

# A (in)disciplinaridade da água: Mais que uma substância, é um direito!

---

Marcus Aurelio Gomes da Rocha



Produto de  
dissertação

**PEQui**  
UFRJ



# A (in)disciplinaridade da água: Mais que uma substância, é um direito!

---

Marcus Aurelio Gomes da Rocha

Produto de dissertação apresentado ao Programa  
Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQui) da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

## Orientadoras:

Dra. Priscila Tamiasso-Martinhon

Dra. Célia Regina Sousa da Silva

Dra. Maria de Lourdes da Silva

Produto de  
dissertação

**PEQui**  
UFRJ



## SUMÁRIO

	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>05</b>
1	- DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA.....	06
2	- ESCASSEZ OU INJUSTIÇA SOCIAL.....	07
3	- MAIS QUE SUBSTÂNCIA É ESSA?.....	09
3.1	- O QUE É UMA ÁGUA NATURAL?.....	09
3.2	- COMPOSIÇÃO BÁSICA DAS ÁGUAS NATURAIS.....	10
3.3	- POLUIÇÃO DA ÁGUA.....	10
3.4	- ENTENDENDO AS ÁGUAS NATURAIS.....	11
4	- ÁGUA POTÁVEL.....	13
4.1	- TRATAMENTO CONVENCIONAL.....	13
4.2	- PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA ÁGUA POTÁVEL.....	16
5	- ASPECTOS LEGAIS SOBRE A QUALIDADE.....	18
5.1	- RESUMO DA RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005.....	18
5.2	- OS PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA A ÁGUA DOCE.....	21
6	- ENTENDENDO ALGUNS CONCEITOS.....	22
6.1	- AS UNIDADES DE CONCENTRAÇÃO.....	22
7	- ALGUNS PRINCÍPIOS TÉCNICOS E CIENTÍFICOS.....	24
7.1	- ENTENDENDO AS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	25
8	- ATIVIDADES EXPERIMENTAIS (PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DE ÁGUA).....	32
8.1	- MATERIAIS E REAGENTES (MALETA KIT).....	33
8.2	- DETERMINANDO A QUALIDADE DA MINHA ÁGUA.....	34
9	- METODOLOGIAS.....	34
10	- RESULTADOS.....	38
	REFERÊNCIAS.....	38
	APÊNDICE - EXEMPLO DE PLANILHA PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS.....	39

## APRESENTAÇÃO

Queridos leitores,

Após anos atuando em sala de aula da educação básica e na pesquisa em ensino de química, verificamos que as disciplinas de ciências da natureza têm sido pautadas em atividades descontextualizadas, dogmáticas e enciclopédicas, com base em um tradicionalismo que não reflete o verdadeiro espírito científico. A associação de uma linguagem hermética, excesso de conteúdo, com cálculos envolvendo números muito grandes ou muito pequenos, e poucos intuitivos, promovem o desinteresse da grande maioria dos estudantes, que não enxergam utilidade nesse tipo de conhecimento. Nesse contexto, este guia foi desenvolvido a partir de uma proposta de ensino com uma abordagem temática baseada nos pressupostos freireanos, e utilizando os recursos hídricos como um instrumento de contextualização, para promover um ensino articulado com o cotidiano, envolvendo um problema real tanto a nível global como local, estimulando o interesse dos estudantes pelas ciências da natureza, ao mesmo tempo, em que é incentivado o desenvolvimento do pensamento crítico e o exercício da cidadania.

O material pode ser apresentado de modo sequencial ao não. Estudantes e professores devem escolher juntos a melhor maneira de trabalho. O ideal é que a parte teórica seja desenvolvida paralelamente às atividades experimentais, utilizando amostras de água consumida pelos próprios sujeitos da comunidade para introdução de conceitos relacionados a alguns aspectos quantitativos da química.

Diante das dificuldades enfrentadas pelos docentes no cotidiano escolar, elaborou-se uma maleta, que chamada de laboratório compacto para análise de água. Esta maleta foi pensada tendo como principais objetivos ser um objeto dinâmico, fácil de transportar e adequado a realidade dos professores, principalmente da rede pública (foi considerado que, uma das principais dificuldades destes professores, é o transporte de material para experimentação e para montagem em tempo hábil durante as aulas). Os reagentes envolvidos oferecem poucos riscos aos que o manipulam, podendo ser utilizados em atividades individuais ou em grupos de até sete alunos, sempre com supervisão de um professor.

Gostaria de aproveitar essa oportunidade para expressar minha mais profunda gratidão a todos os que contribuíram para a elaboração deste material paradidático. Destaco a generosa colaboração das minhas orientadoras do mestrado, Priscila Tamiasso-Martinhon e Célia Regina Sousa da Silva, cujo apoio foi fundamental.

Em especial à Hysdras Nascimento, cuja empatia transcende as barreiras físicas e nos conectou por meio do desejo mútuo de promover o conhecimento científico, por isso lhe devo

uma gratidão especial. Sua contribuição generosa não apenas enriqueceu este material, mas também ressaltou a importância da solidariedade e do trabalho colaborativo em nosso empreendimento educacional.

Este projeto é um testemunho vivo do poder do trabalho em equipe na evolução da educação e da ciência. Através da união de mentes diversas e do compartilhamento aberto de conhecimento, estamos construindo um futuro mais brilhante para as gerações vindouras. Que esta obra sirva como um lembrete inspirador de que, juntos, somos capazes de alcançar grandes feitos. Que possamos continuar a cultivar uma cultura de colaboração e empatia, pois é por meio dela que verdadeiramente impulsionamos o progresso da humanidade.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para este projeto, meu mais sincero agradecimento. Que nossa jornada de aprendizado e descoberta continue a nos inspirar às próximas gerações. Acreditamos que nossa proposta de ensino/aprendizagem possa contribuir para uma aprendizagem prazerosa e contextualizada, onde os alunos tenham a possibilidade aplicar o conhecimento formal obtido na escola em problemas reais presentes no cotidiano.

Com gratidão,

Marcus Aurelio Gomes da Rocha

## Mais que uma substância, é um direito!

Marcus A G, da Rocha Professor-Docente I Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro.

**“A água potável e as instalações sanitárias são um direito do homem, indispensável para o pleno gozo do direito à vida.”**

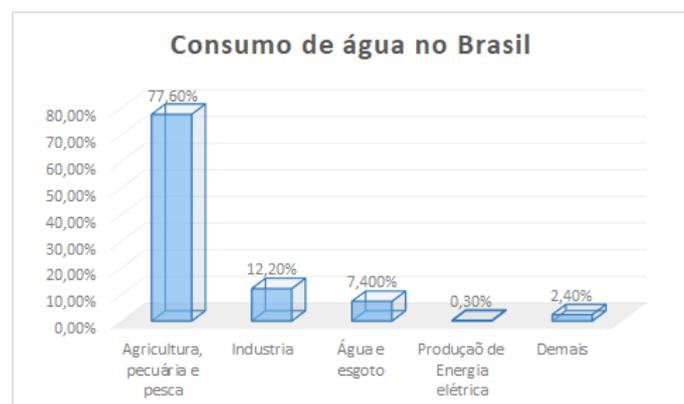
**ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU (2014)**

Existe um consenso entre diversos órgãos governamentais, não governamentais, nacionais e internacionais sobre o acesso à água como um meio de bem-estar social em vários domínios, seja pessoal ou qualquer outro grupo de indivíduos. Além disso, economicamente é a base de desenvolvimento de uma nação, pois está envolvida na produção de alimento e na promoção da saúde pública. Entretanto, apesar de existir o consenso da água como um direito fundamental do homem, na prática não é bem assim!

### 1 Distribuição da água no planeta

Não tem como negar que o planeta terra tem muita água, mas 97,5 % é salgada, está nos oceanos, e 2,4 % encontra-se nas geleiras, nas regiões dos polos do planeta ou está subterrânea. Apenas 0,007% da água é doce e encontra-se em rios e lagos de fácil acesso para o consumo humano.

O Brasil possui 11,6 % da água doce disponível no mundo, porém 70 % está localizada na Amazônia e os 30 % restantes estão distribuídos desigualmente nas outras regiões do país. Além da configuração geográfica, a desigualdade de acesso aos recursos hídricos está muito vinculada a aspectos econômicos e sociais. O gráfico ao lado apresenta o consumo de água distribuído por vários setores da sociedade no Brasil.



*Mesmo que a água apropriada para o consumo humano não esteja distribuída de maneira uniforme ao redor do planeta, os interesses econômicos e políticos pelo seu controle, pode ter grande influência sobre acesso da população a esse tesouro tão precioso.*

## 2 Escassez ou injustiça social

Os sistemas de abastecimento de água modernos, controlados pela iniciativa privada, tiveram sua origem na revolução industrial, com o objetivo de garantir volume elevado, fluxo contínuo e água de qualidade para as indústrias em expansão.



Fonte: Arquivo da Agência Estadual de Notícias – Governo do Paraná.

Com a expansão urbana, ainda no século XIX, os empresários se propuseram a fornecer água de maneira sistemática para a população. Entretanto, visando a maximização do lucro e redução das despesas, o serviço ficava restrito aos centros urbanos, onde a taxa de inadimplência era baixa e a manutenção da rede de distribuição mais fácil e mais barata, o que deixava a população de algumas regiões como as periferias e áreas rurais carente de um serviço de abastecimento com qualidade.

Ainda no início do século XX, alguns governos, como a Inglaterra e os Estados Unidos da América, tomaram a responsabilidade, de oferecer um serviço mais igualitário, assumindo os custos na implantação da rede de distribuição, e da construção de estações de tratamento de água. Nas décadas finais do último século, quando basicamente as infraestruturas estavam prontas, a iniciativa privada voltou a ter interesse pelo setor de saneamento básico, e a privatização da água, mostrando que a luta para estabelecer a água como um direito básico ou torná-la um bem ou serviço dotado de valor econômico, já está presente em nossa sociedade a um longo tempo.

Ainda é possível perceber a desigualdade no fornecimento de água de qualidade, privilegiando as indústrias e as regiões mais nobres dos grandes centros urbanos. Os dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), ajudam na percepção mais clara dessa desigualdade.

De acordo com os dados da Tabela 1, enquanto quase 90% da população urbana recebe água no domicílio, na área urbana cerca da metade ainda não desfruta desse direito.

Sendo possível perceber desigualdades quando se considera o nível de formação escolar e a cor da pele, com tendência de privilégio aos brancos com formação no nível superior.

**Tabela 1** - Cobertura domiciliar de abastecimento de água, segundo características espaciais, demográficas e socioeconômicas no Brasil.

Formas adequadas de abastecimento de água e presença de canalização intradomiciliar segundo:	Brasil	
	Urbano	Rural
<b>a) Situação do domicílio</b>		
Rede de água, poço ou nascente na propriedade (%)	89	54
Canalização intradomiciliar de água (%)	95	61
<b>b) Renda agregada domiciliar (salários mínimos)</b>	<b>≤ 1,5</b>	<b>&gt; 1,5</b>
Rede de água, poço ou nascente na propriedade (%)	86	96
Canalização intradomiciliar de água (%)	95	80
<b>c) Grau de escolaridade do responsável pelo domicílio</b>	<b>Fundamental incompleto</b>	<b>Ensino superior</b>
Rede de água, poço ou nascente na propriedade (%)	89	97
Canalização intradomiciliar de água (%)	86	96
<b>d) Cor da pele do responsável pelo domicílio</b>	<b>Branca</b>	<b>Preta e parda</b>
Rede de água, poço ou nascente na propriedade (%)	95	90
Canalização intradomiciliar de água (%)	95	86

Fonte: IBGE – Censo Demográfico de 2010.

Mesmo em grandes metrópoles como o Rio de Janeiro, onde a média de consumo diário está dentro do estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU), em torno de 100 L/habitante.dia, a média de consumo de um quarto de hotel cinco estrelas chega a 900 L/dia, enquanto, em algumas comunidades “favelas”, fica restrito a 50 L/habitante.dia. Por esta razão, é preciso pensar se a falta de água tem origem apenas em fatores geográficos, ou se é fruto de injustiças sociais.

A lei 11445 de 2007 garante que todo cidadão brasileiro direito ao acesso à água potável, porém, muitos dos municípios brasileiros sofrem com o racionamento de água por diversos motivos. Nos últimos anos, foi compartilhado, em diversos tipos de mídia, como a população em diferentes regiões do Brasil vem sofrendo com a falta de água adequada para o consumo humano.

Seja nas pequenas cidades do Nordeste ou nas maiores metrópoles do Brasil, como o Rio de Janeiro e São Paulo, é comum vermos reportagens sobre pessoas sem água, seja pela falta de rede de distribuição ou por conta de racionamento. É comum as mídias tratarem o problema da falta de água potável unicamente em virtude da falta de chuva. No entanto, a má distribuição do recurso hídrico, também está relacionada a falta de investimento dos

governos nesse setor. Em outras palavras, não se deve acreditar que a falta de água seja uma coisa normal e unicamente associada aos fenômenos naturais.

São muitos os municípios e bairros, que apesar de possuírem uma rede de abastecimento público, a falta de água é uma rotina, fazendo com que a população busque fontes alternativas para obter água, percorrendo longos trajetos para se abastecer, na maioria das vezes transportadas e armazenadas em recipientes inadequados e propício a contaminações. Mesmo em grandes regiões metropolitanas como no Rio de Janeiro, é bastante comum a utilização de poços “artesianos” ou de “manilhão”, onde não existe garantia da qualidade da água obtida, além disso, a população não realiza nenhum tipo de procedimento antes de consumi-la. Com isso, em caso de dúvida sobre a qualidade, é recomendável procedimentos como a fervura, filtração ou adição de “água sanitária”, para obtenção de uma mistura homogênea contendo cerca de 2,0 a 2,5% da substância hipoclorito de sódio (cloro).

Do ponto de vista tecnológico, qualquer água pode ser tratada e transportada com segurança, porém, os custos podem ser elevados, sendo esse, um dos argumentos muito utilizados por governos ou empresas prestadoras de serviços para não realizarem um serviço satisfatório, inclusive com respaldos legais. Por isso, é essencial ter um posicionamento social e político sobre o tema, cobrando dos órgãos responsáveis que esse serviço seja prestado com excelência para promover a dignidade de todo cidadão, e para exercer nossa cidadania a formação e a informação é fundamental.

### 3 Mas que substância é essa?

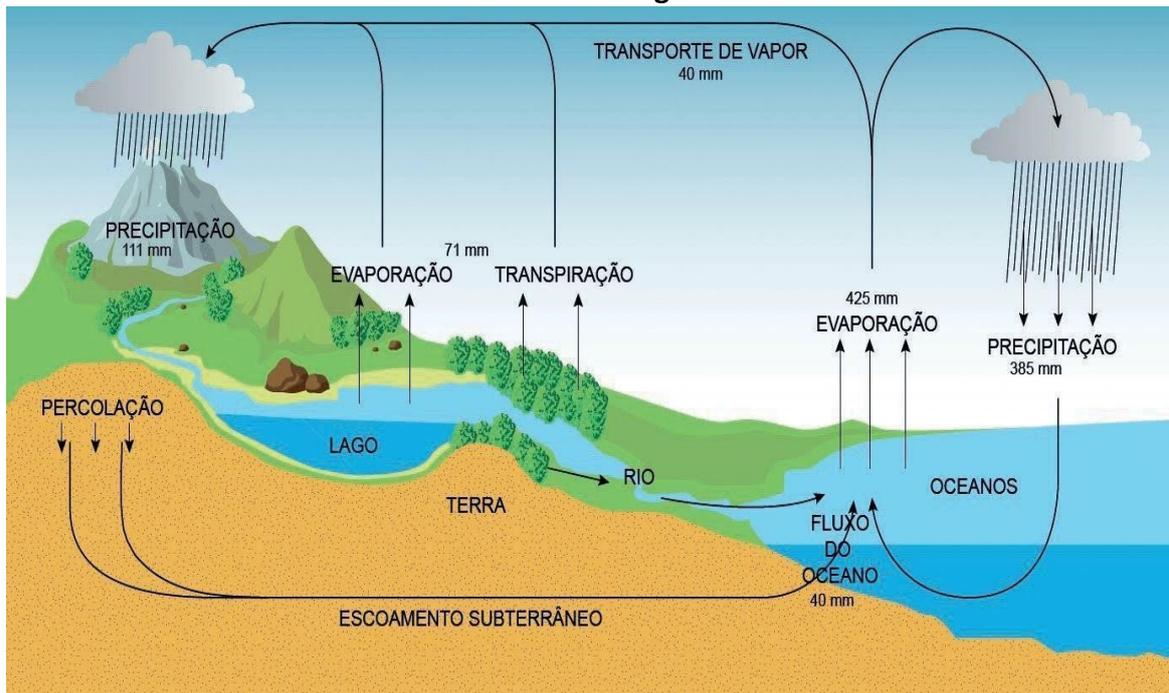
A água pura é uma substância composta, sua fórmula é descrita como  $H_2O$ , tem densidade ( $d = 1,0 \text{ mg/mL}$ ). A pressão de uma atmosfera tem ponto de fusão ( $P.F = 0^\circ\text{C}$ ) e ponto de ebulição ( $P.E = 100^\circ\text{C}$ ), apresenta aspecto transparente, sem cor ou odor. Quando ocorre a adição de qualquer outra substância ou impurezas uma ou mais destas propriedades específicas poderão ser alteradas. É importante destacar que a água utilizada para nossas funções vitais não é pura, é uma mistura, a água natural que utilizamos no cotidiano, que deve estar potável para ser consumida.

#### 3.1 O QUE É UMA ÁGUA NATURAL?

Durante seu ciclo, a água tem contato com o ar e o solo, na forma de chuvas, rios, lagos, lagoas ou até mesmo os oceanos, e absorve uma grande quantidade de substâncias, tornando-se assim uma mistura, e dependendo da quantidade de material carregado por ela, poderá ser uma mistura homogênea ou heterogênea. Lembrando que, ao passar por áreas onde exista atividade humana, essa água pode receber os resíduos domésticos, industriais ou agrícolas, promovendo o que chamamos de poluição, ocasionando impacto sobre o meio ambiente e grandes riscos para nossa saúde.

*Chamamos de poluição o desequilíbrio de um sistema natural provocado por ações externas.*

## Ciclo da água



Fonte: Rocha (2010)

### 3.2 COMPOSIÇÃO BÁSICA DAS ÁGUAS NATURAIS

As substâncias mais comuns encontradas nas águas naturais, são: substâncias calcárias contendo íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) combinados principalmente com os ânions carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) e cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), também podemos encontrar substâncias ferruginosas pela presença de Ferro como por exemplo na forma dos óxidos ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ou  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), todos na forma de sólidos dissolvidos. Outro tipo de contaminante são os sólidos suspensos, tais como pequenas partículas de areia ou silicatos ( $\text{SiO}_4$ ) e argila (barro), que modificam a cor da água, por fim, pode estar presente na água vegetais como algas, além de outras pequenas plantas.

### 3.3 POLUIÇÃO DA ÁGUA

#### Poluição por matéria orgânica

Em pequenas quantidades, o esgoto sanitário e alguns poucos despejos industriais, são comumente liberados em recursos hídricos e são decompostos por fungos e bactérias. No entanto, quando existe um excesso de matéria orgânica, as algas e as bactérias utilizam esse excesso como alimento e se multiplicam rapidamente, consumindo o oxigênio dissolvido na água e provocando a morte de muitas espécies aquáticas, aumentando ainda mais a poluição por matéria orgânica em rios, lagos e outros recursos hídricos.



Eco barreira. Fonte: CICLOVIVO (2010)

## Poluição por resíduos não biodegradáveis

São os poluentes industriais ou domésticos que não são consumidos por nenhum ser vivo ou bactérias, como as embalagens plásticas (um assunto muito extenso e que merece um trabalho específico), substâncias tóxicas e detergentes. Estes são um dos maiores poluentes das águas, que vem interferindo no equilíbrio ecológico do planeta inteiro. Além disso, os resíduos decorrentes da agricultura como os fertilizantes e agrotóxicos são difíceis de remover no tratamento de água tradicional, podendo causar doenças graves como o câncer.

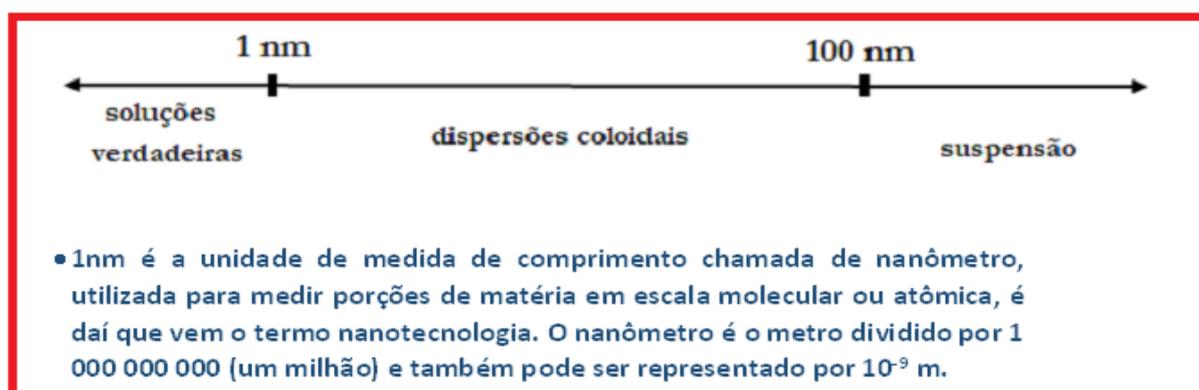
Assista um vídeo sobre consumo consciente e entenda nosso papel nessa história. Utilize o QR code ou o link: <https://www.youtube.com/watch?v=cPsHGpXpl-U&list=PL66CCA3EE20459CF3&index=4>



### 3.4 ENTENDENDO AS ÁGUAS NATURAIS

Podemos perceber que quando se trata das águas naturais estamos falando de uma mistura. **Uma mistura também é chamada de dispersão**, uma das substâncias é chamada **dispersante** e pelo menos uma outra é chamada **disperso**, nas águas que encontradas na natureza, ela é o próprio dispersante, também chamada de solvente (substância que dissolve), e todas as demais substâncias ou partículas presentes serão os dispersos, ou soluto. Por exemplo, na água do mar, o sal (cloreto de sódio, NaCl) é um dos solutos.

Uma das formas de classificar as misturas ou dispersões é considerando o tamanho das partículas das substâncias dispersas, com isso, existem três tipos de dispersões que são as **soluções verdadeiras**, as **dispersões coloidais** e as **suspensões**. Observe o esquema abaixo:



- **Soluções Verdadeiras**

A soluções verdadeiras são comumente chamadas apenas de **solução**. Quanto a esse tipo de mistura formada por sólidos dispersos em um líquido não é possível separá-los através tipo da filtração, por isso, em alguns lugares onde temos escassez de água doce são utilizadas outras técnicas de separação de

misturas para obtenção de água doce a partir da água do mar. Mais à frente recomendamos um vídeo apresentando a engenhosidade da população de uma pequena comunidade nordestina, ao produzir água doce utilizando como fonte água salgada ou salobra, aplicando o método da destilação (evaporação da água seguida da condensação), o aparelho foi chamado de dessalinizador solar.

- **Dispersões coloidais ou colóides**

As partículas que compõem o disperso nos colóides podem ser macromoléculas ou aglomerados, formando os colóides moleculares, e os colóides iônicos, formados por íons. Essas partículas presentes nos colóides, são chamadas de micelas.

Existe uma grande variedade de dispersões coloidais, a tabela abaixo mostra alguns tipos de dispersão.

Tipo de dispersão coloidal (Colóide)		Estado físico do disperso		
		Gás	Líquido	Sólido
Estado físico do dispersante	Gás	Não existe, todos os gases formam soluções	Aerossol líquido. Exemplo: nuvens	Aerossol sólido. Exemplo: fumaça ou poeira na atmosfera.
	Líquido	Espuma líquida. Exemplo: espuma de sabão.	Emulsão. Exemplo: sangue, maionese.	Sol. Exemplo: tintas.
	Sólido	Espuma sólida. Exemplo: pedra-pome.	Gel. Exemplo: Gelatina e geleias.	Sol sólido. Exemplo: Pedras preciosas.

O álcool em gel utilizado para a desinfecção das mãos contra o Covid-19, é um exemplo de colóide do tipo gel. Na verdade, a água e o álcool formam uma solução em qualquer proporção, então para formar o gel é adicionado uma substância que possui uma molécula de elevado peso molecular para formar as chamadas micelas.

➤ **Suspensão**

São dispersões em que as partículas dos dispersos possuem tamanho superior a 1000 nm. Esse tipo de dispersão forma uma mistura heterogênea. No caso da água, mesmo que não seja possível identificar as partículas visualmente, percebe-se que se trata de uma mistura. É de conhecimento geral que para a água ser própria para o consumo ela deve ser uma solução homogênea, sem cor e sem cheiro, quando estamos diante de uma água que apresenta alguma

coloração e perda de transparência, não é recomendado a sua ingestão. Normalmente, a presença de barro, areia, e microrganismos em grandes quantidades é que promovem esse aspecto na água.

Em 2019, houve uma série de problemas na qualidade da água distribuída na região metropolitana do Rio de Janeiro, devido à grande quantidade de poluentes na Bacia do Guandu, de onde essa água é captada. A poluição dessa água por matéria orgânica (esgoto) se tornou tão intensa que promoveu a formação de uma toxina chamada Geosmina. O sistema de tratamento de água tradicional não está sendo capaz de remover esse tipo de contaminante para a água torna-se própria para o consumo, mesmo assim, essa água com qualidade duvidosa está sendo enviada para a população.



Amostra de água fornecida para a população carioca.  
Fonte: Reprodução/Redes sociais

É possível perceber que a amostra de água apresentada na fotografia é uma solução e não está própria para o consumo humano nem dessedentação dos animais, a perda de transparência é visual e pode ser determinada de maneira relativamente simples com o teste de turbidez.

## 4 Água potável

A água é chamada de potável, quando pode ser consumida sem oferecer riscos à nossa saúde. Na grande maioria das vezes as águas naturais precisam ser tratadas ou condicionadas para serem consumidas, assim sendo, existem vários métodos de tratamento de água, o mais comum nos centros urbanos é o tratamento convencional.

### 4.1 TRATAMENTO CONVENCIONAL

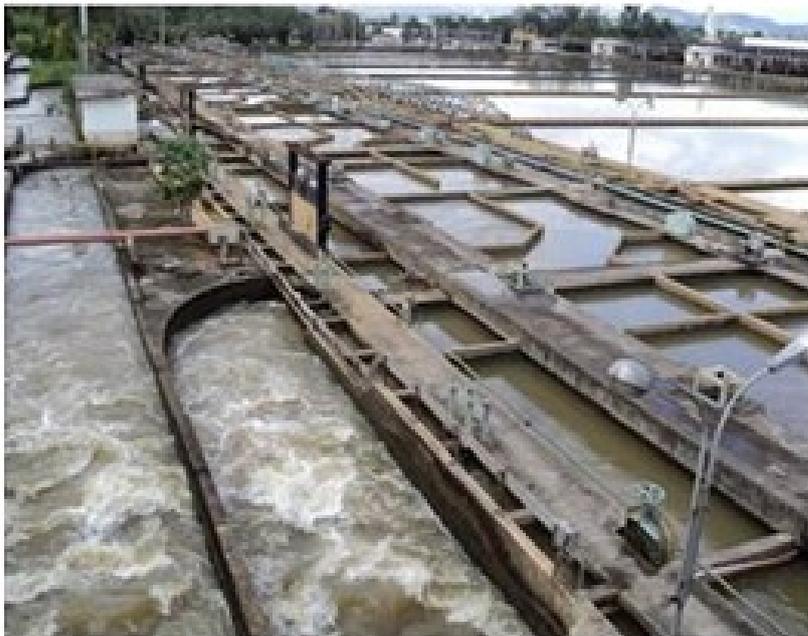
A água para ser considerada potável, deve obedecer a padrões de qualidade básicos de qualidade que são estabelecidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), onde são considerados os seguintes aspectos:

- a) físicos: não conter aspecto desagradável;
- b) químicos: não conter substâncias tóxicas acima de certos limites;
- c) biológicos: não conter germes patogênicos;
- d) organolépticos: não apresentar sabor e odor indesejáveis.

Nos grandes centros urbanos, para que a água possua os devidos padrões de potabilidade, ela passa por um conjunto de processos físicos e químicos, em estações de tratamento de água (ETA), antes de chegar às nossas casas.



O esquema de uma Estação TA



À esquerda, o esquema de uma ETA, e à direita, uma foto da ETA do Guandu, localizada no município de Nova Iguaçu. É ela que abastece grande parte da região metropolitana do Rio de Janeiro. Fonte: Adaptada de CEDAE (s.d.)

As principais etapas do tratamento de água em uma estação de tratamento convencional são:

- gradeamento: antes de entrar na estação de tratamento a água passa por grades que retêm o lixo grosseiro, é uma espécie de peneiração;
- adição de coagulantes: na chegada a estação a água recebe adição de cal e coagulantes;

- c) floculação: após a adição dos coagulantes a água vai para tanques sendo agitada para estimulando a formação de flocos gelatinosos que prendem as partículas em suspensão;
- d) decantação: depois de passar pelos floculadores, a água entra nos tanques de decantação, os flocos formados que possuem densidade maior que a água se depositam no fundo do tanque e a água tratada é captada por cima;
- e) filtração: Depois da decantação, a água passa por grandes filtros formados por cascalho, areia de várias espessuras e carvão mineral, neste processo são removidas pequenas partículas de sujeiras e alguns microrganismos.

Após a primeira etapa começa a adição de algumas substâncias químicas:

- a) hipoclorito de sódio (NaClO): conhecido cotidianamente como Cloro, é utilizado para matar os microrganismos ainda presentes após o tratamento primário, essa etapa é chamada de desinfecção;
- b) fluoretação: é a adição de Flúor, atuando basicamente na saúde bucal.

#### **TECNOLOGIA SOCIAL DESENVOLVIDA POR UNIVERSIDADE TRANSFORMA A VIDA DE AGRICULTORES NA PARAÍBA.**

As ETA tradicionais conseguem somente remover os sólidos suspensos, no caso da água salgada ou salobra é necessária uma tecnologia um pouco mais avançada para a remoção dos sólidos dissolvidos “sais”. Porém, uma solução simples, mas de ação coletiva que uma comunidade do semiárido nordestino encontrou para tornar água salgada ou salobra utilizável no cotidiano.

Dessalinizador solar desenvolvido pela universidade da Paraíba. Vídeo disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=SrX\\_v3if6qU&t=19s](https://www.youtube.com/watch?v=SrX_v3if6qU&t=19s)



### FIQUE ATENTO!

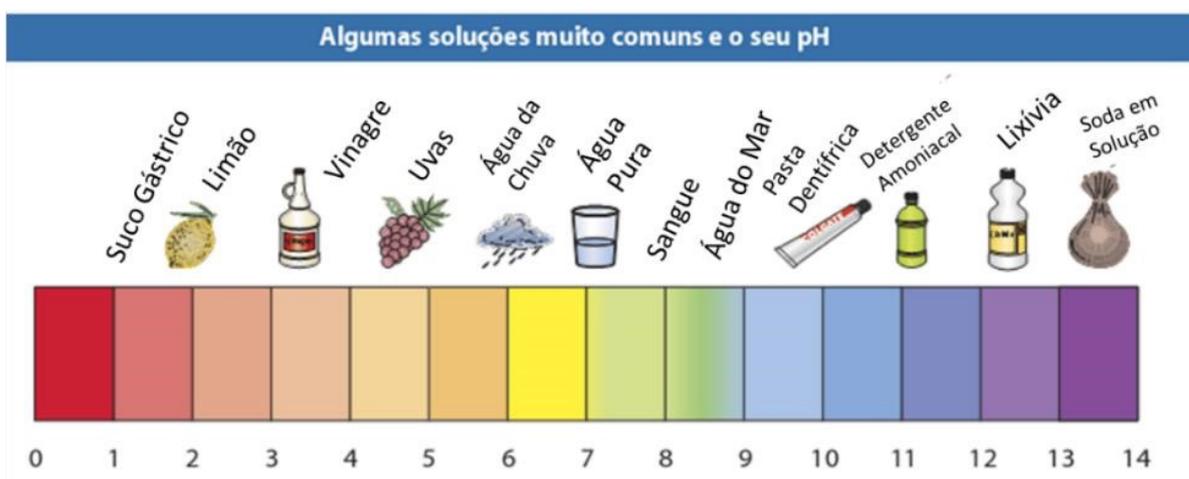
É importante destacar que mesmo a água vinda da ETA ainda possui algum resíduo de sólidos suspensos, que se acumulam em caixas d'água e cisternas, por isso é importante limpá-los de 6 em 6 meses, adicionando cerca de 100 mL de água sanitária (uma solução de hipoclorito de sódio 2,5 %), após a limpeza manual.

## 4.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA ÁGUA POTÁVEL

O Ministério da Saúde estabelece alguns parâmetros de controle para garantir a qualidade da água potável, basicamente eles podem ser divididos em parâmetros bacteriológicos, físico-químicos e toxicológicos. Os parâmetros toxicológicos são bastante complexos e numerosos, na casa de centenas, e devem ser analisados em casos específicos, como atividade agrícola ou industrial na região de captação, os bacteriológicos fogem um pouco do nosso objetivo, assim apresentaremos alguns dos parâmetros para água potável que classificamos como físico-químicos:

### ➤ pH

esse parâmetro é utilizado para indicar a acidez, basicidade ou neutralidade de uma amostra. É uma escala que vai de 0 a 14.



O pH está relacionado com a concentração dos íons  $H^+$  ou  $(H_3O^+)$  e hidroxilas  $(OH^-)$  presentes nos compostos químicos, elevadas concentrações de  $H^+$  ( $H_3O^+$ ) fazem com que o pH fique menor que 7,0 caracterizando a amostra como ácida, já elevadas concentrações de hidroxilas  $(OH^-)$ , faz com que o pH fique maior que 7,0, essa é uma característica de substâncias básicas ou alcalinas, quando a concentração dos cátions  $H^+$  é igual a concentração de ânions  $OH^-$ , o pH será igual a 7,0 e temos uma amostra neutra, como a água pura. Raramente encontramos substâncias neutras, **nem mesmo a água potável, tem que ser necessariamente neutra**. A determinação do pH na água

potável é muito importante, pois sua variação pode influenciar nos resultados de vários outros parâmetros, possibilitando detectar mudanças na qualidade da água de forma rápida, antes de realizar análises de parâmetros mais complexos, a faixa de pH recomendada para água potável fica entre 6,0 e 9,5.

➤ **Dureza**

está relacionada com a presença de íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), esses cátions, principalmente na forma dos ânions carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) ou cloreto ( $\text{Cl}^-$ ). Apesar de serem essenciais para a saúde, podem promover a ocorrência de cálculos renais e problemas digestivos em populações que consomem água com dureza elevada por um longo período. Além disso, a elevação desse parâmetro, afeta o poder de limpeza de sabões e detergentes, elevando o consumo de água. O limite estabelecido para este parâmetro em água potável é de 500 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

➤ **Cloreto**

é capaz de proporcionar sabor à água, um gosto salino é perceptível a partir de 1000 mg/L, seu limite é de 250 mg/L de  $\text{Cl}^-$ .

➤ **Ferro**

mesmo em quantidade muito pequena é capaz de causar problemas de cor, manchas, gosto e odor. Com um limite de 0,3 mg/L Fe, para vários tipos de destino que a água venha a ter.

➤ **Cloro**

já houve muita discussão acerca do uso de halogênios na água de abastecimento. No entanto, o cloro é o principal agente desinfetante utilizado pelos órgãos de abastecimento público. Além de possuir a capacidade de reduzir a concentração de espécies causadoras de gosto e cheiro, melhorando assim a qualidade da água tratada, seu limite é de 0,5 a 2,0 mg/L  $\text{Cl}_2$ .

➤ **Amônia**

indica contaminação por dejetos de animais nas águas naturais. Os compostos de nitrogênio normalmente provêm da decomposição de matéria orgânica, e no caso da amônia, indica uma contaminação recente. Em água para consumo humano é recomendável a ausência de  $\text{NH}_3$ .

➤ **Turbidez**

é uma grandeza que indica a perda de transparência da água sobre influência de materiais suspensos. Tais como: areia, barro, material mineral, plânctons e outros organismos. Devido ao seu baixo custo, e facilidade para analisar é um dos parâmetros mais controlados.

➤ **Sólidos Totais Dissolvidos (STD)**

é o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas em um líquido na forma molecular ou na forma de íons, muitos desses são essenciais à vida, porém, em excesso podem ser prejudiciais. Como tecnicamente e comercialmente é inviável analisar todas as substâncias presentes na amostra. O valor elevado de STD pode ser

um indicador de que algumas substâncias não analisadas diretamente estão presentes na água de maneira excessiva, e caso seja necessário, análises mais específicas devem ser realizadas.

➤ **Condutividade:**

este parâmetro mede a capacidade da amostra em conduzir ou resistir à passagem de corrente elétrica. A condutividade apresentada pela amostra está diretamente relacionada aos sólidos dissolvidos, pois a água pura não conduz eletricidade, sendo o parâmetro utilizado para determinarmos os STD. Em águas naturais varia de 10 a 10  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , porém em águas poluídas podem chegar a 1000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

➤ **Alcalinidade**

embora não exista um valor estabelecido por lei, a alcalinidade pode influenciar na análise da dureza. Basicamente, é o poder que a água possui de neutralizar íons  $\text{H}^+$ , geralmente está associada ao íon bicarbonato. Valores elevados de alcalinidade podem ser provenientes da respiração e decomposição de micro-organismos com grande potencial de poluição.

## 5 Aspectos legais sobre a qualidade

No Brasil o controle da qualidade dos recursos hídricos é realizado pelo Ministério do Meio Ambiente, através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelecendo parâmetros que determinam sua qualidade para consumo humano direto, além de outras atividades. De acordo com os usos preponderantes, as águas são divididas em classes que apontam o tipo de tratamento necessário para consumo humano em cada classe. Além disso, existem várias normas para associar as características da água bruta às técnicas de tratamento necessárias, e os padrões de qualidade da água. Atualmente, as normas são as seguintes:

- **NBR 12.216:** critérios de projeto e de seleção de técnicas de tratamento (Projeto de Estação de Tratamento para Abastecimento Público).
- **Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5 de 2017:** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- **CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008:** dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
- **CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005:** dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

### 5.1 RESUMO DA RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

Selecionamos essa resolução por referir-se a aspectos bem amplos sobre os recursos hídricos e sua possibilidade de entendimento na educação básica. O Conselho Nacional do

Meio Ambiente (CONAMA) classifica a qualidade das águas baseadas em centenas de parâmetros, sendo inviável falar de todos no contexto escolar. Como já foi comentado, os parâmetros podem dividir-se em três grandes aspectos: Físico-químicos, Bacteriológicos e Toxicológicos.

Como o aspecto toxicológico é muito amplo, específico e complexo, e considerando também que os parâmetros bacteriológicos necessitam de condições e uma estrutura muito especial para atividades experimentais em sala de aula, o trabalho vai focar nos parâmetros físico-químicos da resolução 357 de 17 de maio de 2005.

O enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que devem ter para atender às necessidades da comunidade, considerando a garantia da saúde e do bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade da água. Destacamos alguns tópicos desta resolução.

### **CAPÍTULO 1; ARTIGO 2 (Definições)**

**Destacamos alguns parágrafos e suas definições, seguindo as referências da norma.**

<b>Parágrafos</b>	<b>Suas Definições</b>
<b>I.</b>	A Água Doce: Deve apresentar salinidade $\leq 0,5\%$ .
<b>II.</b>	A Água salobra: Deve apresentar salinidade entre 0,5 e 30%.
<b>III.</b>	Água Salgada: Deve apresentar salinidade $> 30\%$ .
<b>IX.</b>	Classe de qualidade: Conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais e futuros.
<b>XXXII.</b>	Tratamento avançado: Técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, que podem conferir cor, sabor ou odor à água.
<b>XXXIII.</b>	Tratamento convencional: Clarificação com coagulação e floculação, desinfecção e correção de pH.
<b>XXXIV.</b>	Tratamento Simplificado: Clarificação por filtração, desinfecção e correção de pH quando necessário.

### **CAPÍTULO 1; Seção I; Artigo 4**

Essa parte da norma é utilizada para classificar a água doce de acordo com a sua finalidade, definindo o tipo de tratamento a ser realizado para garantir sua utilização em riscos.

#### **Classificação das águas doces**

- Classe especial – Podem ser ingeridas com desinfecção ou utilizadas em recreação primária, do equilíbrio natural e de proteção de comunidades aquáticas em unidades de conservação.

- Classe 1- Podem ser utilizadas para abastecimento público após tratamento simplificado, recreação de contato primário, irrigação de espécies alimentícias e proteção de comunidades aquáticas.
- Classe 2 – Podem ser utilizadas para abastecimento após tratamento convencional ou recreação, agricultura, pesca, proteção e criação de espécies aquáticas.
- Classe 3 – Só podem ser utilizadas para abastecimento mediante técnicas especiais e irrigação de espécies arbóreas, cereais e forragem, pesca amadora, recreação secundária e criação de animais.
- Classe 4 – Só indicadas para navegação e harmonia paisagística.

Ilustração apresentando as classes de enquadramento para a água doce e suas possíveis aplicações

USOS DAS ÁGUAS DOÇES		CLASSES DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA				
		ESPECIAL	1	2	3	4
PRESERVAÇÃO DO EQUILÍBRIO NATURAL DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS		Mandatório em UC de Proteção Integral				
PROTEÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS			Mandatório em Terras Indígenas			
RECREAÇÃO DE CONTATO PRIMÁRIO						
AQUICULTURA						
ABASTECIMENTO PARA CONSUMO HUMANO		Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento conv. ou avançado	
RECREAÇÃO DE CONTATO SECUNDÁRIO						
PESCA						
IRRIGAÇÃO			Hortalças consumidas cruas ou frutas ingeridas com película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins e campos de esporte	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS						
NAVEGAÇÃO						
HARMONIA PAISAGÍSTICA						

Fonte: Agência Nacional das Águas (2011).

**Destaque:** Como a maior parte da água potável destinada a maior parte da população urbana no Brasil deveria estar enquadrada na classe 2, será analisado o que a resolução apresenta sobre esta classe.

## CAPÍTULO 1; Seção II; Artigo 15

Neste artigo, a resolução apresenta os parâmetros de qualidade para água doce, entretanto, encontramos algumas ressalvas no artigo 14.

**Destaque:** De acordo com o artigo 14, as águas doces de classe I observarão as condições e padrões do artigo 15, desde que não apresente de efeito crônicos ao organismo, de acordo com o estabelecido pelo órgão competente. Entretanto, os efeitos observáveis sobre o metabolismo podem ter o tempo tão prolongado que podem ser associados a outras causas não relacionado ao consumo de água, o artigo também não faz referência sobre os efeitos agudos em nossa saúde.

### 5.2 OS PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA A ÁGUA DOCE

Os padrões de qualidade das águas determinados nesta resolução também estabelecem limites individuais para uma série de parâmetros, entre eles, destaca-se:

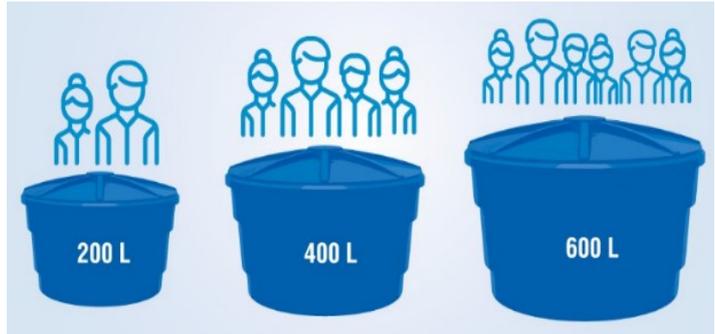
- ✓ Oxigênio dissolvido (O.D);
- ✓ pH;
- ✓ Turbidez;
- ✓ Dureza;
- ✓ Ferro Total;  
*“Concentrações acima de 1 mg.L<sup>-1</sup> podem ocorrer em locais com atividades industriais”*
- ✓ Fosfatos;  
*“Presentes em esgoto ou resíduo de irrigação, promove formação de algas e espécies aquáticas que comprometem a sobrevivência de espécies aquáticas”*
- ✓ Temperatura;  
*“tem influência sobre processos físicos, químicos e sobre o crescimento de microrganismos que comprometem a qualidade da água”*
- ✓ Cloreto;  
*“está relacionado à salinidade da água, conferindo sabor, é influenciado por contaminação por esgoto ou resíduos industriais”*

## 6 Entendendo alguns conceitos

Agora apresentaremos alguns conceitos químicos envolvidos na determinação dos parâmetros de qualidade para água doce.

### 6.1 AS UNIDADES DE CONCENTRAÇÃO

Verificamos que as substâncias que qualificam e classificam as águas apresentam valores numéricos máximos ou mínimos. Utilizando o cloro como exemplo, a água de distribuição pública para consumo direto deve chegar a nossa residência com uma concentração de cloro entre 0,5 mg/L e 2,0 mg/L. A unidade de medida ao lado do valor numérico é sua **unidade de concentração**. Nesse caso a presença de cloro na água deve estar entre 0,5 a 2,0 miligramas de cloro por litros de água, essa relação entre a quantidade de cloro e o volume de água é o que chamamos de concentração, as unidades de concentração mais utilizadas são, concentração comum, concentração molar, partes por milhão e título.



#### ➤ Concentração comum (C)

é uma relação entre a quantidade de soluto, em gramas, presente em 1 litro de solução. Sua fórmula é dada através da expressão:

$$C = \frac{\text{Massa soluto (g)}}{\text{Volume solução (L)}}$$

#### Praticando um pouco

Esse reservatório ao lado é um dos tipos mais vendidos atualmente no Brasil, calcule a quantidade de cloro em gramas e em miligramas, para que o índice de cloro fique no limite máximo.

Resposta

$C = 2,0 \text{ mg}$  ou  $0,002 \text{ g/L}$

Volume = 3.000 L

$0,002 = \text{Massa}/3.000$ ; Massa =  $0,002 \cdot 3.000$ ;

Massa = 6,0 gramas de cloro.



Fonte: Adaptado de Fortlev (s.d.)

Uma grande parte da população é obrigada a utilizar água de diversas origens, sendo recomendado que seja filtrada e adicionado cloro para redução dos riscos sobre a saúde. Considere que foi comprado uma água sanitária no supermercado, e no rótulo indicava uma

concentração de 2,5 %. Calcule o volume necessário dessa água sanitária para a correta desinfecção do reservatório quando ele estiver completamente cheio.

O rótulo indica que temos 2,5 gramas de cloro por 1L de água sanitária, como precisamos de 6,0 gramas de cloro, basta utilizar a velha regra de três:

2,5 g de cloro ----- em 1 L de água sanitária  
6,0 g de cloro ----- X L de água sanitária  
X = 6,0 g de cloro. 1 L / 2,5 g de cloro  
X = 2,4 Litros de água sanitária, ou seja, 240 mL

*Pratique esse cálculo para outros volumes de reservatórios, afinal, existem no comércio uma grande variedade.*

### Vamos praticar mais um pouco!

Em 10.000 litros de água, que equivale a 10 caixas de água de 1000 L, foi verificada a presença de 500 g de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), o parâmetro utilizado para determinar a dureza da água. Calcule a concentração de  $\text{CaCO}_3$  nessa água e verifique se o parâmetro está dentro do estabelecido para ingestão.

Resolução

Massa de soluto: 50 g  
Volume de solução: 1000 L  
 $C = 500 \text{ g}/1000 \text{ L}$   
 $C = 0,05 \text{ g/L}$ .

Como a concentração do parâmetro é dada em mg/L e não em gramas por litros devemos fazer a conversão. Lembrando que 1 grama corresponde a 1000 mg

1 g ----- 1000 mg  
0,05g----- X  
 $X = 0,05 \text{ g} \times 1000 \text{ mg}/1\text{g}$   
 $X = 50 \text{ mg/L}$

A amostra apresenta uma concentração de  $\text{CaCO}_3$ , igual a 5 miligramas por litro de água, então temos um valor de dureza 10 vezes menor que o estabelecido, ou seja, está dentro da norma para o consumo.

### ➤ **Parte por milhão (ppm ou mg/L)**

a unidade em miligramas por litro também é conhecida como parte por milhão, ou 1 parte de soluto por cada 1000 000 (milhão) de litros de solução. É comum também utilizarmos a potência ( $10^{-6}$ ) partes para representá-la. Como a água tem uma densidade 1,0 g/L, e mesmo em amostras contendo grandes quantidades de sólidos dissolvidos esse valor é alterado de maneira insignificante em termos práticos, essa concentração pode ser representada em massa por volume (m/v) ou (v/v).

## Praticando um pouco

Um morador que utiliza água de poço para seu consumo deve adicionar uma quantidade de hipoclorito de sódio em seu reservatório para atingir a quantidade mínima de cloro recomendada na legislação. Se esse morador tem uma caixa d'água como de 1000L completamente cheia, qual deve ser a quantidade mínima de cloro adicionado?

## 7 Alguns princípios técnicos e científicos

Os principais tipos de análises físico-químicas águas naturais envolvem técnicas do tipo:

### a) Volumétrica, também chamada de titulométrica

baseia-se na mudança de cor da amostra quando é adicionado um determinado reagente, cuidadosamente preparado (chamado de titulante), em um volume específico da amostra contendo a substância que queremos analisar, que é chamada de analito. Ao adicionarmos o reagente a mistura, ele reage com o analito, em um determinado momento a amostra apresenta uma mudança drástica na sua coloração, nesse momento é registrado o volume gasto de reagente, conhecendo a reação entre o analito e o reagentes, podemos estabelecer a quantidade do item analisado por meio de alguns cálculos. O ponto da mudança de cor é tecnicamente chamado de ponto de equivalência ou ponto de viragem.

### b) Comparação colorimétrica

comparamos a coloração da amostra, ao serem adicionadas quantidades específicas de alguns reagentes, com uma tabela de cor que foi preparada previamente com uma amostra que tem a quantidade de analito conhecida. Comparando as cores da amostra desconhecida com os padrões, é possível determinar a quantidade do analito na amostra desconhecida.

### c) Potenciometria e condutimetria

Faz parte do que chamamos de métodos instrumentais, é utilizado um equipamento eletrônico, para quantificar a amostra, o equipamento possui sensores, chamados de eletrodos, e um mostrador. A água não é um bom condutor elétrico, porém algumas substâncias têm um comportamento específico quando submetidas a passagem de corrente elétrica de acordo com sua quantidade na amostra. Utilizando o equipamento em soluções com a quantidade de analito conhecida, o valor apresentado no mostrador é associado a uma quantidade do analito, procedimento chamado de calibração, com isso podemos através de cálculos determinar a quantidade do analito na amostra desconhecida, os equipamentos atuais que funcionam com microprocessadores, podem fazer esse cálculo automaticamente e já mostra o valor final.

## 7.1 ENTENDENDO AS ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS

Vamos utilizar como exemplo os parâmetros do pH e da dureza que utilizam técnicas diferentes para suas determinações.

### ➤ pH

A importância desse parâmetro tem vários aspectos, um deles é variedade de método, praticidade e baixos custos das análises, que podem ser por colorimetria ou por potenciometria. A colorimetria é realizada utilizando substâncias chamadas indicadores de pH, que mudam sua coloração conforme o pH do meio. Existem soluções de indicadores líquidos que basta duas ou três gotas em um pequeno volume de amostra para indicar o pH, podendo ser também utilizadas as fitas de pH, que são tiras de papel impregnadas com uma substância indicadora, tanto as soluções quanto as fitas possuem uma tabela associando uma sequência de cores aos valores de pH. A imagem abaixo, apresenta alguns exemplos de indicadores:



À esquerda, temos fitas de pH, e à direita um kit comercial, contendo um frasco com a solução e um recipiente com a escala colorimétrica. Fonte: Reprodução/Redes sociais

Nos kits comerciais a amostra é adicionada na cubeta até o nível indicado (cerca de 5 mL) e adicionado 5 gotas do indicador. O valor é obtido comparando a coloração da mistura com o padrão lateral.

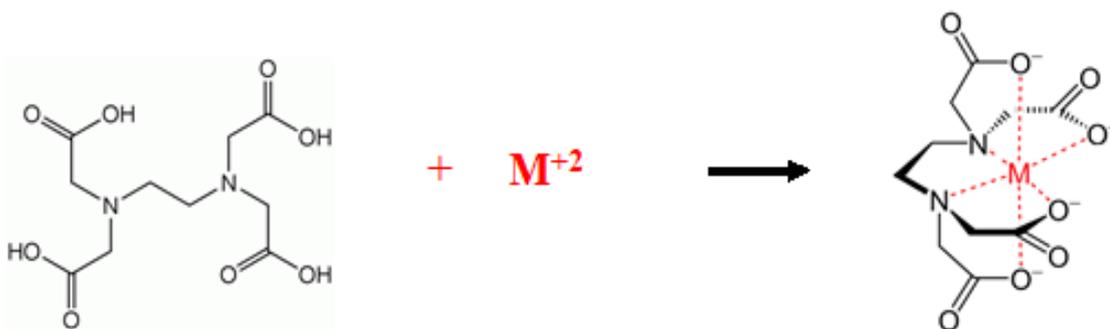
### Alguns exemplos de substâncias indicadoras de pH

Existem muitas substâncias indicadoras com cores e faixa de pH de mudança de coloração bastante específica “ponto de viragem”, para as análises de água potável as mais apropriadas são: Fenolftaleína, o vermelho de metila ou o vermelho de fenol que possuem pontos de viragem dentro do padrão de potabilidade, entre 6,0 e 9,5.

Indicador	Cor em pH abaixo da viragem	Faixa de pH aproximada da mudança de cor	Cor em pH abaixo da viragem
Fenolftaleína	Incolor	8,2 a 10,0	Rosa
Vermelho de metila	Vermelho	4,4 a 6,2	Amarelo
Vermelho de fenol	Amarelo	6,6 a 8,0	Vermelho

➤ **A Dureza**

O método mais comum na determinação desse parâmetro é a análise titulométrica. Podemos quantificar dois tipos de dureza na água: a dureza total que se refere a soma dos íons de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e de magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), ou a dureza cálcica, que determina apenas a quantidade dos íons  $\text{Ca}^{2+}$ . Como já foi comentado todos os resultados são expressos em mg/L (ou ppm) de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Nas duas situações é adicionado como reagente a substância Ácido etilenodiaminotetracético (EDTA). A molécula de EDTA funciona como uma gaiola aprisionando os íons metálicos bivalente em uma reação chamada de complexação:



Reação do EDTA com um íon metálico- Adaptado de Rocha (2010)

➤ **Dureza total**

No caso da dureza total é adicionado antes da titulação algumas gotas de hidróxido de amônio, para fixar o pH 10 (chamado efeito tampão) e uso do indicador (negro eriocromo T).

➤ **Dureza de cálcio**

Para determinar apenas a presença do íon  $\text{Ca}^{+2}$  adiciona-se algumas gotas de hidróxido de sódio para fixar o pH em 12, essa base forte remove os íons  $\text{Mg}^{+2}$  da solução, sendo utilizado como indicador a substância Calcon.

Apesar do resultado ser expresso em mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , toda a reação é pensada em outra unidade de concentração, que chamamos de **concentração molar ou molaridade**. **Na concentração molar, a quantidade de soluto é medida em número de mols (n)**, uma medida de quantidade de matéria muito comum na química, para entendê-la é necessário entender primeiro outros conceitos. A Expressão da concentração molar ou Molaridade (M) é dada pela fórmula:

$$M = n / V (L)$$

Onde: M é a molaridade da solução;

n é o número de mols do soluto;

V é o volume da solução em litros.

O mol é um dos conceitos mais importantes da química, sendo muito utilizado para medir quantidade de matéria, ele pode ser entendido como um conjunto de objetos, tais como a dezena corresponde a 10 unidades, ou a dúzia corresponde a 12 unidades, entretanto, o mol corresponde a aproximadamente  $6 \cdot 10^{23}$  unidades de qualquer coisa.

Exemplos:

1 mol de átomos possui  $6 \cdot 10^{23}$  átomos.

1 mol de moléculas possui  $6 \cdot 10^{23}$  moléculas.

1 mol de íons de  $\text{Ca}^{2+}$  possui  $6 \cdot 10^{23}$  íons de  $\text{Ca}^{2+}$ .

1 mol de Moléculas de EDTA possui  $6 \cdot 10^{23}$  moléculas de EDTA.

Para sabermos o número de mols (**n**) de uma substância em uma amostra precisamos calcular a massa molar dessa substância. A Massa Molar é a massa, em gramas, de 1 mol da substância, que pode ser de íons, átomos ou moléculas. Ela pode ser obtida diretamente da massa atômica ou da massa molecular.

### ➤ Massa atômica

A massa atômica de um determinado elemento químico é pela média ponderada da massa de cada isótopo do elemento na natureza. Sua unidade de medida é a unidade de massa atômica (u) que corresponde a 1/12 do isótopo de carbono 12 (que é aquele que possui 6 prótons e 6 nêutrons no núcleo atômico). Em termos práticos podemos encontrar a massa atômica dos elementos utilizando a tabela periódica.

2 (2A)		7 (3B)		4 (4B)		5	
4 Be Berílio 9,012							
12 Mg Magnésio 24,31							
20 Ca Cálcio 40,08		21 Sc Escândio 44,96		22 Ti Titânio 47,87			
38 Sr		39 Y		40 Zr			

Fonte: Autorial Prória

Vamos ao Exemplo do Cálcio (Ca) e do Magnésio (Mg), ao consultar a tabela periódica teremos:

Massa atômica do Mg = 24 u → massa molar (Mg) = 24 g

Massa atômica do Ca = 40 u → massa molar (Ca) = 40 g

Verificamos que o Mg apresenta o valor de 24,31 e o Ca 40,08. Em termos práticos aproximamos esses valores para o número inteiro mais próximo então as massas atômicas normalmente utilizadas para esses elementos são: Massa atômica Mg = 24 u e Massa atômica Ca = 40 u.

## ➤ Massa molecular

A massa molecular também é apresentada em unidades de massas atômicas, para obter a massa molecular de uma substância é só somar a massa atômica de cada elemento presente na molécula. Esse conceito também é válido para compostos iônicos como o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), utilizado como padrão de referência na análise determinação da dureza.

### Praticando um pouco

Então vamos calcular a massa molecular e a massa molar do carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

Resolução

No  $\text{CaCO}_3$  temos:

1 átomo de cálcio (Ca) + 1 átomo de carbono (C) + 3 átomos de oxigênio (O)

Procurando na tabela periódica verificamos que as massas atômicas aproximadas dos elementos são:

Ca = 40 u; C = 12 u e O = 16 u.

Então a Massa Molar do ( $\text{CaCO}_3$ ) conforme a expressão abaixo:

Massa Molecular ( $\text{CaCO}_3$ ) =  $40 + 12 + (16 \times 3) = 100$  u, o que corresponde a Massa Molar de 100 g.

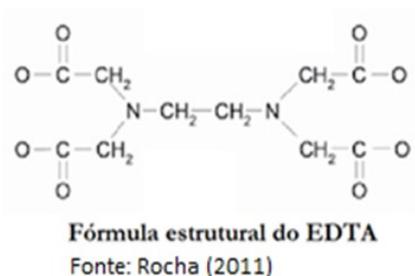
### Vamos praticar mais um pouco!

Como citado acima, o Ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) é o reagente utilizado na determinação da dureza da água. Sabendo que a fórmula molecular do EDTA é  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$ , calcule a massa molecular e massa molar do EDTA a partir da busca das massas atômicas presentes na tabela periódica.

Resposta = 292 u

### Agora vamos entender como a dureza cálcica é determinada?

Como foi dito anteriormente uma molécula de EDTA reage com o íon de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ou um íon de magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), em uma proporção 1:1 entre os reagentes, seguindo o que chamamos de relação estequiométrica. Ou seja, para qualquer número de mols (n) dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{Mg}^{2+}$  presentes na água uma quantidade igual de EDTA reagirá com ele.

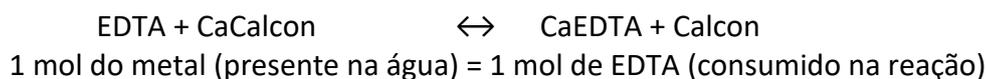


Equação geral:



Ao adicionarmos a substância Calcon “um indicador” em pH 12, a solução adquire a cor violeta, adicionando lentamente uma solução de EDTA 0,01M “o titulante”, a cor é mantida enquanto a quantidade de EDTA for menor que a do íon  $\text{Ca}^{2+}$ , no ponto de viragem ou ponto de equivalência, a coloração muda drasticamente para azul.

Segundo a representação a seguir:



**Partindo da fórmula da molaridade (M), onde  $M = n/V$ . O número de mols (n) pode ser dado pela expressão:  $n = M \cdot V$ , assim, podemos representar o número de mols como o produto da molaridade x volume.**



**Quantidade de Cálcio presente na amostra = Quantidade de EDTA consumido na reação**

Apesar de termos quatro incógnitas, tanto o volume da amostra ( $V_{\text{Ca}^{2+}}$ ) quanto a concentração do EDTA ( $M_{\text{EDTA}}$ ) é o analista nós que definimos, assim, basta medir o volume de EDTA gasto durante a titulação ( $V_{\text{EDTA}}$ ), que saberemos qual será a concentração molar do cálcio na amostra, dado através da expressão;  $M_{\text{Ca}^{2+}} = M_{\text{EDTA}} \cdot V_{\text{EDTA}} / V_{\text{Ca}^{2+}}$

### Praticando um pouco

Em uma análise real, a concentração de EDTA no reagente utilizado para a análise de dureza é de 0,001 mol/L, caso uma análise de dureza tenha consumido 200 ml desse reagente utilizando 100 mL de água, determine.

a) Qual é o número de mols (n) de EDTA consumido?

Resolução:

$$M_{\text{EDTA}} = n/V \text{ (L)}; \text{ ou seja } n = M_{\text{EDTA}} \cdot V \text{ (L)}$$

$$M_{\text{EDTA}} = 0,001 \text{ mol/L}$$

$$V = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}$$

$$n = 0,001 \text{ mol/L} \cdot 0,2 \text{ L}; \text{ ou } n = 0,0002 \text{ mols de EDTA}$$

b) Qual o número de mols de íons  $\text{Ca}^{2+}$  presentes na mostra?

De acordo com a estequiometria da reação o número de mols do íons é igual ao do número de mols de EDTA, assim também temos 0,0002 mols de íons  $\text{Ca}^{2+}$ .

c) Qual a concentração molar (M) de íons  $\text{Ca}^{2+}$ ?

Resolução

$M_{\text{Ca}^{2+}} = n/V(L)$ ;  $n = 0,0002 \text{ mols}$  ;  $V = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$

$M_{\text{Ca}^{2+}} = 0,0002 \text{ mols. } 0,1 \text{ L}$ ;  $M_{\text{Ca}^{2+}} = 0,002 \text{ mols/L}$

d) Qual a concentração de íons  $\text{Ca}^{2+}$  em mg/L ou ppm de  $\text{CaCO}_3$ ?

Resolução

$n = \text{Massa}_{\text{CaCO}_3} / \text{Massa Molar}_{\text{CaCO}_3}$ ;

Como calculado em atividade anterior, a massa molar do  $\text{CaCO}_3$  é 100 g/mol.

Então a massa de  $\text{CaCO}_3$  em um litro será:

$\text{Massa}_{\text{CaCO}_3} = n \cdot \text{Massa Molar}_{\text{CaCO}_3}$

$\text{Massa}_{\text{CaCO}_3} = 0,002 \text{ mols. } 100 \text{ g/mol}$

$\text{Massa}_{\text{CaCO}_3} = 0,2 \text{ g/L}$ ; ou seja, temos na amostra 200 mg ou 200 ppm de  $\text{CaCO}_3$ .

*“Não é coincidência que o valor numérico do volume consumido de EDTA é igual ao resultado final em mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , o uso de EDTA 0,001 M foi determinado, justamente para facilitar os cálculos, ou seja não tem cálculo é só fazer uma conversão de unidade”*

### Desvendando um mistério!

**Como funciona o kit comercial para análise de dureza cálcica? Afinal, os fabricantes dos kits comerciais não revelam seus segredos! Mas para a química, não existe mistério!**

O kit comercial de dureza de cálcio é composto por três frascos de 60mL, identificados apenas como solução 1, solução 2 e solução 3, além de uma cubeta com marcação de 25 mL.

O procedimento diz para adicionarmos 25 mL da água a ser analisada na cubeta e então colocar 20 gotas da solução 1, seguida da adição de 5 gotas da solução 2, nesse momento, a solução adquire uma coloração violeta, ou seja, a solução 1 é o indicador Calcon, identificado com o teste de pH, a solução 2 é o hidróxido de sódio, sua adição eleva o pH próximo a 10. Como a solução 3 é adicionada gota a gota, ela é o titulante que nesse caso é o EDTA.



Fonte: Autoria Própria

**E assim o segredo do kit comercial está revelado!**

### Praticando um pouco

Amônia ( $\text{NH}_3$ ): Nos últimos anos a Região Metropolitana tem sofrido uma crise na qualidade da água devido a presença de uma toxina chamada geosmina, o que provoca gosto e mau odor na água. A análise dessa toxina é bastante complexa, como sua presença ocorre devido

ao contato da água com a poluição por matéria orgânica, podemos utilizar a amônia como indicador de poluição recente por esgoto. Essa análise da amônia (NH<sub>3</sub>), basicamente envolve a reação da amônia com o ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Além da indicação de contaminação, a amônia é tóxica a partir de 0,0146 ppm, "um valor extremamente baixo", por isso, é recomendado que esteja ausente na água.

Em um procedimento analítico, foram consumidos 10 mL de ácido sulfúrico 0,05 M para determinar a quantidade de amônia (NH<sub>3</sub>) em 100 mL de água. Considere a relação estequiométrica da equação:



Determine:

- A massa molar da amônia (NH<sub>3</sub>), e do ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- O número de mols de ácido sulfúrico consumidos.
- O número de mols de amônia presente.
- A concentração de amônia em mg/L.

*“Observação: a estequiometria entre a amônia e o ácido sulfúrico é de 2:1”*

### Vamos continuar praticando

- Em uma análise para a determinação da dureza na água (cálcio e magnésio), foram gastos 146 g de EDTA, calcule a quantidade de mols gastos em mols.
- Em uma análise para a determinação de amônia na água, foram gastos 0,98 g de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), calcule a quantidade de ácido sulfúrico gastos em mols.

Concentração molar ou molaridade (M): É a unidade de concentração medida em número de mols (n) do soluto por litro de solução. Sua expressão é dada pela fórmula:

$$M = \frac{n \text{ ( mols)}}{\text{Volume de solução ( em litros)}} ; \text{ a unidade de medida é expressa em mols/L}$$

$$\text{outra expressão bastante utilizada é } M = \frac{m}{\text{mol} \cdot V}$$

**m = massa do soluto em gramas.**

**mol = massa molar da substância.**

**V = volume da solução em litros.**

Na determinação da amônia (NH<sub>3</sub>) utilizamos o ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) como reagente. Como normalmente a concentração de amônia na água é muito baixa, ou deve estar ausente, na água potável. Utilizamos uma solução de ácido sulfúrico com uma concentração bem reduzida, para preparação do ácido sulfúrico utilizado na análise da amônia são utilizados 2,45

g do ácido para preparar 500 ml de solução do reagente, determine a concentração de ácido sulfúrico nessa solução.

Resposta

$$\begin{aligned}M &= m/\text{mol} \cdot V \\m &= 2,45\text{g} \\ \text{mol H}_2\text{SO}_4 &= 1\text{g} \cdot 2 + 32\text{g} + 16\text{g} \cdot 4 = 98\text{g/mol} \\V &= 500\text{ml} = 0,5\text{L} \\M &= 2,45/98 \cdot 0,5; \quad M = 0,05\text{ mols/L};\end{aligned}$$

Ou seja, a concentração do reagente para a determinação da amônia tem uma concentração de 0,05 mols de ácido sulfúrico para cada litro do reagente.

## 8 Atividades Experimentais (Procedimentos para análise de água)

O objetivo das atividades experimentais apresentadas a seguir é dinamizar o trabalho temático e reduzir a abstração de conceitos relacionados aos aspectos quantitativos na disciplina de química. Existem uma grande variedade de métodos e parâmetros físico-químicos relacionados à medição da qualidade da água, assim sendo, para fazer parte das nossas atividades utilizamos os critérios abaixo:

- ✓ custo;
- ✓ possibilidade de obtenção do material e sua recomposição;
- ✓ facilidade de realização nas mais diversas condições do cotidiano escolar;
- ✓ compreensão dos alunos;
- ✓ diversidade de métodos;
- ✓ facilidade de transporte do material;
- ✓ reprodutibilidade sequencial: considerando, a carga horária do professor e tempo para organização do material.

Lembrando que as atividades são apenas sugestões, que podem ser realizadas integralmente, parcialmente, de forma sequencial, intercaladas ou substituídas. As condições de trabalho que acabam determinando as possibilidades.

### 1º Passo

Fazer uma pesquisa prévia com os alunos, sobre os tipos de água consumidos na região, ou em suas residências.

### 2º Passo

Pedir que levem para aula amostras das mais diversas possíveis: canalizada, água mineral, poço artesiano, poço boca larga, lagos, lagoas, etc.

### 3º Passo

Demonstrar o procedimento de coleta.

### 4º Passo

Distribuir as atividades experimentais ao longo do período em que a abordagem estiver sendo trabalhada.

### 5º Passo

Definir a dinâmica de trabalho: divisões em grupos ou individual.

### 6º Passo

Fazer cópias da planilha de registro (APÊNDICE), e apresentar para a turma, se possível fazer uma simulação do preenchimento.

## 8.1 MATERIAIS E REAGENTES (MALETA KIT)

A Maleta é como se fosse um laboratório compacto, sendo composta pelos seguintes materiais:

- Teste de Salinidade – Refratômetro, flanela, chave de calibração, pipeta.
- Teste de Turbidez – Régua de turbidez.
- Teste de Sólidos Totais Dissolvidos – Condutivímetro Eletrônico.
- Teste de pH – Potenciômetro.
- Teste de Dureza – Estojo com: 23 ml de titulante, 23 mL de indicador, cubeta de 25 mL.
- Teste de Amônia – Estojo com: 23 ml de Alcalinizante, 23 ml de titulante, 23 ml de indicador, cubeta 5 mL.
- Acessórios: Manuais, Flanela, papel de filtro, frasco para descarte, modelo para planilha de controle.



Maleta kit: Laboratório compacto para análise de água. Fonte: Autoria própria

Os detalhes da maleta são descritos na cartilha ou podem ser obtidos através do link: <https://docs.google.com/presentation/d/1q-V3YcR6vIKTMUizcNdTI61DnOgOzuaFRjfPiJvdf0g/edit?usp=sharing>.

## 8.2 DETERMINANDO A QUALIDADE DA MINHA ÁGUA

### Pré-análise

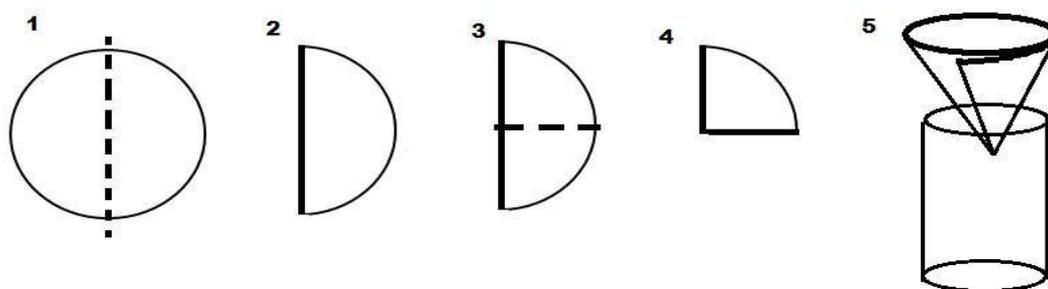
#### Coleta de amostras

Dependendo do tipo de amostra e do tipo de análise, o roteiro do procedimento será diferente.

- a) Para qualquer tipo de análise recomenda-se a utilização de frascos devidamente limpos, transportados e armazenados em garrafas PET de 2 litros.
- b) As amostras de rios, lagos ou outras fontes ao ar livre devem ser coletadas em torno de 30 cm da superfície. Caso exista o risco de poluição, utilizar luvas plásticas.
- c) Para coleta em torneiras ou saída de tubulação, deixar a água escoar um pouco antes da amostragem.

#### Condicionamento das amostras

Exceto as análises de ferro, cor e turbidez. As demais devem ser precedidas de filtração. Realizar a filtração para as análises colorimétricas utilizando papel filtro, seguindo a imagem abaixo.



**Montagem do papel de filtro**

## 9 Metodologia

### Teste de Turbidez

Esse procedimento vai pode ser realizado com uma régua de turbidez previamente calibrada.

## Procedimento

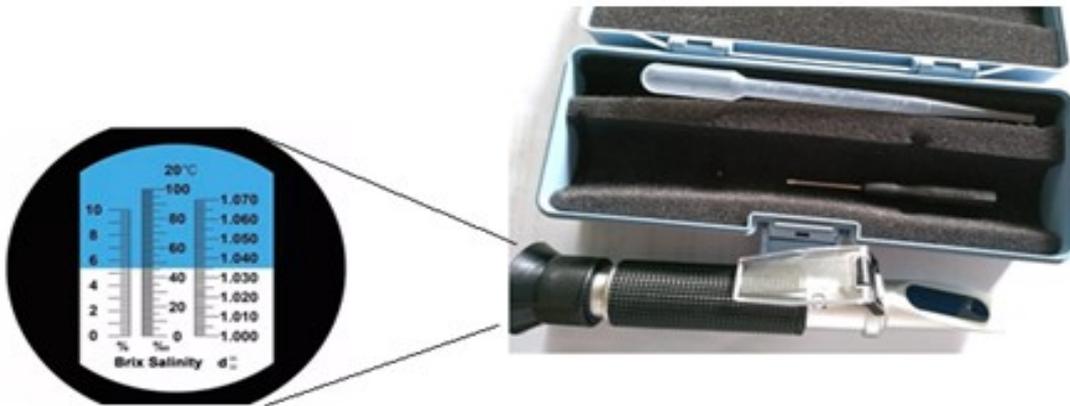
- 1- Cortar uma garrafa PET de 2 litros, quatro dedos abaixo da tampa;
- 2- Lavar a garrafa;
- 3- Transferir a amostra para a garrafa cortada até cerca de 5 centímetros abaixo do topo;
- 4- Inserir lentamente a régua de turbidez até que não seja possível identificar a diferença entre as cores brancas e pretas do disco na base;
- 5- Fazer a leitura do número que está na superfície da amostra;
- 6- Anotar o valor;
- 7- Retirar a régua, lavar, secar e guardar.



Régua de turbidez.  
Fonte: Autoria própria.

## Teste de Salinidade

É utilizado um refratômetro, ele mede o índice de refração da luz ao passar através da água que pode modificar de acordo com sua salinidade. O resultado é dado em partes por 1000 (0/00) dividindo o valor por dez obtemos o valor em porcentagem.



Refratômetro: Aparelho, pipeta e escala. Fonte: Autoria própria

## Procedimento

Com o aparelho na vertical

- 1- Adicionar uma gota de amostra filtrada no espelho do prisma com o auxílio da pipeta;
- 2- Abaixar a tampa de acrílico;

- 3- Posicionar o refratômetro contra a luz e observar através da lente;
- 4- Verificar o valor marcado entre a superfície azul e transparente;
- 5- Dividir o valor da escala do meio por 10;
- 6- Registrar o resultado.

### Teste de pH

Pode ser identificado, tanto por comparação colorimétrica ou por potenciômetro, a escolha do método dependerá das vantagens e desvantagens de cada método, a colorimetria depende da sensibilidade visual do analista, enquanto o potenciômetro necessita de constante calibragem e manutenção. Nesse contexto, recomenda-se o medidor de pH eletrônico (portátil).



Medidor de pH.  
Fonte: Autoria própria

#### Procedimento

- 1- Separar aproximadamente 100 mL de amostra em um frasco devidamente limpo;
- 2- Ligar o aparelho;
- 3- Inserir o medidor na amostra, até a bainha;
- 4- Aguardar até o valor do display apresentar um valor fixo;
- 5- Anotar o valor;
- 6- Desligar o aparelho;
- 7- Enxaguar a bainha do aparelho com água limpa, secar e guardar.

### Teste de Sólidos Totais Dissolvidos e Condutividade (STD)

São dois itens extremamente relacionados, é muito comum a utilização do condutivímetro, um equipamento que mede a capacidade de condução ou resistência a passagem de corrente elétrica pela amostra, o condutivímetro mede a condutividade da amostra e de maneira indireta a quantidade de sólidos dissolvidos. O resultado do STD é apresentado em mg/L e o da condutividade em  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



Medidor de STD e condutividade.  
Fonte: Autoria própria

#### Procedimento

- 1- Separar aproximadamente 100 mL de amostra em um frasco previamente limpo;
- 2- Ligar o aparelho;

- 3- Enxaguar a bacia do aparelho com uma porção da amostra;
- 4- Secar a bacia do aparelho;
- 5- Inserir o medidor na amostra, até a metade da bacia;
- 6- Aguardar até o valor do display apresentar um valor fixo;
- 7- Anotar o valor.

### Teste de dureza

É realizada uma titulação com pH fixado em torno de 10,0. Onde primeiramente é adicionado um indicador, seguida da adição de uma base forte como o NaOH e titulado com EDTA. O resultado é lido em mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .



KIT para análise de dureza.  
Fonte: Autorial própria

#### Procedimento

- 1- Transferir de amostra filtrada até a marcação de 25mL da cubeta;
- 2- Adicionar 4 gotas do indicador (reagente 1) e agitar levemente;
- 3- Adicionar o alcalinizante (reagente 2), em pH 10 a amostra deverá ficar rosa, caso fique azul a dureza é zero;
- 4- Adicionar o EDTA, gota a gota, agitando levemente até a mudança de cor;
- 5- Multiplicar o número de gotas por 20, ou realizar os cálculos estequiométricos considerando a concentração 0,01 M para o EDTA;
- 6- Registrar o valor.

### Teste de Amônia

Para o teste da amônia, o método utilizado neste experimento é a colorimetria, ou comparação colorimétrica. O resultado é dado em mg/L de  $\text{NH}_3$ .



KIT Amônia: Reagentes e comparador colorimétrico  
Fonte: Autorial própria

#### Procedimento

- 1- Transferir de amostra filtrada até a marcação de 5mL da cubeta.
- 2- Adicionar 3 gotas do reagente 1, vedar a cubeta e agitar.
- 3- Adicionar 2 gotas do reagente 2, vedar a cubeta e agitar.
- 4- Adicionar 3 gotas do reagente 2, vedar a cubeta e agitar.

- 5- Aguardar 10 minutos.
- 6- Abrir a cubeta, e posicioná-la sobre a cartela de cor e fazer a comparação.
- 7- Multiplicar o resultado por 1,214 e registrar o resultado.

## 10 Resultados

Quando as planilhas estiverem preenchidas com todas as análises propostas, é necessário comparar os resultados com os padrões de referência que constam do lado direito da planilha, e verificar se os parâmetros analisados estão dentro ou fora do padrão preestabelecido. Caso existam valores fora do padrão, recomenda-se que se realize um debate ou uma pesquisa sobre as possíveis causas do problema e as consequências no consumo dessa água. A partir das pesquisas e discussões, um laudo pode ser elaborado, caracterizando a amostra como água doce, salobra ou salina, possibilidades ou não de consumo, e possíveis recomendações.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Curso básico de vigilância da qualidade da água para consumo humano**. Módulo II: abastecimento de água. Aula 2: etapas do abastecimento de água para consumo humano. Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 357**, de 17 de março de 2005, 2005.

CANAL FUTURA. Consciente Coletivo 04/10 - Água. Instituto Akatu Produzido por Canal Futura. Vídeo (2 min 01 seg). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cPsHGpXpl-U>. Acesso em: 06 maio 2020.

CEDAE. Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio de Janeiro (s.d.). Disponível em: <https://cedae.com.br>. Acesso em: maio 2019.

CICLOVIVO. **Rio inaugura eco barreira para impedir que lixo dos rios chegue à Guanabara**. 20 set. de 2010. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/rio>. Acesso em: out. 2019.

DIÁRIO DO RIO. **Rio de Janeiro pode ter nova crise da geosmina este ano**, 25 set. 2021. Disponível em: <https://diariodorio.com/rio-de-janeiro-pode-ter-nova-crise-da-geosmina-este-ano>. Acesso em: out. 2021.

FORTLEV. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/>. Acesso em: 18 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

SETTI, Arnaldo Augusto; LIMA, Enoch Furquim Werneck; CHAVES, Adriana Goretti de Miranda; PEREIRA, Isabella de Castro. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2. Ed. Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. Brasília, 2001.

ROCHA, Júlio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Introdução à Química Ambiental**. Bookman, Porto Alegre, 2010.

KIT DE POTABILIDADE. Disponível em: <https://alfakit.com.br/>, Acesso em: 06 jan. 2019.

## APÊNDICE

### EXEMPLO DE PLANILHA PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS

Escola/ entidade:.....				
Estado/Município:.....				
Responsável:.....				
Disciplina/cargo:.....				
Grupo de pesquisa:.....				
Número de Pessoas:.....				
Local de realização da pesquisa:.....				
Município/região:.....				
Data:...../...../.....				
Data prevista para próxima pesquisa: ...../...../.....				
Objetivos da atividade (Atividade complementar, treinamento, pesquisa, outros)				
Orientações sobre o(s) Ponto(s) onde a amostragem está sendo realizada (localização física, proximidade de fonte poluidora, despejos de esgoto, atracadouros, etc):				
DADOS DA COLETA	PONTO DE COLETA	RECOMENDAÇÃO CLASSE II*	RECOMENDAÇÃO O CONSUMO HUMANO**	Data:
Origem da amostra				
Classe CONAMA				
Condições Clima				
Hora da coleta				

<b>PARAMETROS</b>				<b>Unidade</b>
Temperatura do ar				°C
Temperatura da água				°C
Oxigênio dissolvido		<b>&gt;6,0</b>	-	<b>mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub></b>
pH		<b>6,0 à 9,0</b>	<b>6,0 à 9,5</b>	
Condutividade				
Sólidos Dissolvidos		<b>500 mg L<sup>-1</sup></b>	<b>500 mg L<sup>-1</sup></b>	
Nitrito (NO <sub>2</sub> )				
Nitrato (NO <sub>3</sub> )				
Ferro dissolvido		<b>Até 0,3</b>	<b>Até 0,3</b>	<b>mg L<sup>-1</sup></b>
Fosforo total		<b>0,1 rio-lótico</b>	-	<b>mg L<sup>-1</sup></b>
Turbidez		<b>100</b>	<b>5</b>	<b>NTU</b>
Dureza total		<b>Até 500</b>	<b>Até 500</b>	<b>mg L<sup>-1</sup></b>
Cloreto		<b>Até 250</b>	<b>Até 250</b>	<b>mg L<sup>-1</sup></b>
<b>PRESENÇA OU AUSÊNCIA</b>				
Algas				
Espuma				
Material sedimentável				
Cheiro				
Plantas aquáticas				
Peixes e outros				
Cobertura vegetal				

\*Portaria 573 de 2005 ; \*\*Portaria 518 de 2004

**Referencias:**

[https://web.fe.up.pt/~up201308548/anexos/final%20\(2\).pdf](https://web.fe.up.pt/~up201308548/anexos/final%20(2).pdf)

<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/determinacao-da-alcalinidade/>

<http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/informe/site/materia/detalhe/34260>

<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=420040>

[www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf) ; Ministério da saúde, BRASIL, PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011.