

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA-RJ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS DA**  
**SAUDE E MEIO AMBIENTE**



**ROTEIRO PARA AULA DE CAMPO E AULA DE**  
**LABORATÓRIO**

PRODUTO DE  
MESTRADOMESTRADO  
PROFISSIONAL EM ENSINO  
EMCIÊNCIAS DA SAÚDE E DO MEIO  
AMBIENTE

AUTORES:

ELIAS GONÇALVES DORINO

DENISE CELESTE GODOY DE ANDRADE  
RODRIGUES

ROSANA APARECIDA RAVAGLIA SOARES

## SUMÁRIO

1.	<b>PLANEJAMENTO DAS AULAS</b> .....	4
1.1.	OBJETIVOS EDUCACIONAIS.....	4
1.2.	PLANEJAMENTO DAS AULAS DE CAMPO.....	4
1.3.	TRANSPORTE E SEGURANÇA.....	5
1.4.	REGISTROS IMPORTANTES.....	6
1.5.	PLANEJAMENTO DAS AULAS DE LABORATÓRIO.....	7
2.	<b>COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA</b> .....	8
3.	<b>RECURSOS MATERIAIS</b> .....	12
4.	<b>COMO AVALIAR UMA AULA DE CAMPO</b> .....	13
4.1.	CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS DURANTE AS AULAS .....	13
5.	<b>PARÂMETROS A SEREM ANALISADOS</b> .....	15
5.1.	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA.....	17
5.1.1.	<b>Análise de turbidez</b> .....	17
5.1.2.	<b>Análise de amônia</b> .....	19
5.1.3.	<b>Análise de oxigênio dissolvido</b> .....	20
5.1.4.	<b>Análise de nitrato</b> .....	21
5.1.5.	<b>Análise de nitrito</b> .....	23
5.1.6.	<b>Análise de ortofosfato</b> .....	25
5.1.7.	<b>Análise de pH</b> .....	26
5.2.	ANÁLISE DE MICROBIOLÓGICA <i>E. COLI</i> E COLIFORMES TOTAIS.....	27
6.	<b>PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA – UMA ANÁLISE VISUAL DE TRECHOS DO RIO</b> .....	32
7.	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Coletor de amostras da água.....	10
Figura 2 – Coletor com braço retrátil.....	10
Figura 3 – Seringa de amostragem de água para análise do oxigênio dissolvido....	15
Figura 4 – Leitura do medidor de turbidez.....	17
Figura 5 – Leitura da turbidez no nível da água, direto na escala da haste.....	18
Figura 6 – Interpretação do resultado da análise de amônia (mg/l N-NH <sub>3</sub> ).....	19
Figura 7 – Interpretação do resultado da análise de oxigênio dissolvido (mg/l O <sub>2</sub> ).....	14
Figura 8 – Interpretação do resultado da análise de nitrato (mg/l N-NO <sub>3</sub> ).....	15
Figura 9 – Interpretação do resultado da análise de nitrito (mg/l N-NO <sub>2</sub> ).....	17
Figura 10 – Interpretação do resultado da análise de Ortofosfato em baixa concentração (mg/l PO <sub>4</sub> ).....	18
Figura 11 – Interpretação do resultado da análise de pH.....	19
Figura 12 – Cartela de incubação.....	21
Figura 13 - Cartela de incubação para contagem das colônias.....	22
Figura 14 - Formulário do protocolo de avaliação rápida – uma análise visual de trechos do rio.....	34

# **ROTEIRO PARA ATIVIDADES DE AULA DE CAMPO E AULAS DE LABORATÓRIO**

## **1. PLANEJAMENTO DAS AULAS**

### **1.1. OBJETIVOS EDUCACIONAIS**

O objetivo principal do monitoramento da qualidade do rio visa a acompanhar a saúde do rio e registrar o aumento das influências antrópicas no meio. Para que os alunos possam assimilar e compreender sua importância, envolvê-los é uma condição prioritária para que no futuro, eles possam intervir e mitigar os efeitos danosos causados pela degradação ambiental dos mananciais das localidades onde moram.

### **1.2. PLANEJAMENTO DAS AULAS DE CAMPO**

Priorizar a segurança dos alunos na execução dos trabalhos e utilizar os equipamentos de proteção individuais requeridos, tanto durante as coletas de amostras para aquele corpo hídrico específico, quanto para as análises que serão realizadas no laboratório da escola. O professor nunca deve perder o foco principal que é a segurança dos discentes.

O professor deve orientar e realizar treinamentos prévios com os alunos que farão as coletas das amostras das águas no rio. As noções de amostragens para realização das análises da água são para impedir possíveis contaminações tanto das amostras, quanto a contaminação dos próprios alunos durante a tarefa. Escolher o local onde serão realizadas as amostragens, ter o planejamento adequado que envolve a obtenção de informações preliminares sobre a área de influência do corpo de água a ser amostrado, do levantamento de estudos já realizados no local, que possam contribuir com informações sobre a área de estudo.

A elaboração de um croqui com a localização dos possíveis pontos de coleta de amostras, é muito importante, e para tal o professor deverá disponibilizar um mapa da região com os locais das amostragens já identificados.

Para o desenvolvimento deste trabalho, 7 pontos de amostragens foram definidos, tomando como premissa, que os locais fossem de fácil acesso e seguros ao longo de todo o trecho do rio, para toda a equipe do trabalho de campo. Manter os registros das coordenadas geográficas dos pontos de amostragem, com menção de quaisquer características que fossem relevantes para o trabalho.

### 1.3. TRANSPORTE E SEGURANÇA

Dentre os diversos aspectos que podem dificultar a implementação das aulas de campo, o que chama mais atenção são os planejamentos, principalmente os relacionados ao transporte. É muito difícil angariar recursos financeiros para contratar transporte para os alunos nos dias de hoje. Como no caso deste trabalho os rios Perequê e Mambucaba passam nas proximidades da escola. Foi sugerido pelos próprios alunos reduzir o número de integrantes no grupo de pesquisa de campo, limitado a quem quisesse e tivesse a disponibilidade de ir de bicicleta. Outro ponto relevante na escolha dos locais de amostragens foi o acesso à beira do rio, de forma segura e sem o risco ou possibilidade de queda dos alunos no rio.

Outro tem importante foi informar a direção da escola e obter a permissão para realizar as atividades de campo, com os alunos. Solicitar à direção apoio logístico como água, lanche, kit de primeiros socorros e complementar com as orientações da direção da escola.

Fazer a integração da aula de campo com a sala de aula. Neste caso, será feita a integração com as aulas de laboratório. Os alunos deverão ser informados como será o desenvolvimento da atividade de campo, tanto na coleta das amostras quanto nas análises visuais para o preenchimento do protocolo de avaliação rápida no campo.

Rever a segurança de toda a equipe. Verificar a questão do transporte (bicicleta), calçados, vestimenta, luvas de borracha, coletor de água (haste prolongada, medindo 2,85 m), para evitar que os alunos fiquem muito próximos da água (FIGURA 1).

Estabelecer a melhor forma de comunicação do grupo. Criar por exemplo, um grupo no aplicativo de mensagens no WhatsApp com nome de Trabalho de campo, no qual todos os alunos que se dispuseram a participar da atividade de campo sejam

inseridos e informados do local e horário do encontro para a atividade. Qualquer imprevisto deve ser informado pelo grupo criado.

#### 1.4. REGISTROS IMPORTANTES

Levar em conta as características dos alunos e o nível escolar, sendo considerados três momentos altamente relevantes: a preparação, a realização e o resultado / avaliação da aula de campo.

Como passo inicial, o professor deverá visitar a área de estudo para realizar o georreferenciamento dos locais de coleta, por meio de GPS (Global Position System), podendo utilizar um aplicativo do próprio celular. Nunca se deve realizar um trabalho de campo sem que o professor, tenha feito um levantamento prévio do lugar a ser explorado, isto é, deve ter o conhecimento completo do trabalho que irá coordenar.

Verificar as vias de acessos, bem como a situação das mesmas e o tempo necessário para realização dos trabalhos.

Problematizar as aulas de campo, propondo situações-problemas para que os alunos possam resolver ou sugerir, e não se dispersarem. Caso não seja possível, guie os alunos que precisarem ver ou prestar atenção. Uma aula de campo não pode ser solta, em que cada aluno esteja prestando atenção em uma coisa.

Fomentar os alunos o uso consciente dos recursos naturais, questioná-los sobre os resultados das análises que devem ser realizadas nos locais das amostragens das águas, como OD (oxigênio dissolvido), turbidez, PH e temperaturas, que podem apresentar divergência nos resultados entre os alunos.

Distribuir as atividades para cada um dos integrantes do grupo de alunos de acordo com a programação da aula: o responsável por fotografar, por realizar as anotações, pela coleta do lixo gerado, o que irá manusear o coletor de amostras, o responsável por identificar e transportar os frascos de amostras, o que irá medir as temperaturas, turbidez, o responsável pelas análises do oxigênio dissolvido e do PH. O professor será o operador do “drone” e o responsável pela coordenação de toda equipe de trabalho.

## 1.5. PLANEJAMENTO DAS AULAS DE LABORATÓRIO

Acidentes de qualquer natureza devem ser comunicados ao professor. As peças utilizadas, principalmente as de vidro, devem ser perfeitas, sem arestas ou bordas cortantes ou com rachaduras.

Durante sua permanência no laboratório, evite passar os dedos na boca, nos olhos ou no nariz. Ao sair, lave as mãos. Nunca prove as substâncias nem aspire os gases ou os vapores sem se assegurar de que não se trata de tóxicos. Não aqueça substâncias em recipientes fechados.

Feche com cuidado as torneiras de gás, evitando vazamentos. Para aquecer um tubo de ensaio com líquido, ponha em contato com o fogo somente a parte lateral do tubo, e nunca o fundo. Ao manejar tubos de ensaio, nunca vire a boca do frasco na direção de uma pessoa.

Se algum ácido ou qualquer outro produto químico for derramado, lave o local imediatamente com bastante água. Não deixe peças de vidro (ou de outro material) quentes em lugar onde alguém possa pegá-las nem coloque vidro quente sobre superfícies frias, pois o choque térmico poderá trincá-lo.

Antes de utilizar um reagente, leia com atenção o rótulo do frasco. Sempre segure um frasco de reagente com o rótulo voltado para a palma de sua mão. Trabalhe com método, atenção e calma. Antes de realizar um exercício de laboratório, leia com atenção os procedimentos indicados no livro e as orientações do professor.

## 2. COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

A coleta e a preservação das amostras são parte fundamental do processo analítico de medição de parâmetros físico-químicos, biológicos e microbiológicos. Esta etapa consiste na retirada de uma porção representativa do local de estudo, ou seja, uma fotografia e tempo. Coletar 1000 ml de água de um rio representa geralmente 0,004% do seu volume em apenas um segundo (TOMASI, 2018).

A coleta de amostras é, provavelmente, o passo mais importante para a avaliação da área de estudo, e como tal, a amostragem deve ser realizada com muito cuidado e técnica, para evitar possíveis contaminações e perdas, e representar o corpo de água amostrado. A técnica a ser utilizada para a coleta de amostras depende da matriz a ser amostrada (água superficial, em profundidade, subterrânea, tratada residuária, sedimento, biota aquática entre outras), do tipo de amostragem (amostra simples, composta ou integrada) e dos ensaios solicitados (ensaios físico-químicos, microbiológicos, biológicos e taxológicos).

Amostras simples (pontual ou instantânea) são aquelas coletadas em uma única tomada de amostra, num determinado instante, para a realização das determinações e ensaios. O volume total da amostra dependerá dos parâmetros escolhidos. É indicada para os casos onde a vazão e a composição do líquido (água ou efluente) não apresentam variações significativas. É obrigatória para os parâmetros cujas características alteram-se rapidamente ou não admitem transferência de frasco (sulfetos, oxigênio dissolvido, solventes halogenados, óleos e graxas, microbiológicos).

Amostra composta é constituída por uma série de amostras simples, coletadas durante um determinado período e misturadas para constituir uma única amostra homogeneizada. A amostragem em águas superficiais como rios, lagoas e mares é realizada geralmente com auxílio de embarcação. Dessa forma, é possível coletar a amostra na localidade indicada através de coordenadas geográficas. Esta amostragem é realizada na superfície e também em profundidades variadas, ou utilizando a garrafa de Van Dorn que permite coletar a amostra preservando o movimento e fluxo natural da corrente (TOMASI, 2018). Este procedimento é adotado para possibilitar a redução da quantidade de amostras a serem analisadas,

especialmente quando ocorre uma grande variação de vazão e/ou da composição do líquido. É recomendada principalmente quando os ensaios se encontram num local muito distante, de forma a não exceder o prazo de validade da amostra.

Amostragem integrada é aquela realizada com amostradores que permitem a coleta simultânea, ou em intervalos de tempo o mais próximo possível de alíquotas que serão reunidas em uma única amostra. Para melhor representatividade do local amostrado, pode-se também realizar a amostragem com réplicas (duplicatas ou triplicata), quando a amostra é coletada de modo sequencial e independente, em um determinado período de tempo ou espaço (ANA, 2011).

O controle de qualidade na amostra é considerado o ponto mais frágil do processo e necessita de um cuidado especial. A preocupação tem de ser cada vez maior para não comprometer todo o estudo. As técnicas de preservação, a seleção adequada dos frascos e a forma de armazenamento têm por objetivo retardar a ação biológica e a alteração dos compostos químicos; reduzir a volatilidade ou precipitação dos constituintes e os efeitos de adsorção e/ou preservar organismos, evitando ou minimizando alterações morfológicas, fisiológicas e de densidades populacionais em todas as etapas da amostragem coleta, acondicionamento, transporte armazenamento, até o momento do ensaio (ANA, 2011).

Para a conservação das amostras, é necessário manter o frasco com as amostras em um ambiente frio. Neste estudo, os frascos foram colocados numa caixa de isopor com gelo. O congelamento é uma técnica aceitável para alguns ensaios e serve para aumentar o intervalo entre a coleta e o ensaio da amostra *in natura*, sem comprometer esta última (ANA, 2011).

Assim utilizado um frasco de água mineral de 500 ml, para garantir que estes frascos estivessem limpos, sem contaminações. Os frascos vazios foram oriundos do próprio uso pessoal e, à medida que foram esvaziando, foram sendo guardados na geladeira até alcançar a quantidade necessária para iniciar os trabalhos de campo.

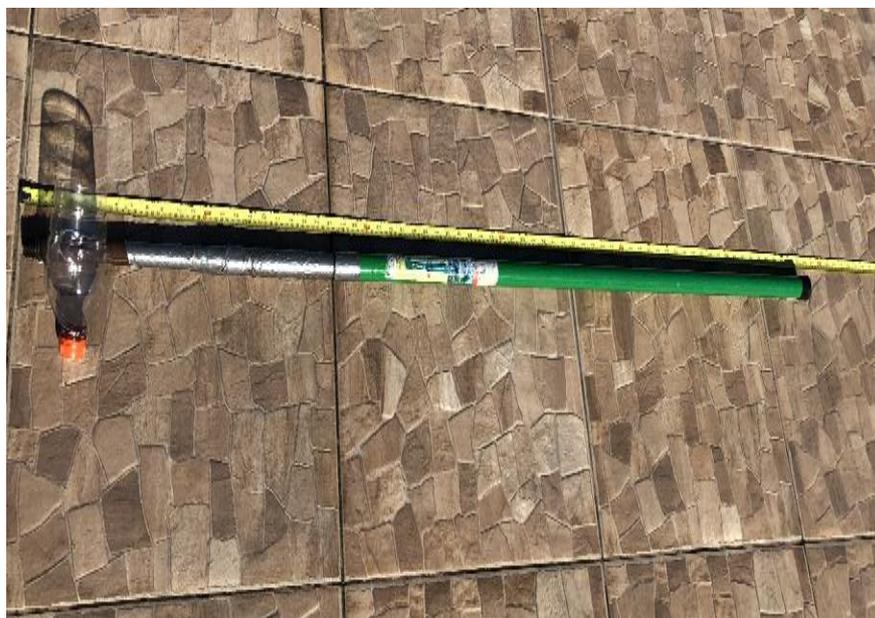
Para coletar as amostras de água, foi desenvolvido, a partir de uma garrafa PET de 1000 ml, um coletor de aproximadamente 400 ml com uma haste retrátil de 2,80 m (FIGURAS 1 e 2). Desta forma, conforme a experiência de campo realizada,

os alunos poderão ficar a uma distância segura das margens do rio, minimizando o risco de queda.

**Figura 1** – Coletor de amostras da água



**Figura 2** – Coletor com braço retrátil



Devem ser tomados os seguintes cuidados:

Verificar a limpeza dos frascos e dos demais materiais e equipamentos que serão utilizados. Para essa experiência de campo, foram utilizadas garrafas plásticas de água mineral de 500 ml. As partes internas das garrafas não podem ser tocadas com as mãos ou ficarem expostas a pó, fumaça e outras impurezas.

Sempre fazer a ambientação dos equipamentos de coleta com a própria água do local. Garantir que as amostras líquidas não contenham partículas grandes, detritos, folhas ou outro tipo de material acidental durante a coleta.

Coletar um volume suficiente de amostra para eventual necessidade de se repetir o ensaio. Colocar as amostras ao abrigo da luz solar imediatamente após a coleta e preservação.

Acondicionar em caixas térmicas com gelo as amostras, que exigem refrigeração para sua preservação.

Observação: as amostras para análise de OD (oxigênio dissolvido) não devem ser mantidas sob refrigeração, este ensaio deve ser feito no próprio local de amostragem.

### 3. RECURSOS MATERIAIS

A gestão de recursos materiais contribui para o resultado satisfatório da pesquisa. Neste estudo, foram utilizados os itens conforme mencionados abaixo.

GPS (celular App – My GPS Coordinates Pro), máquina fotográfica, DRONE (dji MAVIC PRO), termômetro (0 a 100°C), gelo para conservação das amostras. Para acondicionamento das amostras de água, foi utilizada caixa de isopor, frasco para coleta das águas (água mineral de 500 ml), frasco lavador com água mineral sem gás e um frasco lavador com álcool etílico a 70%, para lavar os frascos para as análises. Foram manuseados coletor de água (2,80 m), luvas de borracha, prancheta, folha A4 para anotações e canetas. Além disso, foram manejados papel higiênico para secar os materiais durante as amostragens, álcool 70 % para higienização das mãos e das cubetas plásticas, sacos de lixo, pilha ou baterias para os equipamentos eletrônicos.

O kit de educação ambiental utilizado para o desenvolvimento deste trabalho foi o da empresa ALFAKIT, pelo baixo custo e por ser bastante fácil a compreensão do método analítico.

É importante salientar a necessidade de levar um mapa com a identificação dos locais de amostragem de água e lanche para todos os participantes.

#### **4. COMO AVALIAR UMA AULA DE CAMPO**

As aulas de campo são uma grande ferramenta escolar. Justamente, através dessas metodologias que os alunos aprendem a conciliar teoria e prática. As aulas em parques, praças, hortos zoológicos estimulam a criatividade, a imaginação e a compreensão dos discentes. O educador deve expandir a percepção do ambiente em estudo, dando exemplos positivos e negativos dos impactos que a preservação (ou a falta dela) pode causar ao meio ambiente e afetar os seres vivos. Ele também deve abordar os resultados que afetam o meio ambiente e que decorrem das ações antrópicas. Além disso, deve perceber as consequências daquilo que pode influenciar os ecossistemas, principalmente, o que foi praticado no passado.

O professor deve propor problemas para os alunos resolverem durante a aula de campo; a solução que eles apresentarem serve como avaliação, ou se o professor não propuser uma problemática, a maneira mais simples de testar os conhecimentos adquiridos é aplicar uma atividade ou questionário sobre o tema estudado e os conteúdos da disciplina. Outra forma é aplicar uma avaliação que pode ser a exposição, as impressões e conclusões que os alunos tiveram ou uma roda de discussão como em forma de um relatório.

O professor deve observar bem os alunos e tomar ações que mantenham todos bastantes motivados, desafiando-os de forma construtiva e positiva.

##### **4.1. CUIDADOS A SEREM OBSERVADOS DURANTE AS AULAS**

Utilizar calça comprida, calçado fechado e luvas de borracha nas atividades de aula de campo, preparar a caixa de isopor com gelo para transporte e conservação das amostras. Levar as garrafas plásticas de 500 ml (água mineral) em número compatível com a quantidade de amostras a serem coletadas. O amostrador coletor com cabo retrátil deverá ser bem lavado previamente com água mineral e depois com álcool etílico 70%. Antes de colher as amostras, realizar a ambientação, em primeiro lugar do amostrador coletor, depois das garrafas onde serão armazenadas as amostras.

Os procedimentos para limpeza dos recipientes de coleta e armazenamento deverão ser feitos com água mineral e depois com álcool etílico a 70%, e da mesma forma os tubos de ensaios para análises.

A realização das análises de temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido deverá ser feita nos locais de amostragem e sempre em um local arejado. As demais análises serão realizadas no laboratório da escola.

Os recipientes para dosar os reagentes, tanto os frascos, os tubos de ensaios, como as pás coletoras de amostras reagentes, que fazem parte do kit de educação ambiental, deverão ser lavados com água mineral, seguido de álcool etílico a 70%. Secar bem, com papel higiênico, para evitar umidade e poder comprometimento do material nas próximas retiradas dos reagentes dos respectivos frascos.

Deve-se evitar o contato dos reagentes com a pele. Caso isto aconteça, lavar o local atingido com bastante água mineral. Em caso de contato com os olhos ou ingestão do reagente, procure auxílio médico imediatamente. Guarde os resíduos e neutralize-os com uma solução de bicarbonato de sódio preparada com três colheres de sopa de bicarbonato em 300 ml de água antes de descartar ou envie para uma empresa especializada. Evitar expor os reagentes ao sol.

## 5. PARÂMETROS A SEREM ANALISADOS

A primeira análise a ser realizada deve ser sempre do oxigênio dissolvido, e esta amostra não poderá ser filtrada, devendo ser feita no próprio local de amostragem. A coleta será realizada com a seringa e deverá ser aspirada lentamente para evitar bolhas. Desta forma, irá garantir que não haja influência da concentração do oxigênio na amostra, pela aeração durante a amostragem.

Posicionar a boia da mangueirinha da seringa de amostragem (FIGURA 3), para a profundidade de coleta desejada. Dependendo da profundidade do rio a ser amostrado, colocar um peso de 20 g (chumbinho de pesca) na ponta da mangueirinha. Puxar o êmbolo da seringa até travar. Transferir inicialmente para o tubo de ensaio já identificado a amostra para análise do oxigênio dissolvido evitando, bolhas.

**Figura 3**– Seringa de amostragem de água para análise do oxigênio dissolvido



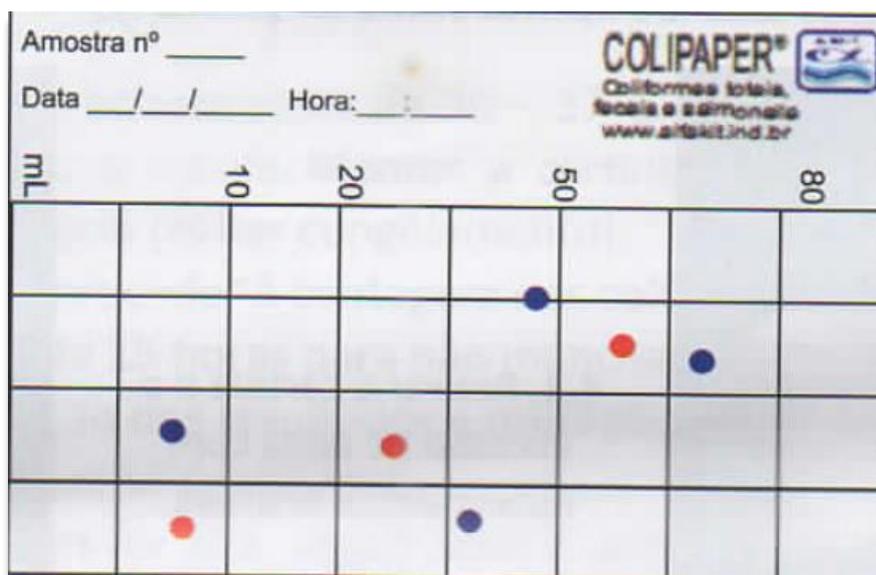
Entre uma amostragem e outra, lavar o tubo de ensaio com água limpa (água mineral) e depois com álcool etílico 70%. O oxigênio dissolvido tem o processo de análise com capacidade de medição de 0,5 a 9,0 mg/l, variando de 0,5; 1,0; 3,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0 e 9,0 mg/l dos valores possíveis de medição.

A temperatura da água e do ar será feita utilizando de um termômetro a álcool de 0 a 100°C, cuja graduação mínima é de 1°C. A determinação da acidez ou basicidade da água será feita através de reagentes que ao mudarem de cor, identificam o pH (potencial hidrogeniônico), cuja variação é de 0 a 7 (pH ácido), de 7 a 14 (pH básico) e neutro pH 7. O ortofosfato tem seus valores de medição de 0,0 a 3,0 mg/l, variando de 0,0; 0,75; 1,0; 1,5; 1,75; 2,0; 2,5 e 3,0 mg/l. Esta metodologia é para baixa concentração de PO<sub>4</sub>.

Na análise de nitrato, a cartela possui a capacidade de medição de 0,10 a 2,5 mg/l, variando de 0,10; 0,30; 0,50; 0,70; 1,0; 2,50 mg/l. Já para análise de nitrito, a cartela possui a capacidade de medição 0,01 a 0,50 mg/l: 0,01; 0,03; 0,05; 0,10; 0,20; 0,30; 0,50 mg/l. Para a análise da amônia, a cartela tem a capacidade de medição de 0,0 a 3,0 mg/l: 0,0; 0,10; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0; 3,0 mg/l. A determinação da turbidez tem na escala da haste a capacidade de medição de 20 a 100 NTU:20; 25; 30; 40; 50; 60; 80; 100; 150; 200; 300; 500; 700; 1ML; 2ML e 4ML.

A análise microbiológica de coliformes totais e fecais depende da quantidade de colônias formadas, e da diluição da amostra e da capacidade de formação de colônias que serão identificadas na cartela de gel (FIGURA 13).

Figura 13- Cartela de incubação para contagem de colônias



Fonte: Manual de instrução da ALFAKIT, 2018

## 5.1. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para garantir melhor confiabilidade nas comparações visuais com as cartelas de cores, alguns cuidados devem ser observados ao realizar as análises físico-químicas com a utilização do kit de educação ambiental da ALFAKIT: posicionar o tubo de ensaio no meio da cartela, na posição inclinada de aproximadamente 45°. A comparação não deve ser feita na luz do sol, porém o local deve ter boa iluminação. Seguir com rigor o tempo de reação. Variações na temperatura podem influenciar o tempo de reação.

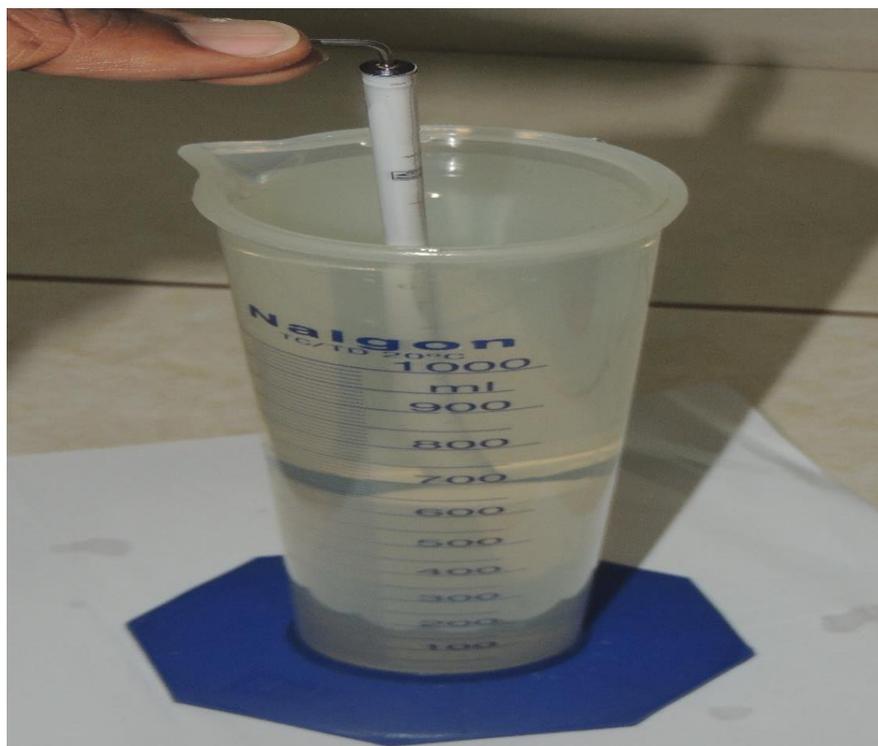
### 5.1.1 Análise de turbidez - (utilizando o minidisco para turbidez)

Com uma proveta plástica de 1000 ml, encher com a amostra de água a ser analisada, a turbidez. Fazer a leitura do medidor quando a base da haste ficar no limite de identificar o preto e o branco da base da haste do turbidímetro. Segurar pela ponta da haste metálica, conforme figura 5, numa posição que o aluno possa visualizar os números da escala da turbidez (transparência na escala NTU). A unidade matemática utilizada para a medição da turbidez é o NTU, sigla que provém da língua inglesa *Nephelometric Turbidity Unit*. O minidisco mede aproximadamente 35 cm, cuja variação da escala vai de 20 a 4000 NTU. Portanto, neste minidisco, o menor valor detectável é de 20 NTU. Este tipo de ensaio atualmente é realizado em equipamentos sofisticados e precisos, com o menor nível de detecção de 0,01 NTU. Os alunos deverão ser treinados nos procedimentos de leitura da turbidez utilizando o turbidímetro.

**Figura 4** – Leitura do medidor de turbidez, até que não consiga distinguir o preto e o branco



**Figura 5** – Leitura da turbidez no nível da água, direto na escala da haste



### 5.1.2. Análise de Amônia

Na proveta de 10 ml, medir 5 ml da amostra e transferir para o tubo de ensaio. Realizar a ambientação da proveta com a amostra. A proveta deverá estar bem lavada previamente com água destilada, e na falta desta, lavar com água mineral e depois com álcool etílico a 70%. A lavagem com álcool etílico a 70% não é uma condição primária, mas aumenta a garantia de uma assepsia, principalmente quando se realiza vários ensaios com o mesmo recipiente de análise.

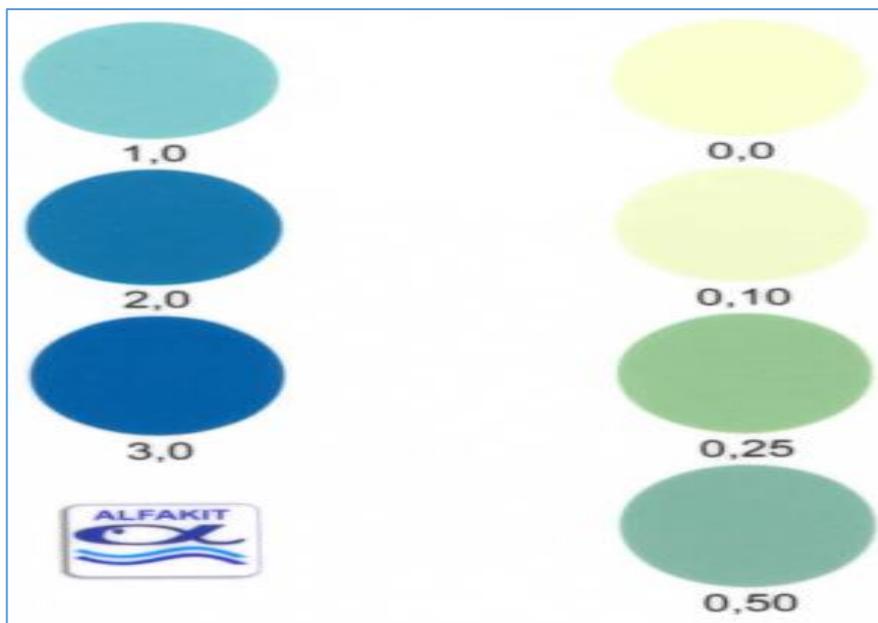
Manter a limpeza das mãos e da bancada para evitar a contaminação da amostra durante a análise. Adicionar três gotas do reagente 1, agitar cuidadosamente, para que não respingue esta mistura no aluno ou em outra pessoa. Segurar o tubo de ensaio em uma das mãos, movimentar e bater na palma da outra mão aberta, sem que respingue a amostra. Adicionar três gotas do reagente 2, agitar cuidadosamente, para que não respingue esta mistura. Repetir o processo de homogeneização anterior.

Adicionar três gotas do reagente 3. Repetir o mesmo processo de homogeneização anterior. Aguardar 10 minutos. Posicionar o tubo de ensaio levemente inclinado e efetuar as comparações das cores do tubo de ensaio com as da cartela da (FIGURA 6).

#### 5.1.2.1. Cálculos dos resultados

$\text{Mg/l N-NH}_3 = \text{resultado lido na cartela}$ . Para expressar o resultado em  $\text{NH}_3$ , multiplicar o valor lido por 1,214. PM (peso molecular) da  $\text{NH}_3$  igual à soma dos pesos atômicos do N -14 e do peso atômico do H – 1 x 3 quantidade do H na fórmula  $\text{NH}_3$ . Logo PM= 17. A relação entre  $\text{NH}_3$  e N é 14 e 17:14 = 1,214.

**Figura 6** – Interpretação do resultado da análise de amônia (mg/l N-NH<sub>3</sub>)



Fonte: Manual de instrução da ALFAKIT, 2018

### 5.1.3. Análise de Oxigênio Dissolvido (OD)

Na proveta de 10 ml, medir 5 ml da amostra derramando pelas paredes do recipiente sem gerar bolhas e transferir para o tubo de ensaio. Realizar a ambientação da proveta com a amostra. A proveta terá de estar bem lavada previamente com água mineral e com álcool etílico a 70%.

A lavagem com álcool etílico a 70% não é uma condição primária, mas aumenta a garantia de uma assepsia, principalmente quando se realizam vários ensaios com o mesmo recipiente de análise. Manter a limpeza das mãos e da bancada e evitar contaminação da amostra durante a análise.

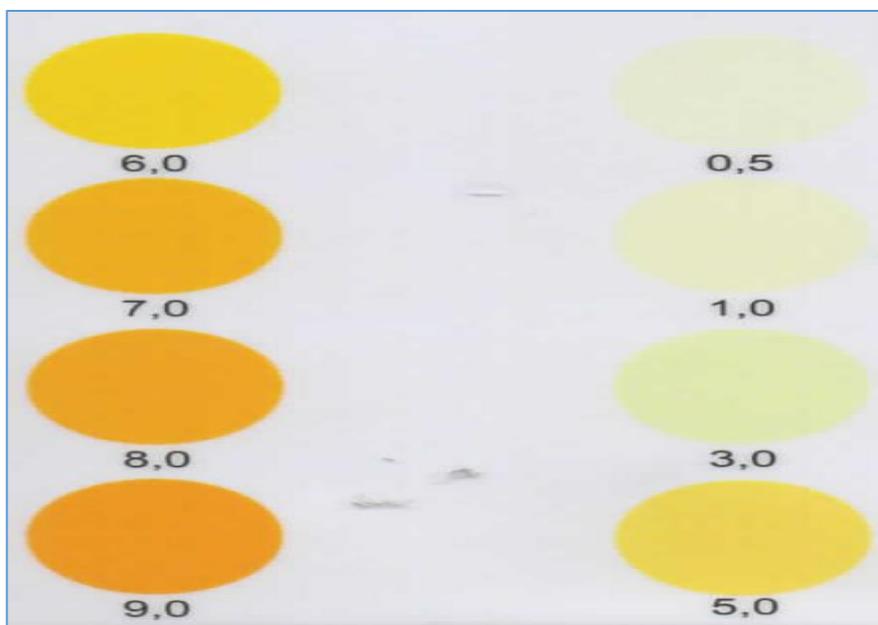
Adicionar 1 gota do reagente 1, evitando bolhas e agitar cuidadosamente, para que não respingue a mistura no próprio aluno ou nos colegas. Segurar o tubo de ensaio em uma das mãos e movimentar, e batendo na palma da outra mão aberta, sem que respingue a amostra. Adicionar duas gotas do reagente 2, repetir o processo de agitação, cuidadosamente. Adicionar 01 medida rasa (pá coletora nº02) do reagente 3 e agitar cuidadosamente, para homogeneizar de forma que não respingue a mistura.

Aguardar cinco minutos. Posicionar o tubo de ensaio levemente inclinado, e efetuar as comparações das cores do tubo de ensaio com as da cartela da (FIGURA 7).

#### 5.1.3.1 Cálculos dos resultados

Mg/l O<sub>2</sub> = Resultado lido na cartela conforme (FIGURA 7). Analisar o oxigênio dissolvido no momento da coleta da amostra, ou adicionar o reagente 1 no momento da coleta, caso for analisar mais tarde no laboratório.

**Figura 7-** Interpretação do resultado da análise de oxigênio dissolvido (mg/l O<sub>2</sub>)



Fonte: Manual de instrução da ALFAKIT, 2018

#### 5.1.4. Análise de Nitrato

Na proveta de 10 ml, medir 5 ml da amostra derramando pelas paredes do recipiente, com cuidado, e transferir para o tubo de ensaio de 10 ml. Realizar a ambientação da proveta com a amostra.

A proveta terá de estar lavada previamente com água mineral e com álcool etílico a 70%. A lavagem com álcool etílico a 70% não é uma condição primária,

mas aumenta a garantia de um assepsia principalmente quando se realizam vários ensaios com o mesmo recipiente de análise.

Manter a limpeza das mãos e da bancada para evitar contaminar da amostra durante a análise. Adicionar 1 medida rasa do reagente 1, com a pá coletora nº 01 e agitar até dissolver por 2 minutos, cuidadosamente, para que não respigue a mistura no próprio aluno, ou nos colegas. Segurar o tubo de ensaio em uma das mãos e movimentar, batendo na palma da outra mão aberta, sem que respingue a amostra.

Adicionar 1 medida rasa (pá coletora nº 01) do reagente 2 e agitar até dissolver, cuidadosamente, para homogeneizar, conforme descrito anteriormente. Adicionar duas gotas do reagente nº 3 e agitar até dissolver, cuidadosamente, para homogeneizar. Aguardar por quinze minutos. Posicionar o tubo de ensaio levemente inclinado e efetuar as comparações das cores do tubo de ensaio com as da cartela da (FIGURA 8).

#### 5.1.4.1 Cálculos dos resultados

$\text{Mg/l N-NO}_3 = \text{resultado lido na cartela}$ . Se a amostra contiver nitrito, realizar o cálculo  $\text{Mg/l N-NO}_3 = (\text{N-NO}_3) - (\text{N-NO}_2)$ , no qual  $\text{N-NO}_3 = \text{resultado lido na cartela de Nitrato}$  e  $\text{N-NO}_2 = \text{resultado de Nitrito}$ .

**Figura 8** – Interpretação do resultado da análise de nitrato (mg/l N-NO<sub>3</sub>)



Fonte: Manual de instrução da ALFAKIT, 2018

#### 5.1.5. Análise de Nitrito

Na proveta de 10 ml, medir 5 ml da amostra derramando pelas paredes do recipiente, com cuidado, e transferir para o tubo de ensaio de 10 ml. Realizar a ambientação da proveta com a amostra.

A proveta terá de estar bem lavada previamente com água mineral e com álcool etílico a 70%. A lavagem com álcool etílico a 70% não é uma condição primária, mas aumenta a garantia de uma assepsia, principalmente, quando se realizam vários ensaios com o mesmo recipiente de análise. Manter a limpeza das mãos e da bancada, para evitar contaminar a amostra durante a análise.

Adicionar 1 medida rasa do reagente 1 com a pá coletora n°01 e agitar, cuidadosamente, por 2 minutos até dissolver, de forma que não respigue a mistura no próprio aluno, ou nos colegas. Adicionar 1 medida rasa (pá coletora n° 01) do reagente 2 e agitar, cuidadosamente, para homogeneizar até dissolver.

Adicionar 2 gotas do reagente n° 03 e agitar, cuidadosamente, para homogeneizar, de forma que não respigue a mistura. Aguardar por quinze minutos.

Posicionar o tubo de ensaio levemente inclinado e efetuar as comparações das cores do tubo de ensaio com as da cartela.

Se a amostra contiver nitrito, realizar o cálculo:  $\text{mg/l N-NO}_2 = \text{resultado lido na cartela da (FIGURA 9)}$ .

#### 5.1.5.1. Cálculos dos resultados

Para expressar o resultado em  $\text{NO}_2$ , multiplicar o valor lido pelo fator 3,280. PM (peso molecular de  $\text{NO}_2/\text{N} = 46 / 14 = 3,280$ ).

**Figura 9** – Interpretação do resultado da análise de nitrito ( $\text{mg/l N-NO}_2$ )



Fonte: Manual de instrução da ALFAKIT, 2018

### 5.1.6. Análise de Ortofosfato

Na proveta de 10 ml, medir 5 ml da amostra derramando pelas paredes do recipiente, com cuidado, e transferir para o tubo de ensaio de 10 ml. Realizar a ambientação da proveta com a amostra.

A proveta terá de estar bem lavada previamente com água mineral e com álcool etílico a 70%. A lavagem com álcool etílico a 70% não é uma condição primária, mas aumenta a garantia de um assepsia, principalmente quando se realizam vários ensaios com o mesmo recipiente de análise. Manter a limpeza das mãos e da bancada, para evitar contaminar a amostra durante a análise.

Adicionar 5 gotas do reagente 1 e agitar, cuidadosamente, para que não respingue a mistura. Adicionar 1 medida rasa (pá coletora nº 01) do reagente 2.

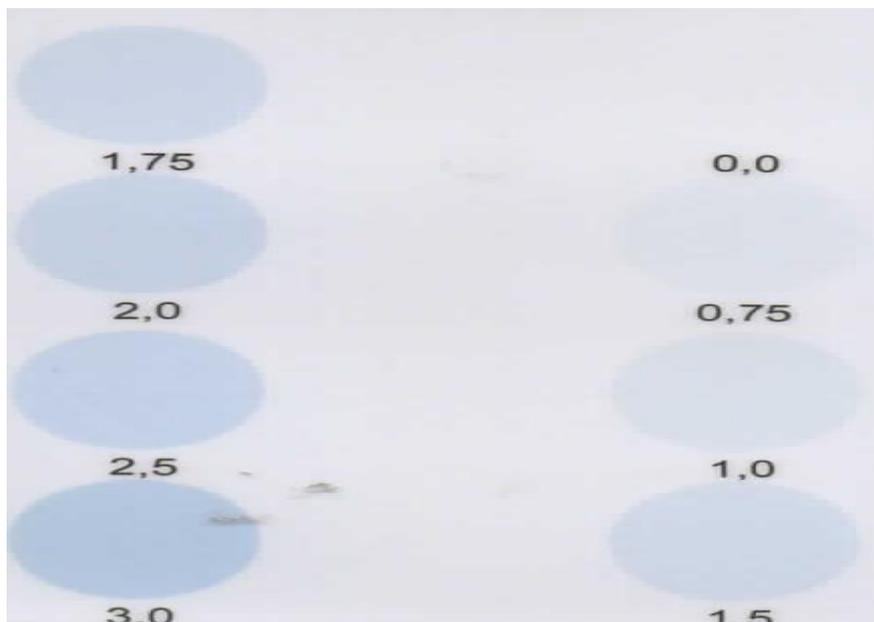
Aguardar dez minutos e posicione o tubo de ensaio levemente inclinado para efetuar as comparações das cores do tubo de ensaio com os da cartela (FIGURA 10).

#### 5.1.6.1. Cálculos dos resultados

Para expressar o resultado em  $P_2O_5$ , multiplicar o resultado lido por 1,494, PM (peso molecular)  $P_2O_5 / PO_4 = 142/95 = 1,494$ . Para expressar o resultado em P (fosforo), multiplicar o resultado lido por 0,3263, PA (peso atômico) do P / PM (peso molecular do  $PO_4$ ) =  $P / PO_4 = 31/95 = 0,3263$ .

Se a intensidade de cor for maior do que possa ser lida na cartela, repetir a análise utilizando 2,5 ml de amostra e 2,5 ml de água mineral. Adicionar os reagentes conforme a técnica e multiplicar o resultado final por 2 (porque a amostra foi diluída 2 vezes (em vez de colocar 5ml em um tubo de ensaio, foram colocados 2,5 ml).

**Figura 10** – Interpretação do resultado da análise de Ortofosfato em baixa concentração (mg/l PO<sub>4</sub>)



Fonte: Manual de instrução da ALFAKIT, 2018

### 5.1.7. Análise de pH

Na proveta de 10 ml, medir 5 ml da amostra derramando pelas paredes do recipiente, com cuidado, e transferir para o tubo de ensaio de 10 ml. Realizar a ambientação da proveta com a amostra.

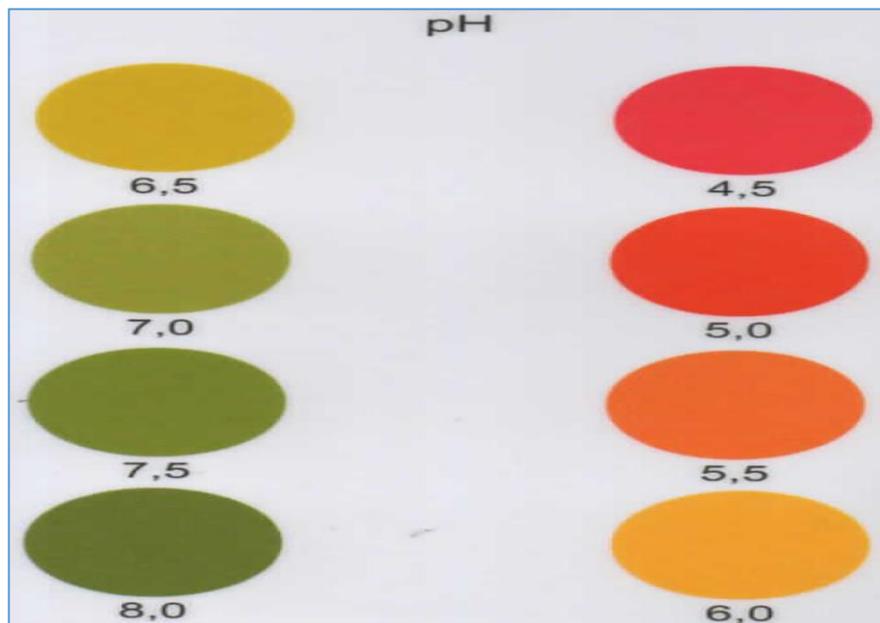
A proveta terá de estar bem lavada previamente com água mineral e com álcool etílico a 70%. A lavagem com álcool etílico a 70% não é uma condição primária, mas aumenta a garantia de um assepsia, principalmente, quando se realizam vários ensaios com o mesmo recipiente de análise. Manter a limpeza das mãos e da bancada, para evitar contaminar a amostra durante a análise.

Adicionar 1 gota do Reagente 1 e agitar, cuidadosamente, para que não respingue a mistura no próprio aluno ou nos colegas. Segurar o tubo de ensaio em uma mão e movimentar, batendo na palma da outra mão aberta, sem que respingue a amostra. Posicionar o tubo de ensaio levemente inclinado e efetuar as comparações das cores do tubo de ensaio com as da cartela da (FIGURA 11).

#### 5.1.7.1. Cálculos dos resultados

Para calcular o resultado, pH = Resultado lido na cartela. Fazer a comparação em local com boa iluminação, porém nunca ao sol.

**Figura 11** – Interpretação do resultado da análise de pH



Fonte: Manual de instrução da ALFAKIT, 2018

#### 5.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE *E. COLI* E COLIFORMES TOTAIS

Utilizar a cartela com meio de cultura em forma de gel hidratado do kit de educação ambiental, para análise microbiológica para identificar a presença de *E. Coli* e Coliformes totais. Esta metodologia é um método tradicional e um dos mais utilizados para caracterizar a qualidade microbiológica da água conhecida como contagem padrão em placas (CPP). Ela é indicada para análises de água, efluentes domésticos e industriais, rios, balneabilidade, lagoas, piscina, superfícies, verduras e leite.

Na contagem padrão em placas (CPP), uma alíquota de água é distribuída em placa com o meio de cultura e incubada a 36°C por 15 horas. As bactérias presentes na água, e que se encontram viáveis, crescem a tal ponto de serem visíveis a olho nu.

São as chamadas colônias. Com isso é possível contar quantas colônias cresceram em função do volume da amostra, determina-se a contagem padrão em placas (CPP) expressas em unidades formadoras de colônias por 100 ml de água (UFC/100 ml).

Lavar bem as mãos antes de manusear a cartela microbiológica (FIGURA 12), para evitar contaminações que possam interferir nos resultados. Nunca tocar na cartela de teste abaixo do picote.

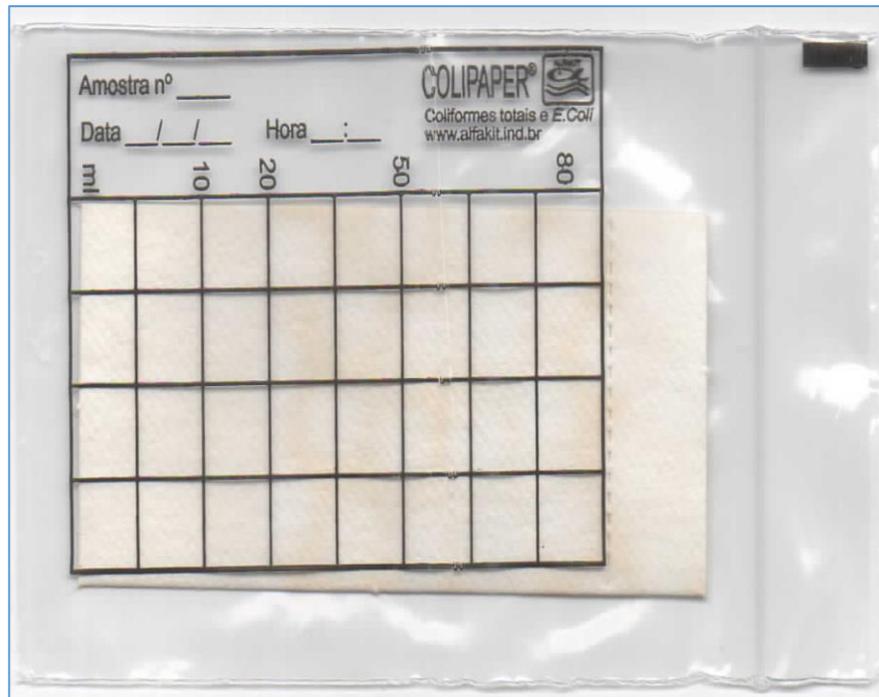
Segurar o frasco com a amostra e colocar aproximadamente 100 ml da amostra, em copo descartável de 200 ml. Retirar a cartela microbiológica tocando apenas acima do picote. Imergir a cartela na amostra a ser analisada até o picote no copo plástico descartável de 200 ml com 100 ml aproximadamente da amostra e aguardar umedecer.

Retirar a cartela da amostra e retirar o excesso de água, encostando na parte inferior da cartela de incubação umedecida, em pedaço de papel higiênico para absorver o excesso da água. Desta forma evitar os movimentos bruscos e respingos da água em si mesmo ou em outras pessoas, não contaminando a bancada ou materiais.

Recolocar a cartela na embalagem plástica e retirar a parte do picote sem tocar no restante, jogar o picote no saco de lixo. Levar à estufa por quinze horas a uma temperatura de 36 - 37 °C. Para coleta em campo, tomar alguns cuidados para levar a cartela à estufa. Manter a cartela dentro de um saco plástico numa embalagem de isopor com pouco de gelo (evitar o congelamento da amostra).

Após quinze horas de incubação, proceder à contagem das colônias. Considerar os dois lados da cartela. Não ultrapassar o tempo de quinze horas para não manchar a cartela de incubação.

**Figura 12** – Cartela de incubação



Fonte: Manual de instrução da ALFAKIT, 2018

### 5.2.1 Cálculos dos resultados

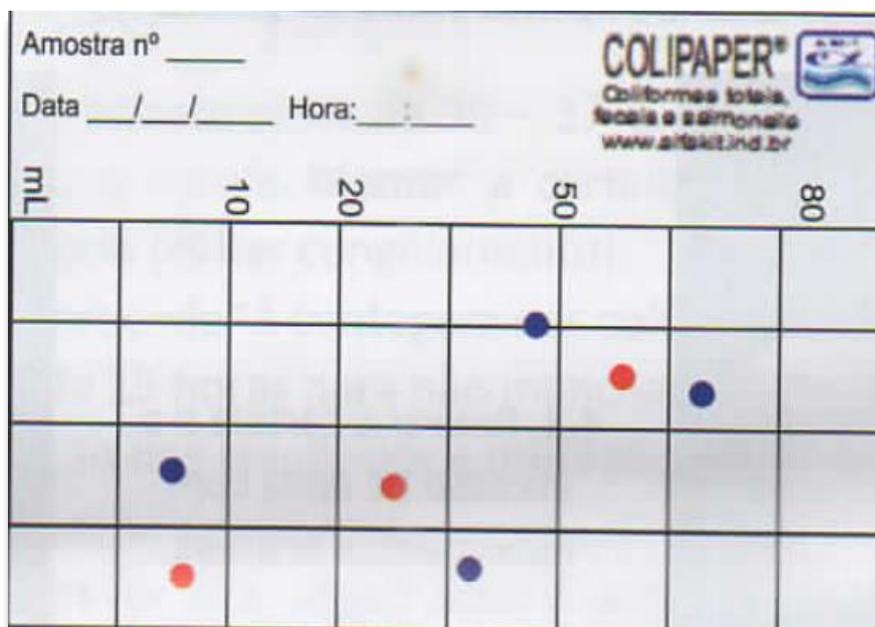
Multiplicar o número de colônias pelo fator de correção 80 e o resultado expresso em UFC/100 ml. A interpretação dos resultados: *E.Coli*: pontos violeta a azul. Coliformes totais: pontos violeta a azul e róseo a vermelho. Contar ambos os lados da cartela.

Caso a contagem de coliformes seja alta, efetuar a de diluição da amostra. Se houver um número muito grande de colônias, usam-se os quadrados para efetuar a contagem (FIGURA 13). *E. Coli*: pontos violeta a azul e os coliformes totais: pontos violeta a azul e róseo a vermelho. Selecionar dois ou três quadrados. Contar as colônias dentro deles. Calcular a média. Multiplicar por 6400 para ter o resultado em UFC/100 ml.

Pode-se diluir a amostra utilizando água mineral e uma seringa descartável de 1 ml e uma seringa descartável de 50 ml. Medir 50 ml de água em um copo descartável de 20 ml, e em seguida mede-se 1 ml da amostra, e transferir para o mesmo copo contendo os 50 ml de água. A amostra estará com uma diluição de 50 vezes.

Homogeneizar e umedecer a cartela de incubação, retirando o excesso de água logo em seguida. Seguir o mesmo processo para incubação em uma estufa a 36 e 37 °C. Multiplicar o resultado obtido por 50 vezes da diluição.

**Figura 13** - Cartela de incubação para contagem de colônias



Fonte: Manual de instrução da ALFAKIT, 2018

Recomenda-se realizar também outras formas de diluição, dependendo dos resultados encontrados na primeira análise para melhorar a visualização e as contagens das cartelas de incubação. O propósito é evitar cartelas muito manchadas ou praticamente sem condições de efetuar as contagens das colônias para uma amostra altamente contaminada, sendo analisadas através de uma diluição desproporcional à capacidade de leitura e interpretação, isto é, caso seja feita a diluição de 50 vezes (cartela sem marcação e visualizações das colônias de coliformes).

Durante a preparação das amostras para análises, o melhor resultado obtido com as amostras foi realizando as diluições em 2 vezes, e em 10 vezes.

A água destilada é muito difícil de obtenção, sugere-se utilizar água de filtro residencial. Para garantir a neutralidade desta água que será utilizada para realizar a diluição, e posteriormente umedecer a cartela de incubação, deverá ser providenciado o controle de qualidade denominado branco, para efeito comparativo.

O termo branco refere-se aos controles realizados para avaliar a presença de contaminação em partes específicas dos procedimentos de coleta. Normalmente é usado água deionizada ou destilada para servir de branco, assim garantido como comprovação a isenção dos compostos que serão analisados. A água deionizada ou destilada não é fácil de se conseguir, além do mais o acesso é difícil e caro. Assim utilizou-se água mineral para este fim ou mesmo a água filtrada da torneira, que passou pelos mesmos processos de análises das amostras. Existe a norma que rege o controle de qualidade na amostragem, a NBR/IEC 17025.

Para realizar a diluição de 2 vezes, medir 50 ml de água do filtro em uma proveta de 100 ml, e colocar no copo descartável de 200 ml, e depois medir 50 ml da amostra de água a ser analisada.

Para realizar a diluição de 10 vezes, medir 90 ml de água do filtro em uma proveta de 100 ml e colocar no copo descartável de 200 ml, depois medir 10 ml com uma pipeta da amostra e colocar no mesmo copo descartável contendo os 90 ml de água.

## **6. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA – UMA ANÁLISE VISUAL DE TRECHOS DO RIO**

Os resultados das análises visuais realizadas nos trechos do rio, devem ser registrados no formulário da (FIGURA 14). Os alunos devem ser orientados, para que tudo que observarem tenha de estar relacionado com as características descritas no formulário do PAR, e que observações relevantes devem ficar registradas a parte para serem discutidas posteriormente. Se forem importantes, poderão constar no formulário para futuras modificações no PAR. Após o preenchimento do formulário, a somatória e as pontuações do PAR evidenciarão estas características. Para iniciar as avaliações realizadas, o professor deverá ter como premissas as pontuações que determinaram o nível de perturbação nos pontos de amostragem em cada ambiente, sendo que o local menos impactado servirá como referência para os demais pontos, tornando-se um ambiente natural/ preservado. Sendo assim, para pontuações entre 0 – 26 => será considerado um ambiente impactado; variações entre 27 – 45 => ambiente alterado e pontuações maiores que 45 => deverá ser considerado um ambiente natural. Os demais ambientes serão sempre comparados com o ambiente de referência (ambiente natural). Tal avaliação permitirá aos alunos terem uma melhor percepção do processo de degradação ambiental comparando ambientes comuns, porém altamente diferentes devido as modificações decorrentes da ação antrópica.

A sistemática de quantificação por pontuação dos ambientes mais preservados terá seus valores relacionados ao nível de perturbação do ambiente. O ponto de amostragem de referência apresentará o nível de perturbação classificado como natural, tendo maiores pontuações, por estar próxima de uma região de mata mais preservada.

Os discentes poderão observar, durante as caminhadas para a realização dos diagnósticos, os locais de amostragem no rio, assim familiarizando-se com o ambiente local.

O preenchimento de todo o formulário é obrigatório, somando-se em seguida para obtenção do nível de perturbação.

**FIGURA 14 - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA - UMA ANÁLISE VISUAL DE TRECHOS DO RIO**

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE				
Localização (ponto de amostragem):		Coordenadas geográficas		S:
				W:
Data de coleta:				
Hora da coleta:				
Clima:				
Ventos: ausentes ( ) leves ( ) médios ( ) fortes ( )				
Chuva: com trovoadas( ) nublado( ) parcialmente nublado( ) pancadas de chuvas( ) ensolarado( )				
Modo de Coleta (coletor)				
Tipo de Ambiente: córrego ( ) Rio ( ) - NOME:				
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	4 pontos	2 pontos	0 ponto	Resultado
1 - Tipo de ocupação das margens - <b>VISUAL</b>	Vegetação natural	Campo pastagem /agricultura/de monocultura/ Reflorestamento	Residencial/comercial/ Industrial	Ocupação
Esquerda				E
Direita				D
2 - Erosão próxima e/ou nas margens do rio - <b>VISUAL</b>	Ausente	Moderada	Acentuada	Erosão
Esquerda				E
Direita				D
3 - Alterações Antrópicas <b>VISUAL</b>	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, canalização)	Alt. Antrop.
				E
				D
4- Cobertura vegetal no leito - <b>VISUAL</b>	Total	Parcial	Ausente	C. vegetal
				E
				D
5- Oleosidade da água <b>VISUAL</b>	Ausente	Moderada	Abundante	
6- Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante	
7- Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial	
8 - Transparência da água	Transparente	Turva cor de chá-forte	Opaca ou colorida	
9 - Odor do sedimento fundo	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial	
Somatória				

Fonte: DORINO, 2018.

Pontuação	Nível de perturbação
0 – 26	impactado
26 – 45	alterado
> 45	natural

OBS: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Hábita modificado do protocolo da CAWTHON INSTITUTE (National Rapid Habitat Assesment Protocol Development For Streams And Rivers) da Agencia de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987).

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo propõe preencher uma pequena lacuna nas aulas de educação ambiental na educação básica, com a inclusão do monitoramento da qualidade das águas dos rios. Este roteiro orienta os professores nas atividades de aula de campo, aliada às aulas práticas de laboratório, nas quais os alunos realizarão atividades lúdicas de educação ambiental, onde aprenderão através de registros e fotografias as condições ambientais locais nas margens dos rios. Posteriormente os discentes deverão colher as amostras das águas em questão e poderão realizar as análises físico-químicas e microbiológicas, em que comprovação através dos resultados analíticos, o que os dados visuais não puderam informar.

Toda esta interação provocará nos alunos a compreensão da consciência ambiental necessária, para que eles possam ser os multiplicadores entre seus familiares e na comunidade sobre a gravidade e a degradação que estão ocorrendo nos recursos hídricos do bairro, que só são vistas e entendidas pelos meios de comunicação de massa, em que muitas vezes não conseguimos sentir o que está acontecendo ao nosso redor.