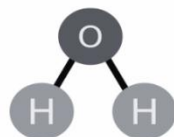


Edson Vasconelos Nunes Cleidilane Sena Costa



DA CAPTAÇÃO DA ÁGUA À SUA RESIDÊNCIA

Entendendo a importância da
utilização sustentável da água através
da física

ÁGUA, FÍSICA E
SOCIEDADE

ae

Editora Universitária
Campus de Abaetetuba

LFCA
LABORATÓRIO DE FÍSICA DO CAMPUS DE ABAETETUBA

FICHA CATALOGRÁFICA

Realização: **Pró- Reitoria de Extensão – PROEX/UFPA Campus de Abaetetuba, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia – FACET, Curso de Licenciatura em Física, Projeto de Extensão “ÁGUA, FÍSICA E SOCIEDADE: Entendendo a importância da utilização sustentável da água através da física”.**

Coordenação e Orientação: **Profa Dr a Cleidilane Sena Costa**
Edição, ilustração e preparação de texto: **Edson Vasconcelos Nunes**

Projeto gráfico: **Edson Vasconcelos Nunes**

Revisão: Alessandra Oliveira dos Santos, Denize Rodrigues Martins, Clemerson Santos da Silva, Gregório Barbosa Correa Júnior.

Direitos autorais: É permitido a reprodução total ou parcial desta obra.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Nunes, Edson Vasconcelos

Da captação da água à sua residência [livro eletrônico] : entendendo a importância da utilização sustentável da água através da física / Edson Vasconcelos Nunes, Cleidilane Sena Costa. --

Abaetetuba, PA : Campus Universitário de Abaetetuba - UFPA, 2024. -- (Coleção água, física e sociedade)

PDF

Bibliografia.

ISBN 978-85-92786-45-8

1. Água - Abastecimento 2. Cinemática 3. Física
I. Costa, Cleidilane Sena. II. Título. III. Série.

24-222244

CDD-531.11207

Índices para catálogo sistemático:

1. Física : Cinemática : Estudo e ensino 531.11207

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

ÁGUA, FÍSICA E SOCIEDADE: Entendendo a importância da utilização sustentável da água através da física

Este livreto foi elaborado como um produto educacional resultante do projeto de extensão intitulado “ÁGUA, FÍSICA E SOCIEDADE: Entendendo a importância da utilização sustentável da água através da física”, coordenado pela Professora Doutora Cleidilane Sena Costa, do Curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Abaetetuba. Embora o tema da água pareça simples, no ensino fundamental, ele é discutido de forma superficial durante as aulas de ciências físicas e biológicas. No entanto, no ensino médio, a água é frequentemente utilizada apenas como um recurso em questões e experimentos para demonstrar a aplicação das leis físicas. Isso significa que o contexto atual, que envolve poluição, escassez e a busca por um uso sustentável da água, muitas vezes é negligenciado. Com o objetivo de abordar esse problema, o livreto foi elaborado para auxiliar os professores das escolas estaduais de ensino básico a explorar o tema utilizando a realidade aumentada. Dessa forma, pretendemos contribuir para o processo de ensino-aprendizagem e conscientização dos alunos das escolas estaduais de Abaetetuba, assim como das comunidades em que esses estudantes vivem, enfatizando a importância da água para a vida humana e o equilíbrio do planeta Terra. Assim, esperamos que todos os envolvidos nesse processo desenvolvam a capacidade de preservar, economizar, criar metodologias e recursos tecnológicos, e encontrar soluções para os desafios cotidianos relacionados ao tema da água.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) do município de Abaetetuba por ter permitido o registro das imagens e explicações sobre o funcionamento do processo de captação, filtragem, tratamento e distribuição da água à população da cidade; aos gestores e professores das escolas EEFM Esmerina Bou Habib, EEEFM Cristo Trabalhador, EEEFM Irmã Stella Maria, EEEFM Benvinda Araújo Pontes e EEEFM Prof Bernardino Pereira De Barros.

INSTRUÇÕES DE USO DESTE MATERIAL

Baixe o aplicativo **AguAR** no seguinte site:

<https://drive.google.com/drive/folders/1-9L3rcLQWuinnJEYd1waR8E36A1FDeo4>

Ou apontando a câmera do celular no qr code abaixo:



Após abri-lo, aperte o botão 'Iniciar' e aponte a câmera do celular para os QR Codes para visualizar os objetos em Realidade Aumentada. (RA)

No aplicativo, foram adicionados botões de comando para aprimorar a interação com as imagens em realidade aumentada.

NOTA 1: Apenas quando a câmera do seu celular estiver apontada para a imagem que gerará a realidade aumentada, surgirão textos e áudios que auxiliarão na compreensão do objeto.

NOTA 2: O áudio e o texto deixarão de ser apresentados caso a câmera seja muito afastada da imagem que gera a realidade aumentada.

SUMÁRIO

Da captação à sua residência.....	06
Captação da água.....	06
Pressão hidrostática e funcionamento do aerador.....	07
Etapas de filtragem e tratamento da água.....	08
Filtros ascendentes.....	08
Força gravitacional nos filtros ascendentes.....	09
Desinfecção da água.....	09
Calorimetria presente nos tanques de gás cloro.....	10
Armazenamento e distribuição.....	11
Energia cinética nos canos e vazão da água na rede de distribuição.....	12
Referências.....	14

Da captação à sua residência

Entender o processo de captação da água até sua chegada à nossa residência é fundamental para valorizar esse recurso essencial e reconhecer o esforço envolvido em garantir seu fornecimento com qualidade e segurança. A água que consumimos diariamente passa por uma série de etapas complexas, desde a captação em rios, lagos ou poços até o tratamento que a torna potável. É importante destacar que todo esse processo deve ser conduzido com um enfoque na sustentabilidade, assegurando que cada etapa minimize o impacto ambiental e preserve os recursos hídricos para as futuras gerações. A sustentabilidade, portanto, não é apenas uma preocupação adicional, mas um princípio orientador que deve permear todas as decisões relativas ao uso e tratamento da água. Conhecer esse processo nos torna mais conscientes sobre a importância de preservar as fontes de água, reduzir o desperdício e apoiar iniciativas que garantam o acesso à água limpa para todos. Sendo assim, adotar práticas sustentáveis no uso da água se torna imperativo, pois cada gota economizada representa um passo a mais na conservação desse recurso vital.

Além disso, essa compreensão nos ajuda a valorizar o trabalho das companhias de saneamento, que não apenas tratam e distribuem a água, mas também são responsáveis pelo tratamento do esgoto, contribuindo para a saúde pública e a preservação do meio ambiente. A sustentabilidade se reflete também no tratamento de esgoto, onde a recuperação e a reutilização de recursos são fundamentais para fechar o ciclo da água de forma eficiente e ecológica. Assim, o ciclo da água, desde a captação até o retorno ao meio ambiente, deve ser gerido de forma a minimizar o desperdício e maximizar a reutilização, garantindo que os recursos hídricos. Saber de onde vem a água que usamos diariamente também nos torna mais conscientes da necessidade de proteger e manter nossas fontes hídricas sustentáveis para as futuras gerações.

A Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) desempenha um papel fundamental no município de Abaetetuba, onde há mais de 50 anos garante o acesso à água potável e ao tratamento de esgoto para mais de 150 mil habitantes. Ao longo dos anos, a companhia tem buscado implementar práticas que não apenas asseguram a qualidade da água distribuída, mas também promovem o uso racional e sustentável dos recursos hídricos. Este compromisso com a saúde pública e o desenvolvimento sustentável tem sido essencial para a melhoria da qualidade de vida na região. Neste tópico, serão apresentadas imagens que ilustram as diversas etapas realizadas pela COSANPA, desde a captação até a distribuição da água, todas em conformidade com as regulamentações nacionais.

● Captação da água

A fonte de abastecimento de água da cidade de Abaetetuba provém de poços localizados nos bairros Algodal e Francilândia, sendo este último o principal e o maior fornecedor. Com a pressão necessária proporcionada pela gravidade, a água chega à Companhia de Saneamento, que imediatamente inicia os processos de filtração, tratamento e distribuição. A sustentabilidade na captação da água envolve práticas que garantem que a extração dos recursos hídricos seja realizada de maneira a não comprometer o equilíbrio ambiental das regiões de captação. Isso inclui a gestão cuidadosa dos níveis de extração e a proteção das áreas de recarga dos aquíferos, assegurando que a captação não esgote ou degrade as fontes de água. Antes de abordarmos estes tópicos, vamos entender com mais detalhes como ocorre a captação da água.

A água chega por meio de grandes tubulações que vêm de poços localizados no bairro da Francilândia e é despejada em uma estrutura chamada de aerador, representada na figura 1, que funciona como uma peneira para a remoção de possíveis objetos de tamanho considerável, da alta concentração de ferro presente na água e para a eliminação de odores. Devido à alta concentração de ferro, é necessário um processo subsequente para a sua remoção. Observe na imagem as crostas de ferro nas superfícies laterais do sistema.

FIGURA 1 - Aerador da COSAMPA-Abaetetuba. Ao seu lado, o QR code que possibilitará a visualização do Aerador em realidade aumentada.



Fonte: Imagens de autorias própria.

➤ Vamos entender a Física por trás deste processo?

$$E=mc^2$$

PRESSÃO HIDROSTÁTICA E FUNCIONAMENTO DO AERADOR

No sistema de tratamento de água, a pressão hidrostática é essencial para o funcionamento eficiente do aerador, a estrutura inicial onde a água dos poços é recebida e preparada para o tratamento subsequente.

O aerador atua como uma peneira, removendo objetos maiores e eliminando pedaços grandes e brutos presentes na água.

A pressão hidrostática é a pressão exercida pelo peso da água devido à gravidade. Em um sistema de tratamento de água, ela é calculada pela fórmula $P = p \times g \times h$ onde:

- P é a pressão hidrostática,
- p é a densidade da água,
- g é a aceleração devido à gravidade,
- h é a altura da coluna de água sobre o ponto de interesse (no caso, dentro do aerador).

Exemplo Prático: Imagine uma piscina profunda onde você sente a pressão aumentar à medida que mergulha mais fundo. Da mesma forma, a água nos tubos do sistema de tratamento de água exerce pressão sobre as paredes do aerador à medida que desce dos poços, devido ao seu próprio peso e à força da gravidade.

Portanto, compreender como a pressão hidrostática opera no aerador é crucial para entender como os princípios físicos são aplicados no tratamento de água. Isso assegura que a água seja adequadamente preparada para consumo após o tratamento completo, garantindo sua qualidade e segurança.

• Etapas de filtragem e tratamento da água

Filtros ascendentes

Após ser captada, a água é direcionada para tanques denominados filtros ascendentes, como mostrado na figura 2(a), responsáveis pela filtragem. Como se pode notar, a coloração alaranjada dos tanques deve-se à crosta de ferro acumulada na superfície, resultante das gotas de água que caem do sistema mostrado na Figura 1. Dentro de cada um desses tanques, que totalizam 16 na companhia, encontram-se 6 camadas de seixo de diferentes tamanhos. À medida que a água passa por essas camadas, ocorre o processo de filtragem, removendo partículas de ferro e outras impurezas maiores que os espaços entre os grãos de seixo e areia.

O processo de filtragem é um exemplo claro de como a sustentabilidade pode ser incorporada nas operações diárias. Ao utilizar materiais naturais e processos físicos para a purificação da água, minimiza-se a necessidade de produtos químicos, reduzindo o impacto ambiental do tratamento. A manutenção regular dos filtros também é essencial para garantir sua eficácia e durabilidade, o que, por sua vez, contribui para a sustentabilidade do sistema como um todo. Para o pleno funcionamento, ocorre uma alternância diária em que 8 tanques são utilizados para a filtragem, enquanto os demais passam pelo processo de limpeza. Ao final desta etapa, a água sai limpa, mas ainda é necessário realizar o processo de desinfecção.

FIGURA 2 – Filtros Ascendentes. Ao seu lado, o QR code que possibilitará a visualização dos filtros ascendentes em realidade aumentada.



Fonte: Imagens de autorias própria

➤ Vamos entender a Física por trás deste processo?



FORÇA GRAVITACIONAL NOS FILTROS ASCENDENTES

Imagina que a Terra é como um grande imã que puxa tudo para baixo, inclusive a água. Quando colocamos água em um filtro ascendente, essa força da Terra faz a água descer pelo filtro, passando pelos espaços vazios entre as pedrinhas e partículas de areia de cada camada que ajudam a limpar a água. É como se a água estivesse escorregando por um tobogã, seguindo o caminho mais fácil por causa da força da gravidade.

Essa força gravitacional pode ser representada com uma fórmula matemática simples: $f = m \times g$. Aqui, " f " é a força gravitacional, " m " é a massa da água e " g " é a aceleração devido à gravidade (cerca de $9,8 \text{ m/s}^2$ na Terra). Isso quer dizer que quanto mais água tiver (ou seja, maior a massa), mais forte será a força que a puxa para baixo.

Então, quando a água desce pelo filtro ascendente, a força gravitacional ajuda a separar as sujeiras e partículas mais pesadas da água. Essas impurezas ficam retidas nas camadas de pedrinhas e areia, enquanto a água limpa continua descendo até sair do filtro.

É como se o filtro fosse uma espécie de "diversas peneiras" que a água passa, e a força da gravidade é o que empurra a água através dessas peneiras, removendo as sujeiras no caminho. Assim, a força gravitacional é essencial para que os filtros ascendentes de água funcionem corretamente, garantindo que tenhamos água limpa para beber e usar em nossas casas.

Desinfecção da água

O processo de desinfecção da água é realizado com gás cloro, o qual é um método amplamente utilizado para a desinfecção de água potável e águas residuais. O gás cloro, devido à sua solubilidade em água, é um agente desinfetante eficaz que mata ou inativa microrganismos patogênicos, como bactérias, vírus e protozoários, tornando a água segura para o consumo humano ou para ser devolvida ao meio ambiente após o tratamento. A dosagem ideal na etapa de desinfecção do processo de tratamento de água é regulamentada pelo Ministério da Saúde, garantindo a eficiência do procedimento sem qualquer risco à saúde. As figuras 3 (a) e (b) ilustram os cilindros de gás e a linha de controle de pressão e vazão do gás, os quais devem ser rigorosamente controlados. Essa gestão cuidadosa não só garante a qualidade da água, mas também promove práticas mais sustentáveis, reduzindo a necessidade de intervenções corretivas.

FIGURA 3 - (a) Cilindros de gás Cloro; (b) linha de controle de pressão e vazão de gás para o reservatório de água. A imagem abaixo possibilitará a visualização do sistema cloro gás em realidade aumentada.



Fonte: Imagens de autoria própria

➤ Vamos entender a Física por trás deste processo?



CALORIMETRIA PRESENTE NOS TANQUES DE GÁS CLORO

Imagine que os tanques de gás cloro são como grandes recipientes cheios de “bolhas de energia”. Quando o gás cloro é liberado desses tanques e misturado com a água para desinfetá-la, acontece uma reação química que libera calor, como se as bolhas de energia estivessem explodindo e aquecendo a água.

A calorimetria, que usa fórmulas matemáticas para medir a quantidade de calor, nos ajuda a calcular essa energia liberada durante a reação do gás cloro com a água nos tanques. A quantidade de calor liberada é medida pela fórmula $Q = mc \times \Delta T$, onde "Q" é a quantidade de calor, "m" é a massa da água ou do gás cloro envolvido na reação, "c" é a capacidade térmica específica do material, e " ΔT " é a mudança de temperatura durante a reação.

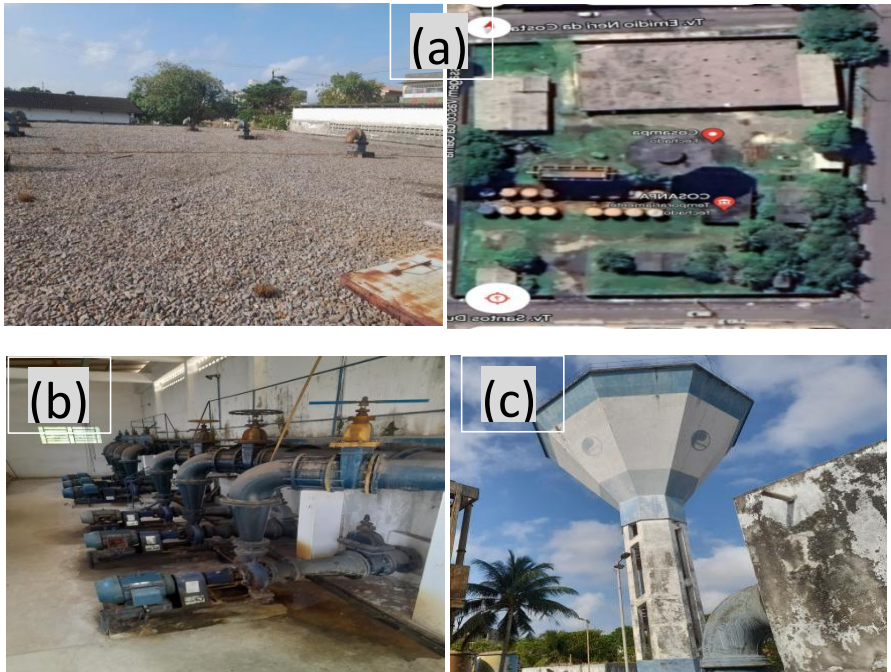
Além disso, a calorimetria também é importante para garantir a segurança dos tanques de gás cloro. Podemos usar a calorimetria para monitorar a temperatura dentro dos tanques e garantir que ela não fique muito alta, o que poderia causar problemas de segurança. Assim, a calorimetria não só nos ajuda a entender a quantidade de calor gerada na reação, mas também a controlar e regular o processo de desinfecção da água com gás cloro, garantindo eficiência e segurança

• Armazenamento e distribuição

Após a aplicação da dosagem de cloro gás, o processo de tratamento da água atinge uma etapa crucial que envolve a transferência da água tratada para ser devidamente armazenada, como representado na Figura 4(a). O armazenamento adequado é vital para a sustentabilidade, pois evita a contaminação e garante que a água tratada permaneça em condições ideais até sua distribuição. Estruturas bem projetadas e mantidas reduzem perdas e asseguram a qualidade da água. A estrutura de armazenamento de água é adequadamente equipada com tubos que fornecem entrada e saída de ar, pois uma ventilação correta desempenha um papel crucial na prevenção da proliferação de microrganismos indesejados na água, auxiliando na manutenção da sua qualidade ao longo do tempo. Ao término do processo anterior, a água, agora segura e devidamente tratada, passa por uma etapa importante de distribuição. Para isso, a unidade conta com 6 bombas, conforme ilustrado na Figura 4(b), desempenhando um papel central no transporte, impulsionando-a com potência e precisão para o reservatório de distribuição da companhia, como mostrado na Figura 4(c).

No entanto, algo bastante rotineiro e que acaba se tornando um problema para a companhia são as ligações clandestinas de água, realizadas por alguns usuários, violando a integridade final do produto para o consumidor. Esta prática, de caráter ilegal, acarreta diversos prejuízos a todos, pois favorece vazamentos na rede, desperdícios e a contaminação da água. Ao término dos processos fundamentais de filtragem, tratamento e armazenamento, a água está apropriada para o consumo e pronta para ser devidamente distribuída para todo o município. Nota-se que a CONSANPA – Abaetetuba, além de exercer um papel imprescindível na promoção da cidadania e no acesso essencial a esse recurso vital, garante que todos recebam o abastecimento necessário para as atividades diárias e para sua subsistência.

FIGURA 4 - Fotografias registradas da (a) parte superior do reservatório de água para o processo de desinfecção com gás Cloro, das (b) bombas de distribuição e do (c) reservatório de água da COSAMPA-Abaetetuba.



Fonte: Imagens de autoria própria.

➤ Vamos entender a Física por trás deste processo?



ENERGIA CINÉTICA NOS CANOS E VAZÃO DA ÁGUA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Quando a água está armazenada em um reservatório alto, ela possui uma energia especial chamada energia potencial. Podemos comparar essa energia com a energia de uma bola no topo de uma rampa, pronta para rolar. À medida que a água desce dos canos, essa energia potencial é transformada em outra forma de energia chamada energia cinética. A energia cinética está diretamente relacionada à velocidade da água nos canos. Quanto mais rápido a água está fluindo, maior será sua energia cinética.

A velocidade da água nos canos é um aspecto crucial na distribuição de água. Ela está diretamente ligada à quantidade de água que passa pelos canos, o que chamamos de vazão. Se os canos ficam mais estreitos, a água precisa fluir mais rápido para manter a quantidade de água passando por eles. Por outro lado, se os canos são mais largos, a água pode fluir mais lentamente mantendo a vazão.

Para entender melhor a relação entre energia cinética, quantidade de água e velocidade nos canos, podemos usar equações simples. Por exemplo, a energia cinética da água pode ser calculada com a fórmula $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, onde "E_c" é energia cinética, "m" é a quantidade de água e "v²" é a velocidade da água.

Essa fórmula nos ajuda a entender como a velocidade da água nos canos está diretamente relacionada à sua energia cinética, que por sua vez está ligada à quantidade de água. Isso é fundamental para o planejamento e o dimensionamento adequado dos sistemas de distribuição de água, garantindo um fornecimento eficiente e constante para os consumidores.

Princípios de Bernoulli e Continuidade

Na distribuição de água tratada, o fluxo dentro dos tubos é controlado por dois princípios importantes: o Princípio de Bernoulli e o Princípio da Continuidade. Esses princípios ajudam a entender como a água se move nos tubos e como podemos garantir que ela chegue com a pressão correta a todos os pontos da rede.

O Princípio de Bernoulli diz que, em um fluido incompressível (como a água), a soma das energias cinética, potencial e de pressão ao longo de uma linha de fluxo é constante. Em outras palavras, se a velocidade da água aumenta, a pressão diminui. Isso pode ser expresso pela equação de Bernoulli: $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{constante}$, onde "P" é a pressão do fluido, "ρ" é a densidade do fluido, "v²" é a velocidade do fluido, "g" é a aceleração devido à gravidade e "h" é a altura relativa ao ponto de referência.

Na rede de distribuição, esse princípio ajuda a calcular como a pressão varia em diferentes partes do sistema, especialmente em áreas onde a tubulação é mais estreita.

O Princípio da Continuidade afirma que, para um fluido incompressível, o produto da área da seção transversal do tubo (A) e a velocidade do fluido (v) permanece constante ao longo do fluxo. Matematicamente, isso é representado pela equação: $A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$, onde "A₁ × A₂" são as áreas das seções transversais em diferentes pontos do tubo e "v₁ × v₂" são as velocidades do fluido nesses pontos.

Se o tubo afunila, a velocidade da água aumenta para manter a vazão constante, o que é crucial para garantir que a água seja distribuída de maneira eficiente.

REFERÊNCIAS

- SARGES, M. **Desenvolvimento de um aplicativo educacional em realidade aumentada para o ensino de física**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Estado do Pará. Abaetetuba, 2022.
- SOUZA, J. **O tema água e suas possibilidades para o ensino de física**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Estado do Pará. Abaetetuba, 2018.
- FORTE, C. E.; KIRNER, C. **Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática**, 2017.
- SENA, C. **ÁGUA, FÍSICA E SOCIEDADE: Entendendo a importância da utilização sustentável da água através da física**. Projeto.
- JUNIOR, J. F. S; Mesquita, N. A. da Silva. **Um estudo de caso a partir do uso da realidade aumentada integrada ao livro didático**. Ciência & Educação (Bauru), 2023.



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DO PARÁ



æ

Editora Universitária
Campus de Abaetetuba