águas. Padrão de qualidade da água. Análise.

ABSTRACT

Evaluation of water is critical for population health, for this reason, there are standards of quality control, which regulates the quality standards in a public supply system, the influence by geology, vegetation, soils, climate, and especially, the man reflects on water quality at any point in the stream. This study aimed to evaluate the physico-chemical and microbiological Jacu stream in the city of Assis / SP through the Water Quality Index - WQI. It was chosen a point collected weekly for two months. The parameters analyzed were Kjeldhall nitrogen, ammonia, nitrate, nitrite, total phosphorus, temperature, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, turbidity, pH, fecal coliforms. The analyzes were performed according to the rules described by the Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (Cetesb 2013). The results showed a great influence of the discharge by the sewage system in the stream, since the calculated indices showed high levels of fecal coliform. In accordance with the provisions of Resolution CONAMA 357, March 25, 2005, for physical-chemical analysis has water quality consistent with the class 3. These observations were made by comparing the results of analyzes of water during the study period, with the values established by the resolution.

Key Words: Water. Standard water quality. Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa hidrográfico do córrego do Jacu fornecido pelo Departamento de Planejamento e projetos de Assis.....	32
Figura 2	– Diluição da amostra.....	33
Figura 3	– Procedimento de diluição.....	33
Figura 4	– Inoculação da amostra.....	34
Figura 5	– Amostra inoculada e as diluições.....	34
Figura 6	– Bloco digestor com amostras de DQO.....	38
Figura 7	– Base NKT/PT.....	40
Figura 8	– Amostras de NKT.....	40
Figura 9	– Secagem da amostra para Nitrato.....	42
Figura 10	– Amostra de Nitrogênio amoniacal.....	45
Figura 11	– Amostras de Fosfato Total.....	47
Figura 12	– Córrego do Jacu.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Classificação do IQA.....	18
Tabela 2	–	Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são inoculadas porções de 10mL, 1mL e 0,1mL da amostra.....	35
Tabela 3	–	Curva padrão de demanda química de oxigênio.....	38
Tabela 4	–	Curva padrão de Nitrogênio de Kjeldahl Total (NKT).....	41
Tabela 5	–	Curva padrão de Nitrato (NO_3^-).....	42
Tabela 6	–	Curva padrão de Nitrito (NO_2^-).....	44
Tabela 7	–	Curva padrão de Nitrogênio Amoniacal (NH_3).....	45
Tabela 8	–	Curva padrão de Fosfato Total (PO_4^{-3}).....	47
Tabela 9	–	Resultados dos parâmetros de nitrogênio e fósforo.....	51
Tabela 10	–	Resultados dos parâmetros de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, turbidez, DBO.....	51
Tabela 11	–	Resultados dos parâmetros de coliformes termotolerantes, coliformes fecais e coliformes totais.....	52
Tabela 12	–	Resultado do I.Q.A.	53

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	ÁGUA.....	16
2.1.	PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	16
2.1.1	Índice de qualidade de Águas – I.Q.A.	17
2.1.2	Coliformes Totais.....	18
2.1.3	Coliformes Termotolerantes.....	19
2.1.4	Potencial Hidrogeniônico.....	19
2.1.5	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	20
2.1.6	Demanda Química de Oxigênio.....	20
2.1.7	Nitrogênio Total.....	21
2.1.8	Fósforo Total.....	21
2.1.9	Temperatura.....	21
2.1.10	Turbidez.....	22
2.1.11	Resíduo Total.....	22
2.1.12	Oxigênio Dissolvido.....	22
2.2.	UTILIZAÇÃO DA ÁGUA.....	23
3.	URBANIZAÇÃO.....	24

3.1.	DEGREDAÇÃO DOS RECURSOS HIDRICOS.....	24
4.	FONTES DE POLUIÇÃO.....	26
4.1.	ÁGUAS DE AREAS AGRÍCOLAS.....	26
4.2.	ÁGUAS RESIDUÁRIAS URBANAS.....	26
4.2.1.	Esgotos domésticos.....	26
4.2.2.	Esgotos industriais.....	27
4.2.3.	Esgotos pluviais urbanos	27
4.2.4.	Iodo das estações de tratamento de água.....	27
5.	APLICAÇÃO NO ENSINO MEDIO.....	28
5.1.	DETERMINAÇÃO DE CLORETO EM ÁGUA – MÉTODO DE MOHR.....	29
5.2.	METODOLOGIA.....	29
6.	METODOLOGIA.....	32
6.1	AMOSTRAGEM.....	32
6.2	COLIFORMES.....	33
6.2.1	Coliformes totais.....	36
6.2.2	Coliformes Fecais.....	36
6.3	PH.....	37
6.4.	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO.....	37
6.5.	DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO.....	38
6.6.	NITROGÊNIO KJEDAHN TOTAL (NKT).....	39
6.7.	NITRATO (NO ₃ ⁻).....	41
6.8.	NITRITO (NO ₂ ⁻).....	43
6.9.	NITROGÊNIO AMONÍACAL (NH ₃).....	44
6.10.	FOSFORO TOTAL.....	46

6.11.	TEMPERATURA.....	48
6.12.	TURBIDEZ.....	48
6.13.	OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	49
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
7.1.	INDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	53
8.	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO

A água é elemento renovável, porém finito, essencial à vida, provendo à sociedade, desde o saneamento básico até o lazer. Sendo o componente químico em maior proporção na superfície da Terra ele é indispensável à vida (GRASSI, 2001).

A quantidade total de água no planeta Terra tem permanecido constante nos últimos 500 milhões de anos. A distribuição dos volumes estocados nos principais reservatórios de água da Terra mostra que 97,5% do volume total constituem os oceanos e mares sendo somente 2,5% é de água doce. Porém, a maior parte dessa água encontra-se congelada nas calotas polares e nas geleiras ou ainda se situa no subsolo. Assim, somente 0,3% da água existente no planeta Terra encontram-se acessível, podendo ser utilizada pelo ser humano para o consumo, irrigação e usos gerais (FELIX, 2005).

A qualidade de água em qualquer ponto de um rio/tributário reflete a influência da geologia, vegetação, solos, clima e, sobretudo, do homem. No caso da influência antrópica, os rios assimilam materiais provenientes de esgotos, atividades agrícolas, indústrias e construção civil, ou seja, de qualquer atividade em que as condições naturais da bacia são alteradas em função da expansão urbana. Tais fatores podem ser atenuados ou mascarados pelos processos naturais como, por exemplo, as chuvas, variações climáticas e o escoamento superficial (SAUTCHÚK, 2009).

A partir de estudos a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA- Índice de Qualidade das Águas, sua criação foi baseada numa pesquisa de opinião junto às especialistas em qualidade de água, que indicaram as variáveis a serem avaliadas (CETESB, 2013).

As consequências da urbanização sobre o clima, contrariamente aos impactos hidrológicos, são de pequena escala, mas podem, em longo prazo, introduzir alterações significativas no balanço hídrico, com impactos inclusive sobre a qualidade das águas, por exemplo, a alterações da qualidade das águas de chuva, diminuição de vazões mínimas, etc. A variação do microclima de áreas urbanas tem sido objeto de pesquisas nas ultimas décadas. A urbanização tem também

consequências não hidrológicas que interferem significativamente nas questões de drenagem urbana, principalmente se forem consideradas as condições brasileiras das últimas décadas, marcadas pelo crescimento acelerado e caótico das populações urbanas. A definição dos usos e da ocupação do solo de determinada área deve considerar os aspectos naturais do meio físico que possam ter influência sobre os recursos hídricos. Os condicionantes naturais tais como: características climáticas, cobertura vegetal, topografia, tipo de solo, sistemas de drenagem e os próprios recursos hídricos, devem ser estudados em conjunto, de modo a garantir que a utilização de uma área seja feita de forma a causar o menor impacto possível (MOTA, 1995).

Os tratamentos de efluentes industriais estão diretamente ligados à preservação ambiental, sendo que estes envolvem a remoção de impurezas geradas na fabricação do produto de interesse de cada indústria (CRESPILHO, 2004).

O afluente Jacu pertence à hidrografia do município de Assis, é pertencente à bacia hidrográfica do Médio Parapanema - Rio Parapanema, o córrego está sujeito a tais problemas, pois é canalizado, atravessando a cidade de norte a sul.

O objetivo desse trabalho é avaliar a água no córrego do Jacu, determinando as possíveis fontes de alteração de sua qualidade devido a impactos relacionados à ocupação humana.

2. ÁGUA

A maior parte (70%) da superfície do planeta Terra é coberta de água. Pelas contas dos especialistas, 95,1% da água do planeta é salgada, sendo imprópria para consumo humano. Dos 4,9% que sobram 4,7% estão na forma de geleiras ou regiões subterrâneas de difícil acesso e somente os 0,147% restantes estão aptos para consumo em lagos, nascentes e em lençóis subterrâneos (MACÊDO, 2001).

Seu estado físico e puro é de um líquido incolor, inodoro, insípido e transparente. Entretanto por ser ótimo solvente, nunca é encontrado em estado de absoluta pureza, contendo várias impurezas que vão desde alguns miligramas por litro na água da chuva a mais de 30 mil miligramas por litro na água do mar (RICHTER, NETTO, 1991).

2.1. PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade de água em qualquer ponto de um rio/tributário reflete a influência da geologia, vegetação, solos, clima e, sobretudo, do homem. No caso da influência antrópica, os rios assimilam materiais provenientes de esgotos, atividades agrícolas, indústrias e construção civil, ou seja, de qualquer atividade em que as condições naturais da bacia são alteradas em função da expansão urbana (SAUTCHÚK, 2009).

Geralmente a água contém diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água são constituídos por impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso (DAEE, 2002).

Segundo a CETESB, (2013) é necessário selecionar pelo menos nove variáveis indicadoras de qualidade da água quem compõem o I.Q.A. sendo elas: os coliformes

fecais, o pH, a DBO, o nitrogênio total, o fósforo total, a temperatura, a turbidez, o resíduo total e o oxigênio dissolvido.

2.1.1. Índice de qualidade de Águas – I.Q.A.

A partir de estudos a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA- Índice de Qualidade das Águas, sua criação foi baseada numa pesquisa de opinião junto às especialistas em qualidade de água, que indicaram as variáveis a serem avaliadas. Inicialmente foram propostas trinta e cinco variáveis indicadoras de qualidade de água, porém somente nove foram selecionadas (CETESB, 2013).

O IQA é calculado pelo produtor ponderado das qualidades de água correspondente às variáveis que integram o índice. Através da fórmula abaixo:

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

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

No caso de não se dispor do valor de alguma das nove variáveis, o cálculo do IQA não pode ser realizado, pois a partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, como é mostrado na tabela 1.

Ponderação	Categoria
79<IQA<100	Ótima
51<IQA<79	Boa
36<IQA<51	Razoável
19<IQA<36	Ruim
IQA<19	Péssima

Tabela 1 – Classificação do IQA

2.1.2. Coliformes Totais

O grupo Coliformes Totais inclui as bactérias na forma de bastonetes Gram negativos, não esporogênicos, aeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C. As bactérias Gram negativas possuem uma única membrana celular externa, dificultando assim o efeito dos fármacos e antibióticos, essa célula é rica em lipolissacarídeo. Esses lipolissacarídeos servem como um alarme, isto é quando a bactéria Gram negativa entra na corrente sanguínea os lipolissacarídeos avisa através de sintomas como febre alta entre outros (SILVA, et al., 2005).

O grupo inclui cerca de 20 espécies, dentre as quais se encontram tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos e outros animais de sangue quente, como diversos gêneros e espécies de bactérias, como *Serratia* e *Aeromonas*. Por essa razão, sua enumeração em água e alimento é menos representativa, como

indicação de contaminação fecal, que a enumeração de coliforme fecal ou *E. coli* (SILVA, et al., 2005).

Conforme Resolução CONAMA n. 274, de 2000, as águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões em relação a coliformes termotolerantes, para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80%. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% (CONAMA, 2005).

2.1.3. Coliformes Termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme termotolerantes ou fecais são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A determinação da concentração dos 20 coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (MELLO, 2010).

2.1.4. Potencial Hidrogeniônico

O pH ou potencial hidrogeniônico, afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. Alteração em seus valores também pode aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados entre outros, o pH tem q ter de 6,0 a 9,0, para estar dentro do parâmetro (ANA, 2012; CONAMA, 2005).

2.1.5. Demanda Bioquímica de Oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Os maiores aumentos em termos de DBO são provocados pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar desaparecimento de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos (MELLO, 2010; ANA, 2012).

Já $DBO_{5,20}$ é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C tendo o parâmetro de até 10mg/L O₂ (CETESB, 2007; CONAMA, 2005).

2.1.6. Demanda Química de Oxigênio

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos (CETESB, 2007).

2.1.7. Nitrogênio Total

No nitrogênio total suas fontes nas águas naturais podem ser diversas, como por exemplo, nos corpos d'água que são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais, além de serem encontrados nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Pelo fato dos compostos de nitrogênio ser nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio (ANA, 2012).

2.1.8. Fósforo Total

O fósforo total aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários, os detergentes são empregados em larga escala doméstica e constituem a principal fonte, apresentando-se em três formas diferentes – fosfatos orgânicos, ortofosfatos e polifosfatos. Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macro-nutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células (MELLO, 2010).

2.1.9. Temperatura

A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como atenuação superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução. Podendo ter variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano (ANA, 2012).

2.1.10. Turbidez

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão. A sua principal fonte é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido. O lançamento de esgotos e de efluentes industriais também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas (MELLO, 2010; ANA, 2012).

2.1.11. Resíduo Total

Os resíduos secos totais correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra. As altas concentrações de sólidos em suspensão reduzem a passagem de luz solar, afetam organismos bentônicos e desequilibram as cadeias tróficas e causa danos aos peixes e à vida aquática, pois podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (MELLO, 2010; SILVA et al., 2006).

2.1.12. Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é um elemento essencial no metabolismo dos seres aquáticos aeróbicos. Em águas correntes, sob circunstâncias normais, o conteúdo de oxigênio é alto e varia ao longo do rio, devido a alterações em suas características ambientais e em consequência das condições. As águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido sendo estabelecido como nível mínimo de OD, em qualquer amostra, não inferior a 4mg/L O₂ (SILVA et al., 2006; CONAMA, 2005).

2.2. UTILIZAÇÃO DA ÁGUA

Nos países do terceiro mundo o consumo de água é destinado principalmente à agricultura, enquanto na Europa e América do Norte, a indústria consome 55% e 48%, respectivamente, ou seja, o consumo maior é na área industrial. Na América Latina e Caribe, Ásia e África, a agricultura consome 79%, 85% e 88%, respectivamente, da água disponível. Sendo que, a Oceania é o único continente em que 64% do uso da água está concentrado no setor doméstico (MACÊDO, 2001).

Uma pessoa precisa de no mínimo 50 litros de água por dia, enquanto que, com 200 litros vive confortavelmente. Estes valores quando comparados ao consumo na agricultura são considerados pequenos, por exemplo, 1Kg de arroz para ser produzido consome 1910 litros de água, 1Kg de frango para ser produzido consome 3500 litros, para 1Kg de carne de boi consomem 100000 litros de água (NOGUEIRA, 1999).

3. URBANIZAÇÃO

As consequências da urbanização sobre o clima, contrariamente aos impactos hidrológicos, são de pequena escala, mas podem, em longo prazo, introduzir alterações significativas no balanço hídrico, com impactos inclusive sobre a qualidade da água. A urbanização tem também consequências não hidrológicas que interferem significativamente nas questões de drenagem urbana, principalmente se forem consideradas as condições brasileiras das últimas décadas, marcadas pelo crescimento acelerado e caótico das populações urbanas. A definição dos usos e da ocupação do solo de determinada área deve considerar os aspectos naturais do meio físico que possam ter influência sobre os recursos hídricos. Os condicionantes naturais tais como: características climáticas, cobertura vegetal, topografia, tipo de solo, sistemas de drenagem e os próprios recursos hídricos, devem ser estudados em conjunto, de modo a garantir que a utilização de uma área seja feita de forma a causar o menor impacto possível (MOTA, 1995).

3.1. DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HIDRICOS

As principais fontes de contaminação dos recursos hídricos são: esgotos sem tratamento de cidades que são lançados em rios e lagos; aterros sanitários afetam os lençóis freáticos, os defensivos agrícolas escoam com a chuva sendo arrastados para rios e lagos, os garimpos jogam produtos químicos, como mercúrio, em rios e córregos, as indústrias utilizam os rios como carreadores de seus resíduos tóxicos (MACÊDO, 2001).

No Brasil, 92% do esgoto doméstico são lançado em rios ou no mar sem nenhum tratamento. Cada um dos 370 milhões de habitantes da zona urbana da América Latina e Caribe produz 0,92Kg de lixo por dia, resultando 33.000 toneladas de resíduos que devem ser acomodadas, 75% deste resíduo são coletados e dispostos de modo inadequado, contaminando o ambiente, recursos hídricos e tornam-se um ponto de referência para roedores e mosquitos transmissores de doenças. A

combinação de água potável e saneamento com a educação sanitária pode reduzir 25% dos casos de diarreia, 29% de verminose e 55% da mortalidade infantil (BIO, 1999).

4. FONTES DE POLUIÇÃO

O lançamento indiscriminado dos efluentes nos corpos d'água, sem tratamento pode causar vários inconvenientes. Estes inconvenientes se apresentam com maior ou menor importância, de acordo com os efeitos adversos que podem causar aos usos benéficos das águas, porém o lançamento de efluentes doméstica não constitui necessariamente a única ou principal fonte de poluição nos corpos d'água. É possível relacionar como principais fontes de poluição o lançamento de águas de áreas agrícolas, águas residuárias de atividades urbanas e fontes diversas (JORDÃO, PESSÔA, 1995).

4.1 ÁGUAS DE AREAS AGRÍCOLAS

O cultivo do solo para agricultura pode gerar diversos tipos de poluição das águas, com a utilização de pesticidas, herbicidas e agrotóxicos, ricos em agentes químicos tóxicos como o enxofre, a também utilização de fertilizantes químicos ricos em fósforo e nitrogênio. Estes são lançados nos corpos d'água, seja como água de irrigação de retorno, ou como água do escoamento superficial, após as chuvas (JORDÃO, PESSÔA, 1995).

4.2 ÁGUAS RESIDUÁRIAS URBANAS

Tem origem em diversas fontes, como esgotos doméstico, industriais, pluviais e efluente das estações de tratamento de água.

4.2.1 Esgotos domésticos

Esgotos domésticos provêm principalmente de residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinha, ou qualquer dispositivo de utilização da água para fins

domésticos. São caracterizados por portarem uma grande quantidade de material orgânico, pois são compostos de fezes, resto de comida, etc. Trazem ainda uma carga poluente por virem contendo produtos químicos como os de limpeza (JORDÃO, PESSÔA, 1995).

4.2.2 Esgotos industriais

Sua composição varia de acordo com o ramo da indústria que o libera. Por exemplo, indústria agrícola e alimentícia é ricos em matéria orgânica. Por outro lado, outros ramos da indústria produzem efluentes ricos em diversos compostos químico-tóxicos (JORDÃO, PESSÔA, 1995).

4.2.3 Esgotos pluviais urbanos

Possuem mecanismo fácil de ser entendido. A água das chuvas que ocorrem nos centros urbanos lavam os ambientes das cidades, trazendo consigo os poluentes presentes nestas. Poluentes estes como fuligem esgotos sanitários de muitos imóveis, nem sempre protegidos por uma unidade adequada de fossa séptica, muitas delas clandestinas, decorrentes de áreas geralmente carentes (JORDÃO, PESSÔA, 1995).

4.2.4 lodo das estações de tratamento de água

Este lodo é basicamente constituído pelo coagulante utilizado na coagulação e floculação, pelos sólidos sedimentados que na água bruta se apresentavam como partículas coloidais, areia e sólidos em suspensão, além de bactérias e organismos, e pela água de lavagem dos filtros, esse lodo quase sempre acaba retornando ao rio (JORDÃO, PESSÔA, 1995).

5. APLICAÇÃO NO ENSINO MEDIO

As atividades experimentais devem ser encaradas como um dos instrumentos do discurso das Ciências, e como tal, devem ser incluídas no ambiente de sala de aula, a fim de permitir a “enculturação” de alunos e professores. Deve permitir que o aluno possa aprender não só as teorias das ciências, entre elas a química, mas também como se constrói o conhecimento científico em um processo de questionamento, discussão de argumentos e validação desses argumentos por meio do diálogo oral e escrito, com uma comunidade argumentativa que começa na sala de aula, mas a transcende (THOMAZ, et al., 2009).

Das potencialidades da experimentação como forma de melhorar o processo ensino-aprendizagem, bem como contribuir para um ensino de química contextualizado, juntamente com a interdisciplinaridade, para promover uma aprendizagem focada na formação do cidadão, apresentam algumas reflexões. No que se referem à experimentação, o desenvolvimento de uma química que tenha na experimentação uma forma de aquisição de dados da realidade, utilizados para a reflexão crítica do mundo e para o aprimoramento do desenvolvimento cognitivo. No que se refere à contextualização, o emprego do ensino de química como meio de educação para a vida, determinando relações entre os conteúdos aprendidos e o dia-a-dia dos alunos, bem como com outras áreas do conhecimento, levando o aluno-cidadão a refletir, compreender, discutir e agir sobre seu mundo (THOMAZ,et al., 2009).

É nessa perspectiva, de um ensino de química para a vida, que acreditamos que quando a experimentação é desenvolvida ponderando fatores da contextualização, favorecendo a inter-relação entre diferentes conhecimentos para a construção de significados novos, o resultado pode ser mais efetivo (THOMAZ,et al., 2009).

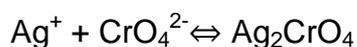
5.1. DETERMINAÇÃO DE CLORETO EM ÁGUA – MÉTODO DE MOHR

O cloro, na forma de íon cloreto (Cl^-), é um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais e residuárias. Em água potável, o sabor produzido pelo íon Cl^- varia em função da sua concentração, como também da composição química da água. Assim, águas contendo $250\text{mg Cl}^-/\text{L}$ podem ter um sabor salino detectável, se o cátion que propicia o equilíbrio iônico da solução for o sódio (Na^+). Enquanto que, no caso do cátion predominante for cálcio ou magnésio, o gosto salino pode ser perceptível somente à concentração de cloreto acima de 1000ppm (VOGEL, 2013).

Dejetos humanos e de animais possuem teor elevado de cloreto, devido ao cloreto de sódio ser um ingrediente comum nas dietas, que este passa inalterado pelo sistema digestivo. Nas estações de abastecimento de águas, a presença de concentrações anormais de cloreto e material nitrogenado é um indício possível desse tipo de poluição (VOGEL, 2013).

5.2. METODOLOGIA

O método utilizado para quantificação dos íons cloreto será o Argentometria com detecção visual do ponto de equivalência. Este procedimento é também conhecido como Método de Mohr, para determinação de cloretos e brometos. Na titulação de uma solução neutra ou ligeiramente alcalina de íons cloreto com solução padrão de nitrato de prata, adiciona-se uma pequena quantidade de solução de cromato de potássio que age como indicador. No final, quando a precipitação do cloreto for completa, primeiro excesso de íons prata combina-se com os íons cromato (indicador) formando um precipitado de cromato de prata, vermelho, fracamente solúvel (VOGEL, 2013).



Na prática, o ponto final ocorre um pouco além do ponto de equivalência, devido à necessidade de se adicionar um excesso de íons Ag^+ para precipitar o Ag_2CrO_4 em quantidade suficiente para ser notada visivelmente na solução amarela que já contém a suspensão de AgCl . Este método requer que uma titulação em branco seja feita para que se possa corrigir o erro cometido na detecção do ponto final. O valor da prova em branco obtido deve ser subtraído do valor da titulação propriamente dita (VOGEL, 2013).

Determinação de cloreto:

Com uma pipeta volumétrica medir exatamente 100,00mL da amostra (água da torneira) para um erlenmeyer de 500mL.

Adicionar 1mL do indicador (K_2CrO_4 5 %).

Titular com solução padrão de AgNO_3 até que a coloração da solução se desvie da inicial.

Agitar vigorosamente durante 2 minutos e caso a coloração desapareça continuar a titulação.

Repetir a operação para encontrar o valor médio, de modo que os volumes gastos nas titulações não sejam diferentes em mais que 0,10mL. Em caso contrário, um dos resultados será rejeitado.

Prova em branco.

Uma prova em branco deve ser feita a fim de determinar o volume de AgNO_3 requerido para formar o precipitado de Ag_2CrO_4 .

Transferir para um erlenmeyer de 500mL um volume de água destilada igual ao volume final da solução no ponto final da titulação anterior.

Adicionar 1,0mL do indicador e 0,50g de carbonato de cálcio.

Titular com solução de AgNO_3 até que a coloração do ensaio em branco seja igual à da solução titulada.

Com os dados obtidos, calcular a concentração de cloreto, em mg/L, na amostra analisada.

O valor da concentração de íons cloreto é obtida da seguinte maneira:

$$\text{MgCl}^- / \text{L} = \frac{(A - B) \times M \times 35453}{V_{\text{am}}}$$

Onde:

A = volume da solução de AgNO_3 gasto para titular a amostra, em mL

B = volume da solução de AgNO_3 gasto para titular o branco, em mL

M = concentração molar da solução de AgNO_3

V_{am} = volume utilizado na amostra, em mL

6. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de água foram coletadas de um único ponto do afluente. E serão feitas as seguintes análises: pH, temperatura (TEMP), condutividade (COND), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (TUR), nitrogênio de kjedahl (NKT), nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amônia (NH_4), fósforo total (PT) demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e coliformes fecais e totais.



Figura 1 – Mapa hidrográfico do córrego do Jacu fornecido pelo Departamento de Planejamento e projetos de Assis

6.1. AMOSTRAGEM

Escolheu-se um ponto de coleta no córrego do Jacu, na cidade de Assis - SP. Este ponto está localizado, fora do perímetro urbano. Os frascos, as técnicas de preservação das amostras, acondicionamento, transporte e técnicas de coleta seguiram as normas descritas pelo *Standard Methods For Water and Wastewater* (APHA, 2005).

6.2. COLIFORMES

A amostra analisada utilizou a técnica de tubos múltiplos, foi realizada uma série de diluições retirando-se 1mL da amostra e diluído-se em 10mL de água de diluição (PEPTONA), adquirindo a primeira diluição chamada -1, o processo de diluição é repetido utilizando a diluição -1(Figura 2), e assim suscetivelmente (CETESB, 2007).

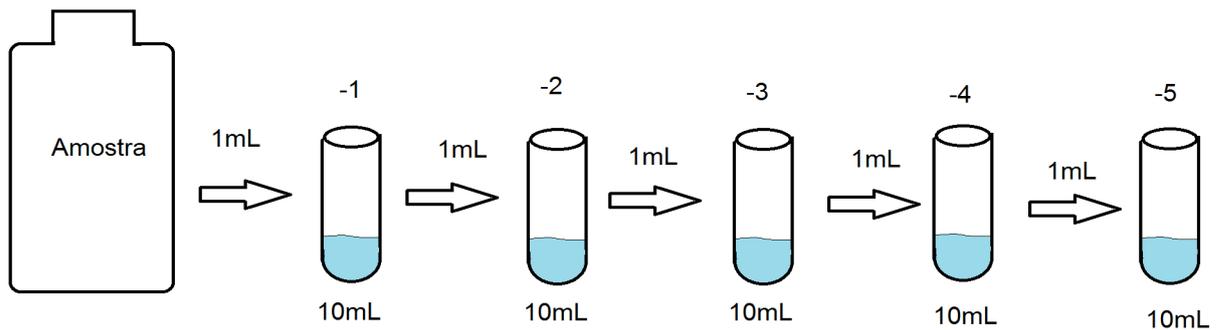


Figura 2 – Diluição da amostra



Figura 3 – Procedimento de diluição

A técnica de múltiplos tubos utiliza-se da inoculação de várias séries de 5 tubos, contendo 10mL de Caldo Lauril e um tubo de duran, cada sequência de 5 tubos deve ser devidamente marcada conforme a diluição utilizada, só então inserir a quantidade amostra ou diluição conforme as devidas marcações de serie de 5 tubos (Figura 4)(CETESB, 2007).

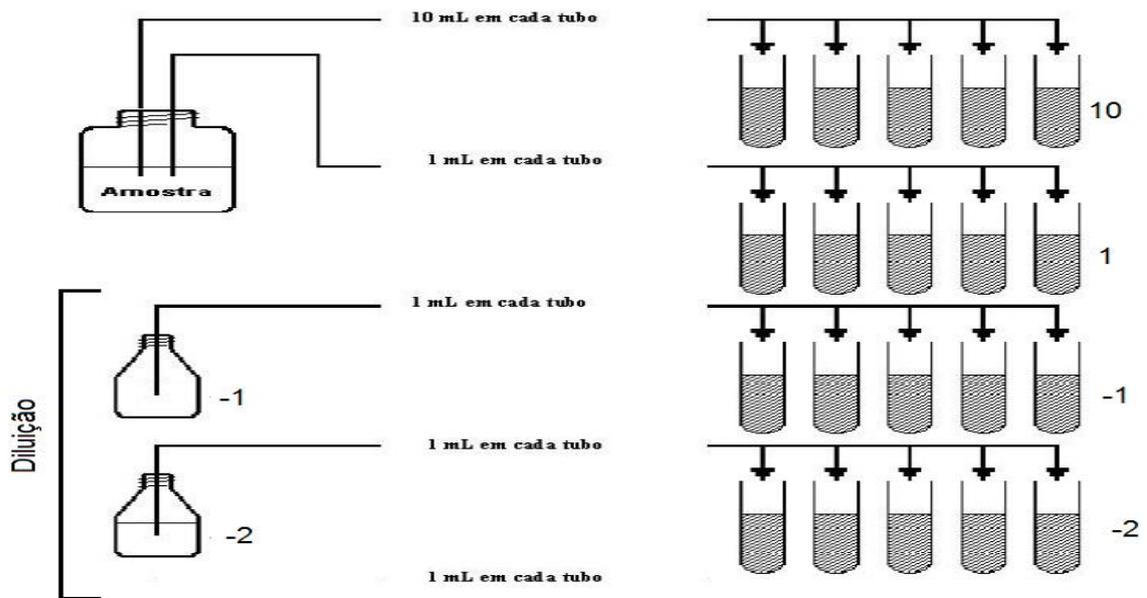


Figura 4 – Inoculação da amostra

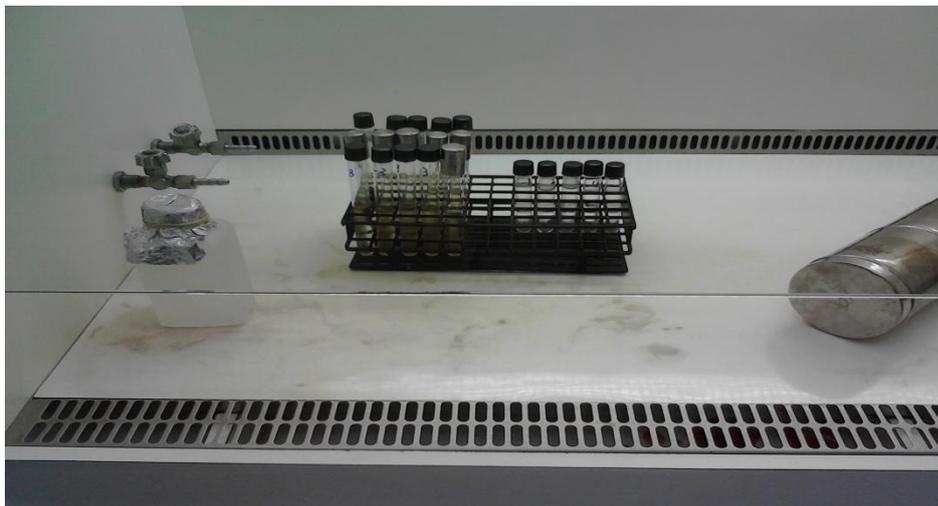


Figura 5–Amostra inoculada e as diluições

Após inocular todas as diluições colocaram-se os tubos na estufa bacteriológica, onde foi deixado durante 76 horas, observou-se o desprendimento de gases. Os tubos que apresentarem desprendimento de gases são denominados como **positivos**, e os tubos que não apresentarem nenhuma mudança são denominados como **negativos**. Para quantificar os coliformes totais e fecais utilizam-se apenas as três últimas seqüências de tubos no qual apresentaram resultados positivos (CETESB, 2007).

Combinação de NMP/100ml positivos	Limites de Confiança 95%		Combinação de NMP/100mL positivos		Limites de Confiança 95%		
	Inferior	Superior			Inferior	Superior	
0-0-0	< 1,8	-	6,8	4-0-3	25	9,8	70
0-0-1	1,8	0,090	6,8	4-1-0	17	6,0	40
0-1-0	1,8	0,090	6,9	4-1-1	21	6,8	42
0-1-1	3,6	0,70	10	4-1-2	26	9,8	70
0-2-0	3,7	0,70	10	4-1-3	31	10	70
0-2-1	5,5	1,8	15	4-2-0	22	6,8	50
0-3-0	5,6	1,8	15	4-2-1	26	9,8	70
1-0-0	2,0	0,10	10	4-2-2	32	10	70
1-0-1	4,0	0,70	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6,0	1,8	15	4-3-0	27	9,9	70
1-1-0	4,0	0,71	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6,1	1,8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8,1	3,4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6,1	1,8	15	4-4-1	40	14	100
1-2-1	8,2	3,4	22	4-4-2	47	15	120
1-3-0	8,3	3,4	22	4-5-0	41	14	100
1-3-1	10	3,5	22	4-5-1	48	15	120
1-4-0	10	3,5	22	5-0-0	23	6,8	70
2-0-0	4,5	0,79	15	5-0-1	31	10	70
2-0-1	6,8	1,8	15	5-0-2	43	14	100
2-0-2	9,1	3,4	22	5-0-3	58	22	150
2-1-0	6,8	1,8	17	5-1-0	33	10	100
2-1-1	9,2	3,4	22	5-1-1	46	14	120
2-1-2	12	4,1	26	5-1-2	63	22	150
2-2-0	9,3	3,4	22	5-1-3	84	34	220
2-2-1	12	4,1	26	5-2-0	49	15	150
2-2-2	14	5,9	36	5-2-1	70	22	170
2-3-0	12	4,1	26	5-2-2	94	34	230
2-3-1	14	5,9	36	5-2-3	120	36	250
2-4-0	15	5,9	36	5-2-4	150	58	400
3-0-0	7,8	2,1	22	5-3-0	79	22	220
3-0-1	11	3,5	23	5-3-1	110	34	250
3-0-2	13	5,6	35	5-3-2	140	52	400
3-1-0	11	3,5	26	5-3-3	170	70	400
3-1-1	14	5,6	36	5-3-4	210	70	400
3-1-2	17	6,0	36	5-4-0	130	36	400
3-2-0	14	5,7	36	5-4-1	170	58	400
3-2-1	17	6,8	40	5-4-2	220	70	440
3-2-2	20	6,8	40	5-4-3	280	100	710
3-3-0	17	6,8	40	5-4-4	350	100	710
3-3-1	21	6,8	40	5-4-5	430	150	1100
3-3-2	24	9,8	70	5-5-0	240	70	710
3-4-0	21	6,8	40	5-5-1	350	100	1100
3-4-1	24	9,8	70	5-5-2	540	150	1700
3-5-0	25	9,8	70	5-5-3	920	220	2600
4-0-0	13	4,1	35	5-5-4	1600	400	4600
4-0-1	17	5,9	36	5-5-5	> 1600	700	-
4-0-2	21	6,8	40	-	-	-	-

Tabela 2- Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são inoculadas porções de 10mL, 1mL e 0,1mL da amostra (In: CETESB, 2007)

6.2.1. Coliformes totais

Utilizou-se a técnica de tubos múltiplos, NMP (Número Mais Provável). Este método confirmativo consiste na utilização de cinco tubos para cada um dos tubos que deram positivo na inoculação, com tampa de rosca, em cada tubo será adicionado 5 mL de Caldo VB, que possui uma coloração verde, e um tubo de duran. Após autoclavar os tubos por 30 minutos a 121°C, depois de esterilizado os tubos foram marcados conforme a diluição feita na inoculação. Foram adicionados três alçadas – utilizando-se alça de platina - da amostra positiva na análise de coliformes totais, levado para a estufa bacteriológica para incubação na temperatura de 35°C/48h com tampa frouxa. Após 48 horas, observou-se desprendimento de gás e turvação, para verificarse o resultado foi positivo ou negativo (CETESB, 2007).

6.2.2. Coliformes Fecais

Utilizou-se a técnica de tubos múltiplos, NMP (Número Mais Provável). Este método confirmativo consiste na utilização de cinco tubos para cada um dos tubos que deram positivo na inoculação, com tampa de rosca, em cada tubo será adicionado 5 mL de Caldo EC, que possui uma coloração amarela, e um tubo de duran. Após autoclavar os tubos por 30 minutos a 121°C, depois de esterilizados os foram marcados conforme a diluição feita na inoculação. Foram adicionado três alçadas – utilizando-se alça de platina - da amostra positiva na análise de coliformes fecais e levado para o banho-maria para incubação na temperatura de 44,5 °C/24h com tampa frouxa. Após 24 horas, observou-se o desprendimento de gás e turvação, verificando se o resultado foi positivo ou negativo (APHA, 2005)

6.3. PH

Utilizou-se o pHmetro, calibrando-se o mesmo com os tampões 10, 7, 4. Para fazer a leitura da amostra, foi necessário utilizar béquer de 250mL, previamente limpos com água destilada, só então depositado a amostra no mesmo, uma quantidade o suficiente para que os elétrodos do pHmetro ficassem submersos ate $\frac{1}{4}$ do seu tamanho. Foram introduzidos os elétrodos na amostra, o resultado obtido é o valor fornecido pelo pHmetro assim que ele se estabilizou.

6.4. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

Para DBO utilizou-se o método de incubação de 5 dias a 20°C, foi necessário fazer a correção do pH da amostra para 6,8 a 7,2, utilizando HCl 0,1mols/L e NaOH 0,1 mols/L. Só então podendo fazer as diluições de 0 – 40 (contendo 432mL da amostras) e a de 0 – 80 (contendo 365mL da amostra). As diluições foram feitas em frasco ambers de rosca. Em cada frasco foi adicionado 3 gotas de N-allylthioura, junto um bastão magnético (peixinho). Na boca dos ambers foi inserido um suporte para depositar NaOH em lentilha, fora zerados os Oxitops e rosquiados nos ambers, que foram incubados a 20°C durante 5 dias (CETESB, 2013).

Após 5 dias as leituras de cada dia ficam gravado no Oxitop, anotou-se o maior valor dos 5 dias e multiplicou-se pelo fator, o fator para a diluição de 0 – 40 é 1 e para 0 – 80 é 2, o valor obtido é dado em ppm (CETESB, 2013).

6.5. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

Utilizou-se o método por espectrofotômetro, análise feita em duplicada mais o branco. Em 3 tubos de ensaio médio com tampa, foram adicionados 1,5mL de solução digestora de DQO, em seguida 3,5mL de solução ácida de DQO, 2,5mL da amostra no tubo A, A' e água destilada no tubos B. os tubos foram colocados no bloco digestor por 2 horas a 150°C (Figura 6) (CETESB, 2013).

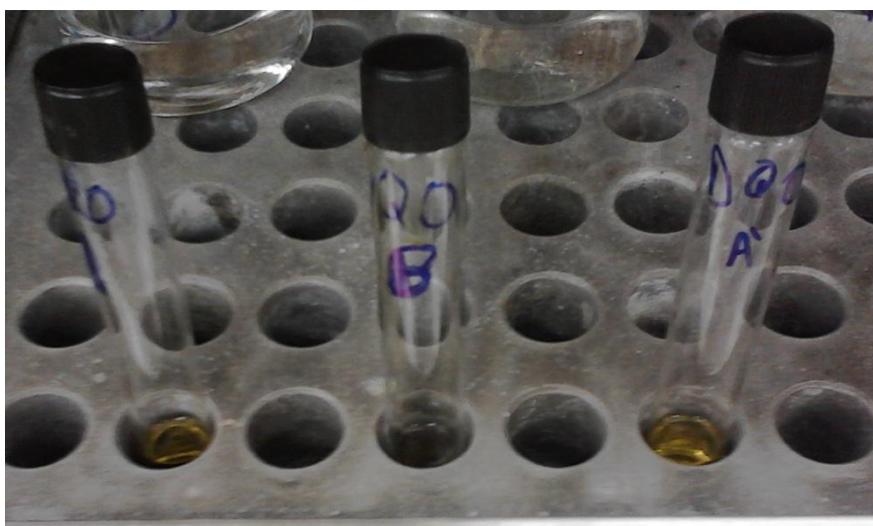


Figura 6 – Bloco digestor com amostras de DQO

Após a digestão deixou-se a amostra esfriar e realizou-se a leitura da absorbância no espectro no comprimento de onda 660 nm.

Curva de calibração de Demanda Química de Oxigênio – Faixa Baixa	
DQO (X)	Absorbância (y)
10ppm	0,054
25 ppm	0,149
50 ppm	0,306
75 ppm	0,444
100 ppm	0,697
150 ppm	0,877

Tabela 3- Curva padrão de demanda química de oxigênio (In: CEPECI, 2013).

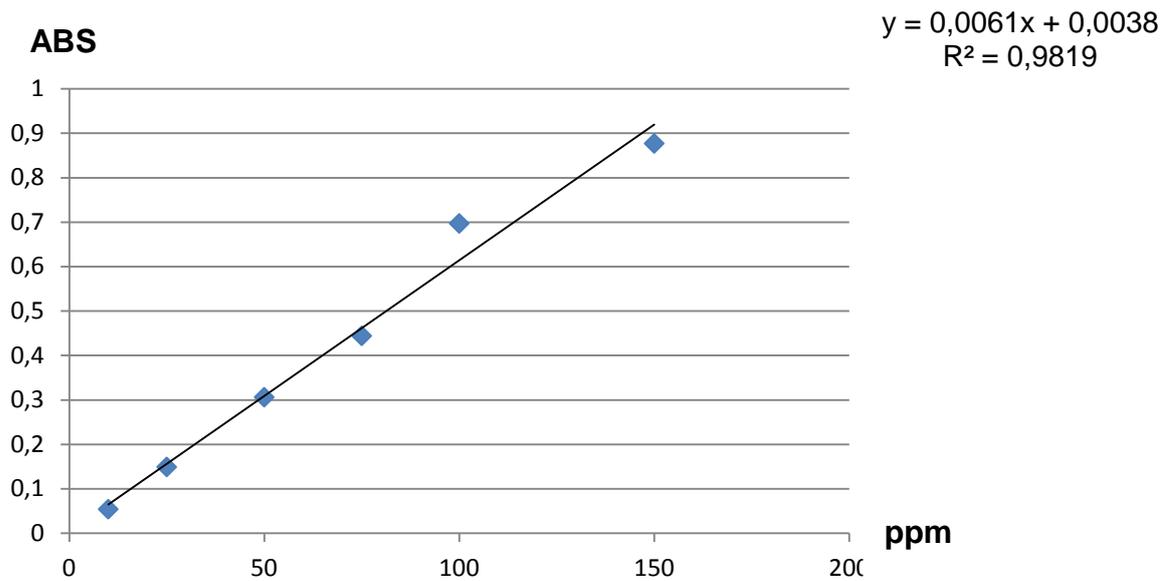


Gráfico 1- Curva padrão de demanda química de oxigênio (In: CEPECI, 2013).

A equação da reta:
$$\text{ppm} = \frac{\text{abs} - 0,0038}{0,0061}$$

6.6. NITROGÊNIO KJEDAHN TOTAL (NKT)

Utilizou-se o método por espectrofotômetro, primeiro foi necessário o preparo da base de NKT/PT, tomando uma alíquota de 100mL da amostra para um erlenmeyer de 250ml, adicionou-se 10mL de solução digestora de NKT/PT e levou-se a chapa de aquecimento até ficar apenas um filete d'água (Figura 7). Depois de resfriado foi transferido para um balão volumétrico de 100mL e completou-se o volume com água destilada (CETESB, 2013).



Figura 7 – Base NKT/PT

Depois de feito a base, foi retirado 10mL da mesma e transferiu-se para um balão volumétrico de 100mL, adicionou-se 40mL de água destilado, 2 gotas de tartarato de sódio e potássio ($C_4H_4O_6NaK \cdot 4H_2O$), 1mL de solução NaOH + NaCl, 3mL de solução fenato de sódio (C_6H_5ONa), 1mL hipoclorido de sódio (NaClO) 20% e 0,5mL de nitroprussiato de sódio ($Na_2[Fe(CN)_5NO]$). Completou-se o volume para 100mL e deixou-se em repouso por 45 minutos (Figura 8), então foi feita a leitura da absorbância no espectrofotômetro com o comprimento de onda em 660nm (CETESB, 2013).

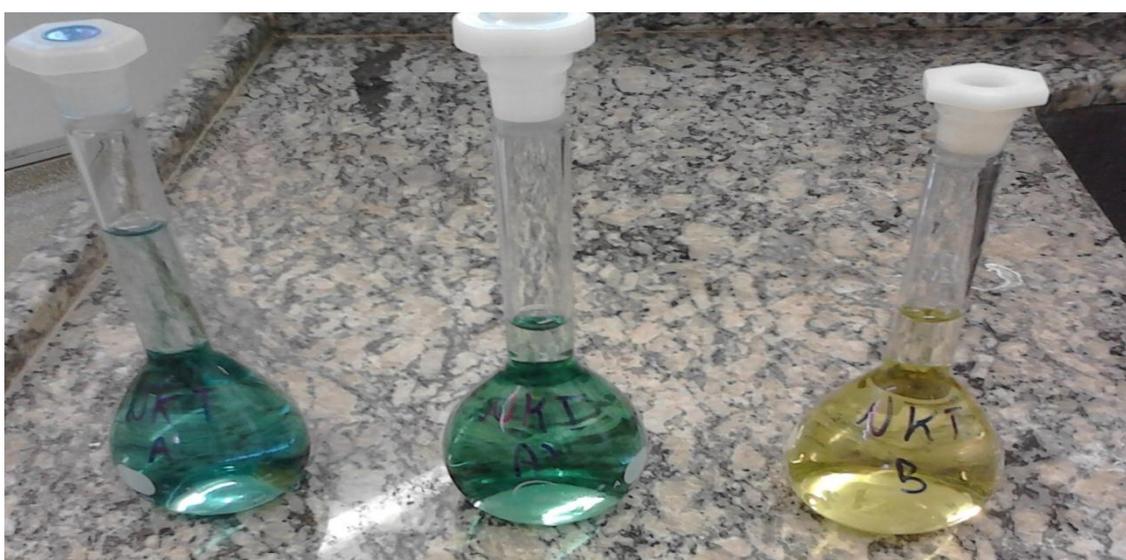


Figura 8 – Amostras de NKT

Curva de Calibração de Nitrogênio de Kjedaht Total (NKT)	
NKT (x)	Absorbância (y)
0,50 ppm	0,049
1,00 ppm	0,117
2,00 ppm	0,215
4,00 ppm	0,460
5,00 ppm	0,544

Tabela 4 - Curva padrão de Nitrogênio de Kjedaht Total (NKT)
(In: CEPECI, 2013).

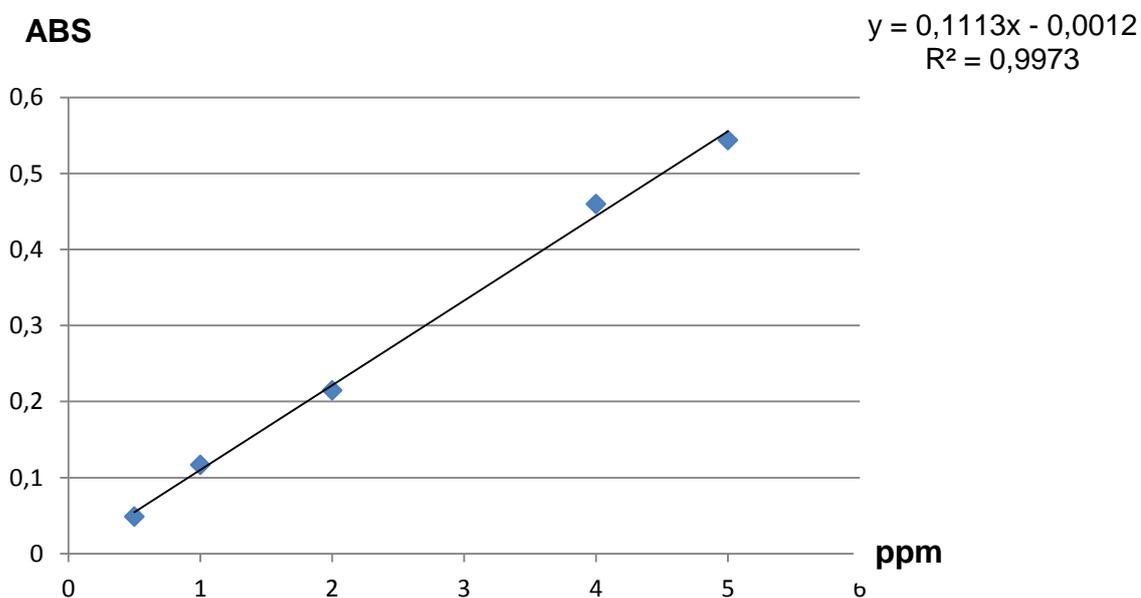


Gráfico 2 - Curva padrão de Nitrogênio de Kjedaht Total (NKT)
(In: CEPECI, 2013).

A equação da reta: $\text{ppm} = \frac{\text{abs} + 0,0012}{0,1113}$

6.7. NITRATO (NO_3^-)

Utilizou-se o método por espectrofotômetro, transferiu-se uma alíquota de 50 mL da amostra para um erlenmeyer de 125 mL, colocou-se na chapa aquecedora para que fosse secada toda a água (Figura 9), sobrando apenas o resíduo, tomou-se cuidado

para não deixar queimar. Depois de resfriado adicionou-se 2mL de ácido fenoldissulfônico, 10mL de água destilada, 7,5mL de NaOH 12M. Transferiu-se para um balão volumétrico de 50mL e completou-se o volume deixado repousar durante 10 minutos, Foi feita a leitura da absorvância no espectrofotômetro com comprimento de onda em 410nm (CETESB, 2013).



Figura 9 – Secagem da amostra para Nitrato

Curva de Calibração de Nitrato (NO_3^-)	
NO_3^- (x)	Absorvância (y)
0,01 pp,	0,032
0,02 ppm	0,061
0,05 ppm	0,157
0,10 ppm	0,225
0,25 ppm	0,545
0,50 ppm	0,870

Tabela 5 - Curva padrão de Nitrato (NO_3^-) (In: CEPECI, 2013).

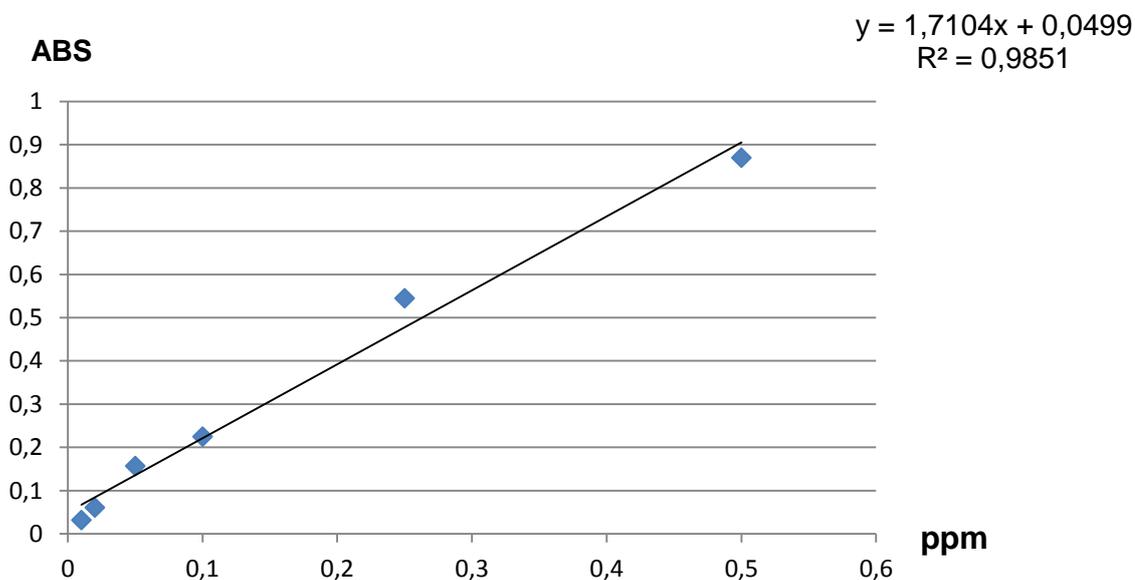


Gráfico 3 - Curva padrão de Nitrato (NO₃⁻) (In: CEPECI, 2013).

A equação da reta:
$$\text{ppm} = \frac{\text{abs} - 0,0499}{1,7104}$$

6.8. NITRITO (NO₂⁻)

Utilizou-se o método por espectrofotômetro. Tomou-se uma alíquota de 50mL da amostra e transferiu-se para tubos de ensaio grandes, adicionou-se 1 mL da solução de sulfanilamida (C₆H₈O₂N₂S), agitou-se e aguardou-se 5 minutos, depois adicionou-se 1 ponta de espátula de alfa – naftilamina clorada e agitou-se. Deixou-se repousar por 10 minutos para que fosse feita a leitura da absorvância no espectrofotômetro com comprimento de onda em 543nm (CETESB, 2013).

Curva de Calibração de Nitrito (NO ₂ ⁻)	
NO ₂ ⁻ (x)	Absorbância (y)
0,01 ppm	0,022
0,02 ppm	0,047
0,05 ppm	0,094
0,08 ppm	0,121
0,10 ppm	0,129

Tabela 6 - Curva padrão de Nitrito (NO₂⁻) (In: CEPECI, 2013).

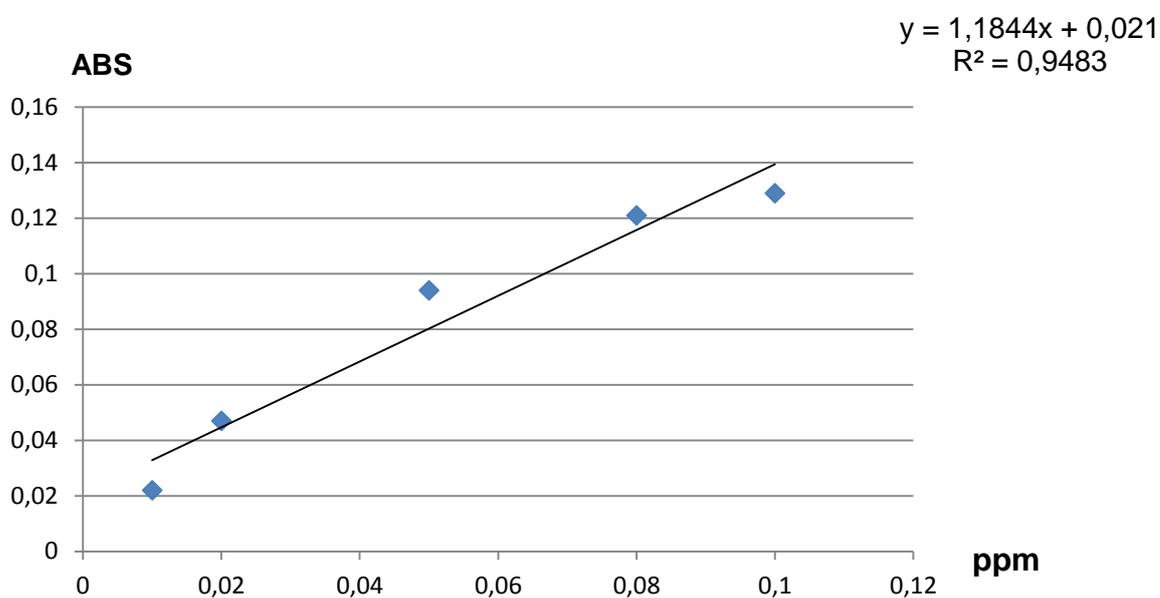


Gráfico 4 - Curva padrão de Nitrito (NO₂⁻) (In: CEPECI, 2013).

A equação da reta: $\text{ppm} = \frac{\text{abs} - 0,021}{1,1844}$

6.9. NITROGÊNIO AMONÍACAL (NH₃)

Utilizou-se o método por espectrofotômetro. Tomou-se 50mL da amostra e adicionaram-se os seguintes reagentes: 2 ou 3 gotas de tártaro de sódio e potássio (C₄H₄O₆NaK.4H₂O), 1mL de NaOH 6M, 3mL de solução de fenato de sódio (C₆H₅ONa), 1mL de hipoclorito de sódio (NaClO) 20%, 0,5mL de nitroprussiato de

sódio ($\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$) em seguida completou-se com água destilada o balão de 100mL. Deixou-se repousar por 45 minutos (Figura 10) para que fosse feita leitura da absorbância no espectrofotômetro com comprimento de onda em 660nm (CETESB, 2013).



Figura 10 – Amostra de Nitrogênio amoniacal

Curva de Calibração de Nitrogênio Amoniacal (NH_3)	
NH_3 (x)	Absorbância (y)
0,10 ppm	0,068
0,20 ppm	0,087
0,50 ppm	0,205
1,00 ppm	0,495

Tabela 7- Curva padrão de Nitrogênio Amoniacal (NH_3) (In: CEPECI, 2013).

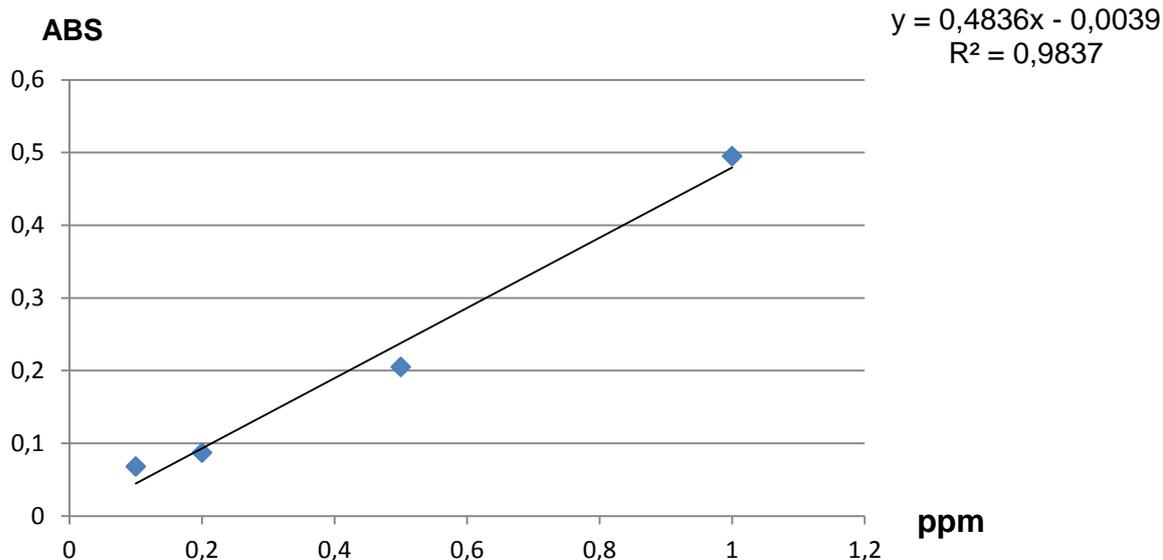


Gráfico 5 - Curva padrão de Nitrogênio Amoniacal (NH₃) (In: CEPECI, 2013).

A equação da reta:
$$\text{ppm} = \frac{\text{abs} + 0,0039}{0,4836}$$

6.10. FOSFORO TOTAL

Utilizou-se o método por espectrofotômetro, primeiro foi necessário o preparo da base de NKT/PT, transferindo-se uma alíquota de 100mL da amostra para um erlenmeyer de 250mL, adicionou-se 10mL de solução digestora de NKT/PT e levou-se a chapa de aquecimento até ficar apenas um filete d'água. Depois de resfriado transferiu-se para um balão volumétrico de 100mL e completou-se o volume com água destilada (CETESB, 2013).

Transferiu-se uma alíquota de 25 mL da base de NKT/PT para um balão de 50mL, adicionou-se 2 gotas de fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄) 0,1%, solução de NaOH + NaCl até ficar rosa em seguida solução ácida até ficar incolor, adicionou-se 5mL de reagente combinado (o reagente combinado foi preparado em um béquer com 50ml de mistura combinada para cada 0,25g de ácido ascórbico (C₆H₈O₆)). Em seguida completou-se o volume com água destilada. Deixou-se repousar por 15 minutos

(Figura 11) para que fosse feita a leitura da absorvância no espectrofotômetro com comprimento de onda em 660nm (CETESB, 2013).

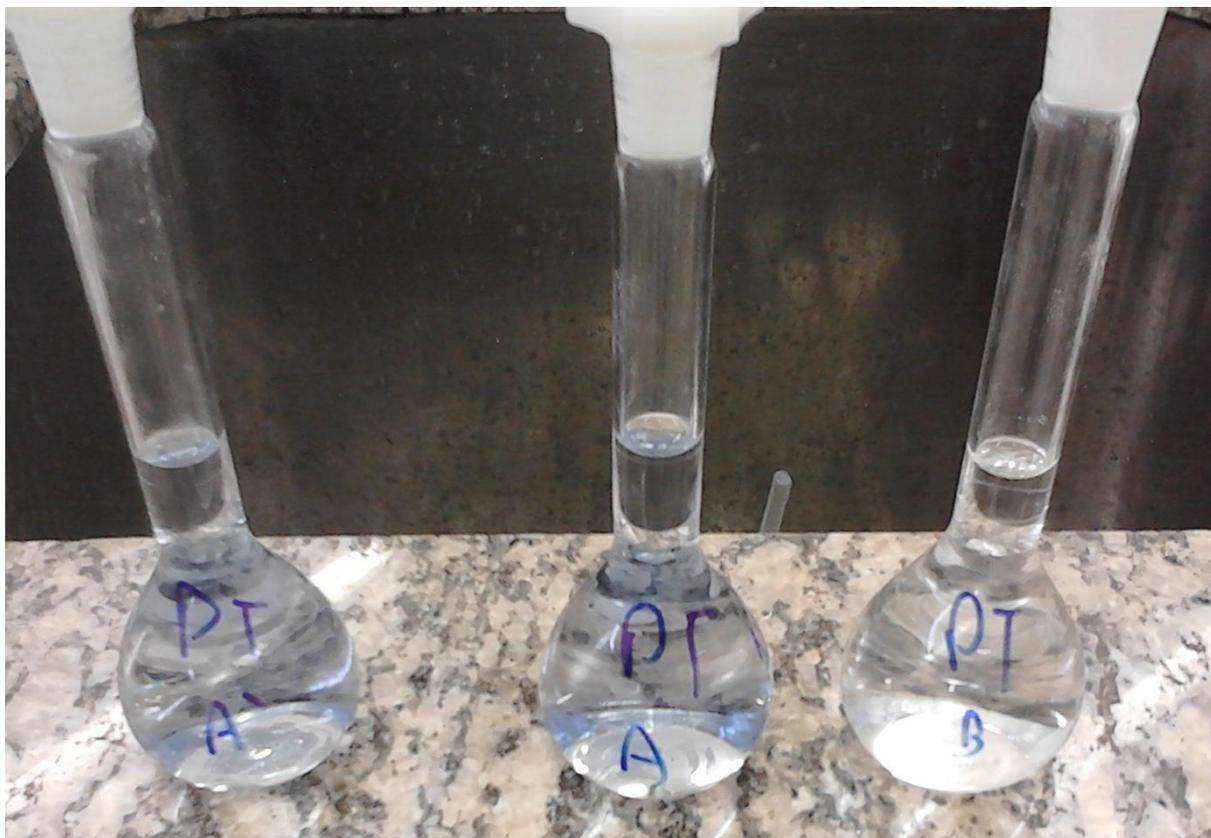


Figura 11 – Amostras de Fosfato Total

Curva de Calibração de Fosfato Total (PO_4^{-3})	
PO_4^{-3} (x)	Absorvância (y)
0,05 ppm	0,111
0,10 ppm	0,226
0,20 ppm	0,345
0,50 ppm	0,569
1,00 ppm	0,733

Tabela 8 - Curva padrão de Fosfato Total (PO_4^{-3}) (In: CEPECI, 2013).

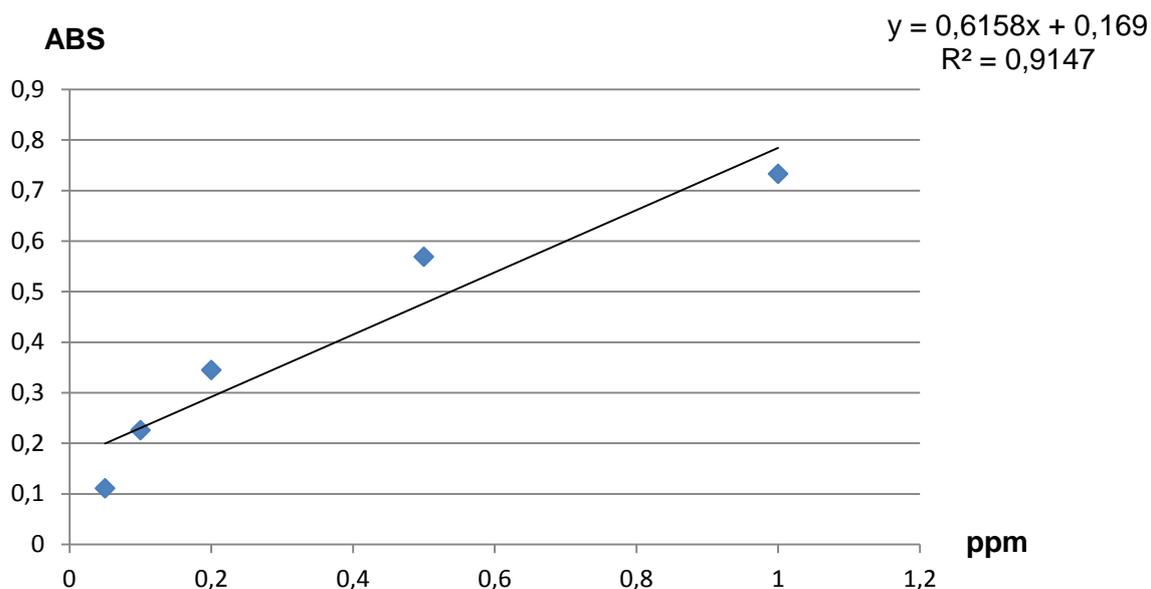


Gráfico 6 - Curva padrão de Fosfato Total (PO_4^{3-}) (In: CEPECI, 2013).

A equação da reta: $\text{ppm} = \frac{\text{abs} - 0,169}{0,6158}$

6.11. TEMPERATURA

Utilizou-se o método *in loco para determinação*, utilizando o termômetro acoplado ao oxímetro da marca Lutron modelo DO-5510.

6.12. TURBIDEZ

Utilizou-se o turbidímetro fazendo a calibração do mesmo antes da leitura da amostra, foram utilizados os padrões de 0 NTU, 20 NTU, 200 NTU, 1000 NTU, 4000 NTU. O resultado foi obtido diretamente na Unidades Nefelométricas de Turbidez (N.T.U).

6.13. OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Utilizou-se o método *in loco* para determinação, utilizando o oxímetro da marca Lutron modelo DO-5510. O oxímetro é calibrado utilizando o oxigênio do ar, normalmente 20,9%, também é necessário corrigir a concentração salina para 1% e a altitude para 500 MT.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Escolheu-se um ponto de coleta no córrego do Jacu, na cidade de Assis - SP. Este ponto esta localizada fora do perímetro urbano (Figura 12). Um total de quatro amostras foi coletado no período de setembro a outubro.



Figura 12 – Córrego do Jacu

Os resultados da tabela 9 são referentes aos parâmetros nitrogênio e fósforo. Pode-se observar que os resultados obtidos para todas as análises, período do estudo, mostram diferentes valores, apesar da curta diferença de tempo entre as coletas. De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, para águas doces

de classes 3 o valor de NKT não deverá ultrapassar 2,18mg/L, nitrato não deverá ultrapassar 10mg/L, nitrito não deverá ultrapassar 1,0mg/L, nitrogênio amoniacal não deverá ultrapassar 5,6mg/L, enquanto que o fósforo não deverá ultrapassar 0,15mg/L em ambientes lóticos.

Data	NKT	NO ₃	NO ₂	NH ₃	PT
24/09/2013	1,846	0,7473	< 0,1	1,808	< 0,1
30/09/2013	2,314	0,8915	< 0,1	2,001	< 0,1
07/10/2013	2,008	0,8504	< 0,1	2	< 0,1
14/10/2013	3	0,9302	< 0,1	2,304	< 0,1

Tabela 9 – Resultados dos parâmetros de nitrogênio e fósforo

Os resultados obtidos de nitrogênio e fósforo não se mostraram fora dos padrões, exceto pelo valor de NKT obtido no dia 30/09/2013.

Os resultados da tabela 10 são referentes aos parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), temperatura. De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 os valores máximos admissíveis de oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não pode ser inferior a 4mg/L. O pH deve apresentar valores em torno de 6,0 a 9,0. Turbidez até 100NTU. Ademanda bioquímica de oxigênio (DBO) realizada em 5 dias a 20°C, deve apresentar um limite de 10mg/L. Quanto ao parâmetro temperatura não existem valores estabelecidos.

Data	OD	Temp.	pH	Turbidez	DBO
24/09/2013	5,4	20	8,62	19,7	4
30/09/2013	4,0	22,3	6,82	6,45	6
07/10/2013	4,2	21	7,75	6,3	6
14/10/2013	4,1	23,8	7,43	6,8	6

Tabela 10 - Resultados dos parâmetros de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, turbidez, DBO.

Os resultados obtidos de temperatura, pH, turbidez e DBO não se mostraram fora dos padrões, entretanto o de oxigênio dissolvido apresentou valores muito próximos ao mínimo permitido em todos os dias coletados.

Os resultados da tabela 11 são referentes aos parâmetros: de coliformes fecais e totais. De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 os valores máximos admissíveis para o teor de coliformes termotolerantes não deverá exceder o limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras.

Data	Coliformes termotolerantes	Coliformes Fecais	Coliformes totais
24/09/2013	$1,7 \times 10^5$	$3,3 \times 10^4$	$7,9 \times 10^4$
30/09/2013	$3,5 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$
07/10/2013	$2,4 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$
14/10/2013	$2,4 \times 10^4$	$7,9 \times 10^3$	$7,9 \times 10^3$

Tabela 11 - Resultados dos parâmetros de coliformes termotolerantes, coliformes fecais e coliformes totais.

Os resultados obtidos de coliformes fecais e coliformes totais estão fora dos padrões, avaliando que o máximo estabelecido pelo CONAMA e de 4000 coliformes termotolerantes por 100mL, e o mínimo obtido em todos os dias foi de 2,4000 coliformes termotolerantes por 100mL, e de coliformes fecais foi de 7,900 coliformes fecais por 100mL. Observou-se então que o nível de coliformes estão cerca de 6 vezes o maior que valor permitido.

7.1 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

O IQA foi calculado através de um software, disponibilizado pela CETESB no endereço <http://www.sobreasaguas.info/iqa_cetesb.aspx>. O resultado é determinado pela média ponderada dos valores normalizados das concentrações dos parâmetros. Este aplicativo foi desenvolvido de maneira que o número de parâmetros pode variar, e o seu peso será automaticamente redistribuído na mesma proporção entre os outros parâmetros da planilha. Vale ressaltar que o resultado do IQA, não deve ser compreendido da mesma maneira, pois há as restrições consequentes da falta de informação não incorporada pela ausência de uma ou mais variáveis (CETESB, 2013).

Os resultados do índice de qualidade das águas, calculados com base nos resultados das análises de turbidez, coliformes, DBO, nitrogênio, fósforo, pH, temperatura, OD, são mostrados na Tabela 12.

Data	I.Q.A.	Qualidade
24/09/2013	41,7	Razoável
30/09/2013	56,3	Boa
07/10/2013	58,3	Boa
14/10/2013	56,3	Boa

Tabela 12 – Resultado do I.Q.A.

Apesar dos valores obtidos de coliformes estarem alterados, o I.Q.A. mostrou-se dentro dos parâmetros, devido a que nenhum dos outros setes variáveis mostrou-se fora dos parâmetros.

8. CONCLUSÃO

Conforme o I.Q.A. calculado verificou-se que o estado da água é bom.

Nenhuma das análises feitas com relação a nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, turbidez, pH e demanda bioquímica de oxigênio, deram valores que de acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 ultrapassasse os valores máximos admissíveis.

De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05 os valores máximos admissíveis para o teor de coliformes termotolerantes não deveria exceder o limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, porém nos resultados obtidos os valores foram cerca de seis vezes maiores do que o permitido, sendo 24000 NMP/100mL o menor resultado obtido das 4 coletas realizadas.

O córrego do Jacu esta com a sua qualidade de água sendo alterado quanto à quantidade de coliformes de forma significativa, provavelmente devido à que sua nascente e todo o curso do córrego encontram-se canalizado dentro do perímetro urbano sofrendo assim o despejo de esgoto do centro da cidade diretamente nele.

REFERENCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: American Public Health Association; AWWA; WPCF, 2005. 1569 p.

ANA. **AGENCIA NACIONAL DA ÁGUA**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

BIO. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, **Água no Mundo**, v.10, n.11, JULHO 1999. p.41

CEBALLOS, B.S.O., PELLIZARI, V.H., KONIG, A.; Novas Metodologias em Microbiologia Ambiental. Notas de aulas do curso “Novas Metodologias em Microbiologia Ambiental”, 1999, p. 34.

CEPECI. **CENTRO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS**.

CETESB. **COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

CETESB. **COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**. Disponível em: <http://sobreasaguas.info/iqa_cetesb.aspx>. Acesso em: 15 ago. 2013.

CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Alteração de Qualidade da Água e Avaliação de Tendências. In: **BOLETIM TÉCNICO**. CETESB, Qualidade das águas subterrâneas, São Paulo, 2007, 199 p.

CONAMA. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**. Resolução nº 357, 17 de Março de 2005; Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-superficiais/110-Legisla%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 27 jun. 2013

CRESPILHO, Frank Nelson; SANTANA, Claudemir Gomes; REZENDE, Maria Olímpia Oliveira. Tratamento de efluentes da indústria de processamento de coco utilizando eletroflotação. **Química Nova**, v. 27, n. 3, 2004, p.387-392

DAEE, DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA; Legislação de recursos hídricos: consolidação. São Paulo/SP, DAEE, 2002.

FELIX, Erika Pereira; CARDOSO, Arnaldo Alves. Fatores Ambientais que Afetam a Precipitação úmida. **Química Nova na Escola**, n. 21, MAIO 2005, p. 47-50

GRASSI, Marco Tadeu. As Águas do Planeta Terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, ed. Especial, Maio, 2001, p.31-40.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda; **Tratamento de Esgotos Domésticos**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Ed 3ª, Rio de Janeiro, 1995, p.7-22.

MACÊDO, Jorge A. Barros; Disponibilidade de água. **Águas & Águas**, 2001, p.1-60

MELLO, Patrícia Cavani Martins. **Parâmetros de qualidade da água**, 2010. Apostila de coleta e conservação de amostras de águas.

MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos – 2º edição revisada e atualizada. – RJ: ABES, 1995; p.200

NOGUEIRA, C. O Planeta tem sede, **Revista Veja**, v.32, n.46, Novembro 1999,p.154-156.

RICHTER, Carlos; NETTO, José M. de Azevedo; **Tratamento de Água Tecnologia Atualizada**, 1991, p.24-39.

SAUTCHÚK,Carla Araújo; LANDI, Fernando Del Nero; MIERZWA, José Carlos; VIVACQUA, Maria Carolina Rivoir; SILVA, Mauricio Costa Cabral; LANDI, Paulo Del Nero; SCHMIDT, Willian. In: **Manual de reuso da Água para as Industriais**. Federação e centro das Indústrias do Estado de São Paulo, São Paulo, 2009, 91 p.

SCHMITZ, Angela Cristina; **Avaliação Comparativa de Metodologias de Análise de Demanda Química de Oxigênio – DQO**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004, p. 52.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. 2006. Universidade Federal do Amazonas/UFAM, Amazonas - AM. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S004459672008000400017&script=sci_arttext> .Acesso em: 15mai. 2013.

THOMAZ, Raquel da Silva; CURSINO, Ana Cristina Trindade; AIRES, Joanez Aparecida; GUIMARÃES, Orliney Maciel. **ANÁLISE DOS ARTIGOS PUBLICADOS NA SEÇÃO “EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA” DA REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA 2000-2008**. Curso de Química da Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2009. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/217/249>>. Acesso em: 26 nov. 2013.

VOGEL, A.I. **Análise Química Quantitativa**. Editora Guanabara Koogan S.A., 1992. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/ib/bioquimica/ana.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2013.

WIKIPÉDIA, Enciclopédia Livre; **Efluente**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Efluente>>. Acesso em: 15 ago. 2013.