

Secretaria  
de Educação e  
Esportes



GOVERNO DE  
**PER  
NAM  
BU**CO  
ESTADO DE MUDANÇA

# Redes em Formas e Medidas

**PERNAMBUCO**

**Secretária de Educação e Esportes**

Ivaneide Dantas

**Secretária Executiva Planejamento e Coordenação**

Mônica Maria Andrade

**Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação**

Tárcia Regina da Silva

**Secretário Executivo de Ensino Médio e Profissional**

Gilson Alves do Nascimento Filho

**Secretário Executivo de Administração e Finanças**

Gilson Monteiro Filho

**Secretário Executivo de Gestão da Rede**

Igor Fontes Cadena

**Secretário Executivo de Esportes**

Leonídio

### **Equipe de elaboração**

*Fabiana dos Santos Faria*  
*Gabriel Pimenta Carneiro Campelo*  
*Milton Matos Rolim*  
*Regina Celi de Melo André*  
*Viviane Cristina Silva Araújo Almeida*

### **Equipe de coordenação**

Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GGPEM/SEDE)

*Janine Fortunato Queiroga Maciel*

Gestor Pedagógico (GGPEM/SEDE)

*Rômulo Guedes e Silva*

Chefe da Unidade do Ensino Médio (GGPEM/SEDE)

*Andreza Shirlene Figueiredo de Souza*

### **Revisão**

*Ana Caroline B. F. Pacheco*  
*Márcia V. Cavalcante*

## Sumário

<b>1. Apresentação</b>	<b>5</b>
<b>2. Redes de fornecimento - elaboração do problema e busca de informações em fontes confiáveis</b>	<b>7</b>
Orientações de Atividades	10
Orientações de Avaliação	13
<b>3. Sistema de tratamento e distribuição de água</b>	<b>15</b>
Orientações de Atividades	18
Orientações de Avaliação	20
<b>4. Estação de Tratamento de Água (ETA)</b>	<b>22</b>
Orientações de Atividades	22
Orientações de Avaliação	24
<b>5. Modelagem Matemática</b>	<b>26</b>
Orientações de Atividades	28
Orientações de Avaliação	30
<b>6. Referências bibliográficas</b>	<b>32</b>

## I. Apresentação

Prezado/a professor/a.

*Redes em Formas e Medidas* é uma Unidade Curricular destinada aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco e fundamentada na Portaria nº 1.432/2018, que orienta a elaboração dos Itinerários Formativos.

Esta Unidade Curricular está inserida na (s) *Trilha (s) Formativa (s)* **Possibilidades em rede e Humanização dos espaços**. É importante salientar que na nova organização curricular, todas as Unidades Curriculares propostas nas Trilhas possuem um ou mais eixos estruturantes que as embasam quanto às habilidades a serem desenvolvidas durante a prática pedagógica com os estudantes. Com isso, temos para a Unidade Curricular *Redes em Formas e Medidas*, as seguintes habilidades a serem desenvolvidas:

**Investigação Científica** – (EMIFMAT01PE) (EMIFCNT01PE) Investigar e analisar situações problema identificando e selecionando conhecimentos geométricos e trigonométricos relevantes para o funcionamento das redes de fornecimento, analisando modelos para sua representação.

**Processos Criativos** – (EMIFMAT04PE) (EMIFCNT04PE) Reconhecer produtos e/ ou processos criativos por meio de fruição, vivências e reflexão crítica na produção do conhecimento matemático, bem como da aplicação de processos tecnológicos que envolvem o funcionamento das redes de fornecimento.

Com base nesses pressupostos, esta **Unidade Curricular** propõe, na sua **ementa**, os seguintes tópicos a serem abordados pelo(a) professor(a) ao longo da sua prática pedagógica:

Compreensão dos projetos e estruturas relacionadas à organização e ao funcionamento das redes de fornecimento sob a ótica da geometria plana, espacial e analítica, da trigonometria e das grandezas e medidas.

Na Formação Geral Básica (FGB), em Matemática, consta uma proposta de estudo de *volumes, áreas e perímetros* e em Física consta a proposta de estudo de *hidrostática*. Ambas as propostas podem ser aprofundadas a partir do apresentado neste material, de modo que o estudante tenha compreensão da importância destes conhecimentos para o dia a dia do ser humano.

Importante considerar, também, que este material de apoio não pretende ser uma explanação completa sobre o tema, sendo portanto, um material complementar para auxiliar o professor no trabalho pedagógico desta Unidade Curricular, dito de outra maneira, é um percurso formativo e não um modelo engessado, logo, o professor tem sua autonomia.

## 2. Redes de fornecimento - elaboração do problema e busca de informações em fontes confiáveis

Este item 2 foi adaptado do item 2 da unidade curricular “Logística da Distribuição de Redes”<sup>1</sup>.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

O conjunto dessas aprendizagens (formação geral básica e itinerário formativo) deve atender às finalidades do Ensino Médio e às demandas de qualidade de formação na **contemporaneidade**, bem como às expectativas presentes e futuras das juventudes. Além disso, deve garantir um **diálogo constante com as realidades locais** – que são diversas no imenso território brasileiro e estão em permanente transformação social, cultural, política, econômica e tecnológica –, como também com os cenários nacional e internacional. Portanto, essas aprendizagens devem assegurar aos estudantes a **capacidade de acompanhar e participar dos debates que a cidadania exige**, entendendo e questionando os argumentos que apoiam as diferentes posições. (BRASIL, 2018, p. 479, grifo nosso)

Nessa perspectiva, a proposta de estimular a curiosidade científica em estudantes do Ensino Médio é uma necessidade que deve considerar o destaque dado pelos atuais documentos oficiais para esse nível de ensino, no intuito de que o estudante entenda o modo como os conhecimentos se constituem e contribuem para a construção dos inventos e das soluções presentes no cotidiano.

Lembrando, mais uma vez, que a Unidade Curricular em questão faz parte da Trilha Formativa Possibilidades em rede e Humanização dos espaços e que esta traz em seu texto introdutório:

[...] pretende aprofundar, complementar e contextualizar conhecimentos abordados na Formação Geral Básica (FGB) sob a ótica de quatro eixos estruturantes: Investigação Científica, Processos Criativos, Mediação e Intervenção Sociocultural e Empreendedorismo. A cada eixo, encontram-se

---

<sup>1</sup>Disponível em:

<https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/08/Logistica-da-Distribuicao-de-Redes.pdf>.

Acesso em 08 jan. 2023

associadas habilidades ementas, orientações pedagógicas (focos pedagógicos) e expectativas sobre o alcance das habilidades, no intuito de nortear o trabalho docente (PERNAMBUCO, 2021, p.06).

Além da importância de se compreender tais etapas de pesquisa para que o estudante do Ensino Médio finalize esse nível de ensino de acordo com o que se espera na Trilha Formativa em questão e que foi destacado anteriormente, é a realização efetiva da Ementa da disciplina. Isso porque, é na Ementa que se tem quais conhecimentos matemáticos que devem ser abordados para a articulação necessária com o contexto proposto e, portanto, para a atuação crítica, criativa e reflexiva do estudante diante da realidade apresentada. Para isso, algumas propostas podem ser analisadas a seguir.

É preciso estabelecer de forma clara parâmetros que estabeleçam a possibilidade de mudança de comportamento ou do pensamento dos discentes. Neste sentido seria importante apresentar “*Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil*” que possuem uma gama de critérios para se atingir o fim da pobreza, proteção do meio ambiente e do clima no nosso planeta. Este programa pertence à ONU (Organização das Nações Unidas) que defende o esforço coletivo de todos os países signatários a cumprir a agenda até 2030 e garantir o bem estar social da população mundial.

Baseado em critérios técnicos e científicos, foram traçados “*17 objetivos ambiciosos e interconectados que abordam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo*” (ONU, 2018,) (conferir em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>). Dentre esses, destacam-se aqueles que corroboram com o objetivo da Unidade Curricular de Redes em Formas e Medidas, no caso o número 6 (Água potável e saneamento), o 7 (Energia limpa e acessível), o 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), o 11 (Cidades e comunidades sustentáveis) e o 12 (Consumo e produção responsável).

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO



Imagem dos 17 Objetivos Globais lançados pela ONU em 2018 (<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>, acessado em 05/04/2022)

Fica a critério do docente da Unidade Curricular se pretende trabalhar os outros objetivos ou interligá-los ao longo da Unidade. Porém, torna-se essencial incluir na sequência aqueles que afetam diretamente a ação pedagógica. Tome, por exemplo, a importância de se discutir a respeito da “Água potável e saneamento” que tange desde o direito à privacidade e acesso à água de qualidade preservando fontes, mananciais, a coleta com reaproveitamento e reuso como critério de equilíbrio e sustentabilidade. Sobre “Energia limpa e acessível” revisa a matriz energética, privilegiando o uso de fontes alternativas e de baixo impacto ambiental garantindo o acesso e uso da população. Em “Cidades e comunidades sustentáveis”, a discussão fica em torno do acesso à moradia digna e economicamente viável com acesso a bens e produtos sustentáveis como transporte seguro, escolas nas redondezas, lazer e segurança. Para “Consumo e produção responsáveis”, deseja-se aumentar a eficiência no modal de distribuição de alimentos, reduzir a produção de resíduos e diminuir o custo de produção, conseqüentemente de consumo. Repensar as cadeias produtivas para reduzir ou retirar o consumo de combustíveis fósseis.

Tendo como parâmetro as discussões desse temário, é preciso aplicar dentro da comunidade escolar possibilidades de investigação científica que privilegie a diagnose correta da situação e formas de dirimir problemas e propor soluções sustentáveis baseadas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil.

## Orientações para realização de atividades

Buscar atividades que provoquem a curiosidade científica nos estudantes é uma proposta que perpassa as diferentes Unidades Curriculares que possuem como um de seus eixos estruturantes a Investigação Científica. É o caso de Redes em Formas e Medidas que deve promover situações investigativas que busquem respostas para a gestão de infraestrutura urbana, principalmente do que diz respeito à eficácia dos processos de intervenção voltados para os sistemas modelados das diferentes redes de fornecimento (água, energia, telefonia, internet, saneamento básico, entre outros).

Como é sabido, todo trabalho investigativo requer um diálogo/debate prévio no intuito de despertar no estudante inquietações sobre a situação problema que foi apresentada. Inquietações estas que devem permitir questionamentos essenciais para a busca de respostas relacionadas a diferentes ideias, sinalizando que a educação não condiz somente com o aprender tais “respostas”, mas que também deve promover o aprender a aprender.

É importante entender, nesse início de trabalho investigativo, que a formulação de perguntas mais específicas deve ser instigada a partir dos diferentes formatos para que o processo de descoberta aconteça. Portanto, promover uma tempestade de ideias por meio das diferentes linguagens se faz necessário, seja por meio de uma reportagem local que apresente a falta de água em determinados bairros, seja por um quadrinho que traga a história da energia elétrica, seja por um podcast discutindo o fornecimento de gás nas metrópoles brasileiras, seja por um folder comparando os tipos de redes de internet, entre outros. O que vale, neste momento, é instigar os estudantes para que se sintam motivados na busca de informações que ajudarão na discussão da situação-problema proposta.

Diante da diversidade de possibilidades para a realização do processo investigativo, sugerimos a divisão da turma em equipes por afinidade de tema (redes de fornecimento de água, de energia, de internet, de gás, de tv a cabo...) ou pela

distribuição equiparada diante das habilidades que os estudantes possuem e que serão necessárias para a realização do trabalho. Feito isso, o próximo passo é encaminhar os/as estudantes para a elaboração do problema, da questão de pesquisa que deve ser formulada como uma pergunta, mas neste momento, já direcionada para a busca de informações específicas que garantirão o trabalho investigativo a ser realizado.

Assim, a “pergunta-problema” a ser elaborada, deve ser delimitada a uma dimensão viável, objetiva e precisa para que seja possível o levantamento e a análise dos dados que serão coletados. Para ajudar nesse sentido, tem-se ainda, a formulação de hipóteses que contribuirão para o direcionamento do olhar sobre os dados analisados, permitindo, com isso, confirmar ou refutar o que se pensou a princípio. Para tanto, será preciso algo fundamental: a busca por informações em fontes confiáveis.

No sentido de ajudar quanto a essa compreensão, podemos apresentar como exemplo:

- i. Pergunta-problema: Quais os principais motivos de reclamação da comunidade “tal” sobre a prestação de serviço que envolve o fornecimento de água local? OU AINDA Como moradores da comunidade “tal” avaliam a prestação de serviço oferecida in loco para o fornecimento de água e tratamento de esgoto?
- ii. Entendendo que as hipóteses são suposições do que pode ser encontrado ou do que se espera encontrar como resultado, é possível supor para a primeira pergunta, por exemplo, que *‘não há motivo de reclamação da comunidade “tal” sobre o fornecimento de água local’, ou ainda, que ‘o principal motivo de reclamação da comunidade sobre o fornecimento de água local é a falta de regularidade desse fornecimento’*. O que temos, portanto, ao escolher uma dessas suposições, é que os/as estudantes irão confirmar ou não o que foi suposto por meio da análise dos dados que foram coletados durante o trabalho investigativo realizado. Da mesma forma, para o segundo exemplo, podemos considerar como hipótese: *‘os moradores da comunidade “tal” avaliam como bom o fornecimento*

*de água oferecido, mas como razoável o tratamento de esgoto, visto que...?*. Uma suposição que, mais uma vez, pode ser confirmada ou refutada de acordo com as análises que serão feitas sobre os dados coletados. É importante lembrar, ainda, que da mesma forma que foi proposto um intenso trabalho motivacional para conhecimento dos temas a serem investigados, bem como para a delimitação destes e, por fim, para a construção da ‘*pergunta-problema*’, cabe também aqui, nesta etapa do trabalho, um debruçar na formulação de uma possível hipótese que acontecerá a partir do que os/as estudantes entendem como possibilidades a serem encontradas. Para isso, uma discussão qualitativa em cada grupo se faz necessária.

iii. Pode-se observar que os dois exemplos de ‘*pergunta-problema*’ aqui sugeridos para a realização de um possível trabalho investigativo, trazem como proposta a busca de informações específicas de uma determinada comunidade. Com isso, parece viável que tal busca aconteça por meio de alguns instrumentos como formulários, questionários ou entrevistas que, ao apresentarem perguntas construídas de forma cuidadosa e bem elaboradas, permitirão que se encontrem respostas necessárias e suficientes para a análise dos dados obtidos. Deseja-se, assim, encontrar uma resposta para a ‘*pergunta-problema*’ que foi feita inicialmente, além da confirmação ou da refutação do que se propôs como hipótese para essa pergunta. Apesar da indispensável escolha de instrumentos mais direcionados para a obtenção dos dados desejados, sabe-se que outros instrumentos serão necessários para a realização da análise desses dados. Dessa forma, o levantamento de fontes confiáveis com informações que irão contribuir para a análise e a discussão do material obtido será imprescindível. Para a nossa proposta de trabalho com as redes de fornecimento de água de uma determinada comunidade, por exemplo, é possível buscar fontes que apresentem um histórico sobre o planejamento e gerenciamento desse tipo de prestação de serviço em sites dos órgãos responsáveis ou em jornais oficiais que acompanham e divulgam notícias nesse sentido. Pode-se buscar dados estatísticos que contribuam para um comparativo temporal ou regional desse tipo de prestação de serviço

divulgados por órgãos governamentais competentes locais ou nacionais como o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), entre outras buscas.

## Orientações para avaliação

Devido às diferentes propostas de trabalho observadas nas Unidades Curriculares em que o processo de ensino e aprendizagem ultrapassa a busca de um conhecimento previamente estipulado, definido como o que se tem na parte da Formação Geral Básica, acreditamos que exista a necessidade de um trabalho avaliativo diferenciado também. Mesmo que em todo trabalho pedagógico do Ensino Médio, a avaliação precise ser apresentada como um instrumento balizador para a tomada de decisões, de forma a possibilitar aos estudantes diferentes meios de demonstrarem o que aprenderam e como construíram cada conhecimento proposto, cabe aqui um direcionamento que permite ao professor/a acompanhar cada etapa de desenvolvimento do processo investigativo realizado.

Nesse sentido, é importante que o professor esteja atento ao que as orientações de trabalho para a Trilha Formativa de Possibilidades em rede e Humanização dos espaços trazem sobre “*o alcance das habilidades*” e, com isso, observe que a primeira etapa de Investigação Científica traz como desafio o estímulo ao desenvolvimento do olhar crítico, inquieto e investigativo dos estudantes sobre questões do contexto apresentado. Diante dessa observação, é importante que o professor perceba se o estudante conseguiu chegar à identificação de uma dúvida, questão ou problema e verifique se, além do tema delimitado pelo estudante, ele conseguiu desenvolver e ampliar sua capacidade de problematização, considerando fatores como a relevância e aplicabilidade da ou das problemáticas que foram apontadas por ele. Além disso, para essa primeira etapa do trabalho, cabe ainda, observar se os estudantes “*realizam procedimentos e registros de todo processo investigativo*”, considerando os devidos ‘*filtros*’ durante a busca de informações no processo de coleta de dados.

Disponível em:

<https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/08/Logistica-da-Distribuicao-de-Redes.pdf>.

Acesso em 08 jan. 2023

## **Outras Orientações para avaliação**

Professor, para avaliar os estudantes acerca do tema abordado “redes de fornecimento”, você pode adotar diversas estratégias. Por exemplo, propor um estudo de caso, de maneira prática, em que envolvam a análise e resolução de problemas em redes de fornecimento. Isso testará a capacidade dos estudantes de aplicar conceitos teóricos a situações do mundo real. Outra ideia é explorar simulações nas quais sejam utilizadas ferramentas de simulação para permitir que os alunos visualizem e experimentem a dinâmica das redes de fornecimento. Isso pode incluir otimização de rotas, gestão de estoque e logística. Uma sugestão também é solicitar aos estudantes que desenvolvam projetos de otimização que visem aprimorar uma rede de fornecimento, considerando eficiência, custos e sustentabilidade. Além disso, outra possibilidade para avaliar o desempenho dos estudantes é solicitar apresentações de soluções, seja de modo individual ou em grupo, nas quais os alunos apresentem respostas para desafios específicos relacionados a redes de fornecimento. Isso testará suas habilidades de comunicação e capacidade de explicar suas ideias de forma clara.

### 3. Sistema de tratamento e distribuição de água

Temos diversos tipos de distribuição em rede, como a rede logística de distribuição de produtos, rede de distribuição de gás, rede de distribuição de energia elétrica, entre outras. Nesta Unidade Curricular, escolhemos limitar a abordagem às redes de tratamento e distribuição de água, mais especificamente na estação de tratamento d'água.

Desde o início, os seres humanos se fixaram próximos aos corpos d'água como rios e lagos, facilitando assim o atendimento de sua necessidade deste líquido. O desenvolvimento da civilização, com suas cidades populosas, criaram a necessidade de sofisticação do sistema de coleta e distribuição da água potável, bem como a poluição das águas, o que determina a necessidade de tratamento da água antes da distribuição.

De acordo com Oliveira (2013):

Um sistema de abastecimento de água é composto por seis unidades, como segue:

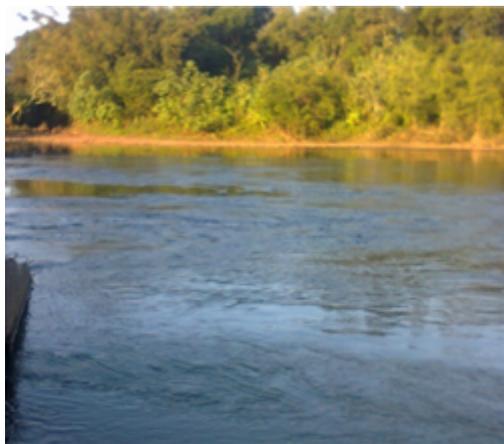
1. Manancial: fonte de onde se retira a água.
2. Captação: conjunto de equipamentos e instalações utilizados para a tomada de água do manancial.
3. Adução: transporte da água do manancial ou da água tratada.
4. Tratamento: melhoria das características qualitativas da água, dos pontos de vista físico, químico, bacteriológico e organoléptico, a fim de que se torne própria para o consumo. É feito na ETA (Estação de Tratamento de Água).
5. Reservação: armazenamento da água para atender a diversos propósitos, como a variação de consumo e a manutenção da pressão mínima da rede de distribuição.
6. Rede de distribuição: condução da água para os edifícios e pontos de consumo, por meio de tubulações instaladas nas vias públicas. (SANESUL, 2011a, n.p., grifo nosso)

Disponível

em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/10937/OLIVEIRA%2c%20LUCIAN%20O%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=>

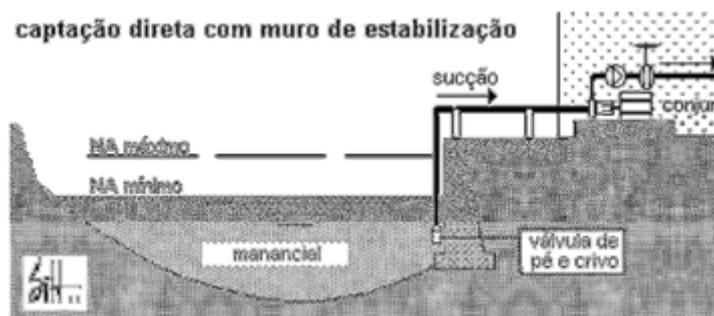
Os *mananciais* podem ser superficiais, como: rios, lagos, lagoas, barragens, ou subterrâneos, como poços rasos ou profundos.



**Figura 1:** Manancial (Rio).

Fonte: Extraído de Oliveira (2013)

A *captação* é feita no manancial através de bombas e é dividida em duas partes: câmara de captação e poço de bombas. A figura abaixo ilustra a captação.



**Figura 2:** Captação.

Fonte: Extraído de Oliveira (2013)

A unidade de *adução* é composta pelas tubulações e outros dispositivos, responsável por levar a água da bomba de captação até a ETA (*Estação de Tratamento de Água*).

A unidade de *tratamento* (ETA) é responsável pelos processos físico-químicos, responsáveis em transformar a água bruta em água potável.

Oliveira (2013) traz a descrição abaixo, sobre a reservação de água.

Seguindo as unidades do sistema de abastecimento, após o tratamento tem-se a reservação, que é o armazenamento de grandes volumes de água tratada em reservatórios, para garantir:

a continuação do processo de estabilização dos desinfetantes, compensar as flutuações ou variações do consumo, assegurar uma reserva de água para combate de incêndios, continuar o fornecimento de água nos casos de interrupção de adução, regular pressões e permitir interrupção do funcionamento da ETA, sem prejuízo da continuidade. (CORSAN, 2012g, p. 20)

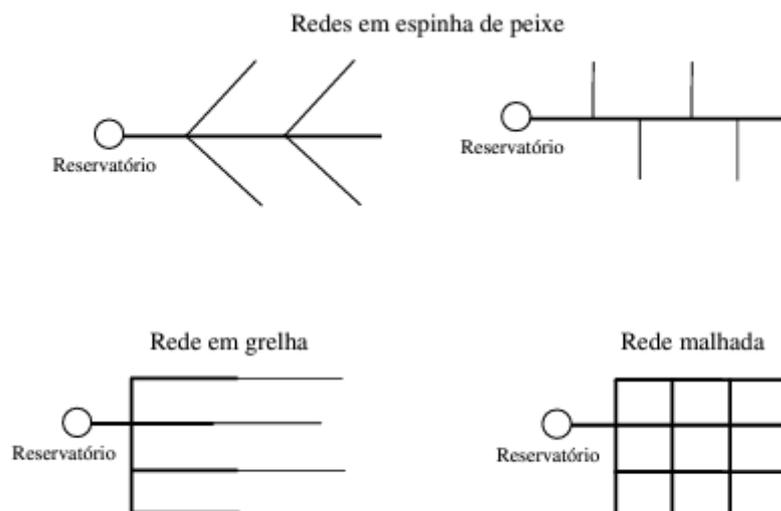
Disponível

em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/10937/OLIVEIRA%2c%20LUCIANO%20D%20E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Concluindo o sistema, temos a *distribuição* da água aos pontos de consumo, o que é feito através de uma rede de tubulações que vão do reservatório elevado até as casas, empresas etc.

A figura abaixo mostra os tipos redes de distribuição de água.



Rede em espinha de peixe, grelha e malhada. Figura adaptada.

Fonte: Corsan (2012h).

**Figura 3:** Tipos de Redes

Extraído de Oliveira (2023)

## Orientações para realização de atividades

Professor, nesta seção, os estudantes poderão desenvolver trabalhos de pesquisa, organizados em grupos, sobre as diversas partes do sistema de distribuição de água da sua cidade, focando, cada grupo, em aspectos como cuidado e preservação dos mananciais, sistema de captação da água e seus cuidados, Estação de Tratamento de Água (ETA) etc.

A seguir, algumas sugestões de atividades de pesquisa que poderão ser desenvolvidas com a participação dos estudantes:

1. Estudo de demanda: Analisar o crescimento populacional e as atividades econômicas para prever a demanda futura de água na cidade.
2. Qualidade da água: Investigar a qualidade da água em diferentes pontos da rede de distribuição, identificando possíveis fontes de contaminação.

3. Eficiência da rede: Avaliar a eficiência do sistema de distribuição, identificando vazamentos, pressão adequada e a necessidade de melhorias na infraestrutura.
4. Resiliência a desastres: Analisar a resiliência do sistema em face de desastres naturais ou eventos adversos, propondo medidas para minimizar impactos.
5. Tecnologias inovadoras: Pesquisar e avaliar tecnologias inovadoras para otimizar a gestão da distribuição de água, como sensores inteligentes e sistemas de monitoramento em tempo real.
6. Sustentabilidade: Investigar práticas sustentáveis, como reuso de água, captação de água da chuva e implementação de fontes de energia renovável para operar o sistema.
7. Engajamento comunitário: Desenvolver estratégias para envolver a comunidade na conscientização sobre o uso responsável da água e promover a participação em programas de conservação.
8. Manutenção preventiva: Estudar a implementação de programas de manutenção preventiva para garantir a durabilidade e eficiência das infraestruturas.
9. Custos e financiamento: Avaliar os custos operacionais e propor estratégias de financiamento sustentáveis para garantir a operação contínua e melhorias no sistema.
10. Legislação e Regulação: Analisar e manter-se atualizado sobre as leis e regulamentações relacionadas ao fornecimento de água, garantindo conformidade e boas práticas.



Para ampliar os conhecimentos sobre o tema, acessar os links a seguir:

## MEDIDAS QUE PRESERVAM NASCENTES E MANANCIAIS

### Medidas que preservam nascentes e mananciais



### Proteger os mananciais de água é dever de toda sociedade

## Orientações para avaliação

Deverá ser observado se os alunos buscam informações em fontes confiáveis e se fazem uma leitura crítica sobre o sistema de abastecimento de água de seu bairro ou município.

É importante que os alunos demonstrem criatividade na apresentação de seus trabalhos e dos recursos utilizados como apresentação em datashow, maquetes etc.

Professor(a), para avaliar os estudantes do Ensino Médio sobre o tema de sistema de tratamento e distribuição de água, você pode considerar diferentes abordagens. Ao combinar diferentes métodos de avaliação, você obterá uma visão mais abrangente das habilidades e conhecimentos dos estudantes em relação ao tema. Seguem algumas estratégias avaliativas:

- a) Projetos práticos: Solicite aos estudantes para desenvolver projetos práticos, como projetar um sistema de tratamento de água em pequena escala ou propor melhorias em um sistema existente. Isso pode envolver pesquisa, planejamento e apresentação dos resultados.
- b) Apresentações orais: Oriente apresentações individuais ou em grupo sobre tópicos específicos relacionados ao tratamento e distribuição de água. Isso não apenas avalia o conhecimento, mas também as habilidades de comunicação.
- c) Simulações e estudos de caso: Use simulações ou estudos de caso para testar a capacidade dos estudantes de aplicar seus conhecimentos em situações do mundo real, como lidar com contaminações, otimização de sistemas, entre outros.

## 4. Estação de Tratamento de Água (ETA)

A Estação de Tratamento de Água (ETA) é o coração do sistema de tratamento d'água. É onde, através de diversos processos, a água bruta é transformada em água potável.

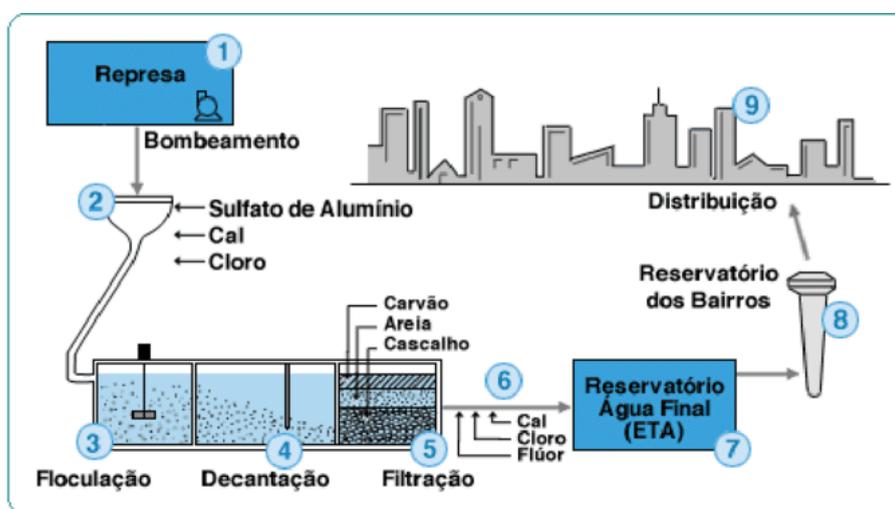


Figura 4: Sistema de água. Extraído de SABESP (2023)

O tratamento de água é fundamental para que possa ser consumida pela população, principalmente nos dias atuais em que os corpos d'água costumam estar contaminados com produtos orgânicos e inorgânicos que são responsáveis pela incidência de vários tipos de doenças.

Neste material de apoio não iremos nos aprofundar nos detalhes do tratamento d'água. O professor poderá trabalhar com os alunos este aprofundamento, conforme seja conveniente.

**Orientações para realização de atividades**

O processo convencional de tratamento de água é dividido em fases. Em cada uma delas existe um rígido controle de dosagem de produtos químicos e acompanhamento dos padrões de qualidade.

#### **Fases do tratamento**

Pré-cloração – Primeiro, o cloro é adicionado assim que a água chega à estação. Isso facilita a retirada de matéria orgânica e metais.

Pré-alkalinização – Depois do cloro, a água recebe cal ou soda, que servem para ajustar o pH\* aos valores exigidos nas fases seguintes do tratamento.

\*Fator pH –O índice pH refere-se à água ser um ácido, uma base, ou nenhum deles (neutra). Um pH de 7 é neutro; um pH abaixo de 7 é ácido e um pH acima de 7 é básico ou alcalino. Para o consumo humano, recomenda-se um pH entre 6,0 e 9,5.

Coagulação – Nesta fase, é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar.

Floculação – Após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas.

Decantação – Neste processo, a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior.

Filtração – Logo depois, a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito. Eles são responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação.

Pós-alkalinização – Em seguida, é feita a correção final do pH da água, para evitar a corrosão ou incrustação das tubulações.

Desinfecção – É feita uma última adição de cloro no líquido antes de sua saída da Estação de Tratamento. Ela garante que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus até a casa do consumidor.

Fluoretação – O flúor também é adicionado à água. A substância ajuda a prevenir cáries.

<https://www.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>

Professor(a), nesta seção, sugerimos conduzir, com os alunos, uma pesquisa de aprofundamento sobre uma ETA. O ideal é que os estudantes possam visitar uma ETA na cidade onde reside ou outra localidade e perceber in loco como funciona, acontece o tratamento d'água. Uma das possibilidades também é propor aos estudantes a criação de apresentações, maquetes, panfletos etc. sobre a

importância do tratamento d'água e a necessidade de cuidados para evitar o desperdício e preservar os mananciais d'água, levando em consideração as demandas da comunidade local.

## Orientações para avaliação

É importante que os alunos demonstrem protagonismo na consecução das atividades, apresentando propostas que esclareçam e conscientizem a comunidade escolar, com relação à questão do uso e preservação da água, bem como da importância dos cuidados para evitar a contaminação e degradação dos mananciais.

Professor(a), pode-se propor aos estudantes uma visita a uma das estações de tratamento de água e esgoto, localizada na cidade ou comunidade local, a exemplo da *Companhia Compesa*. Isso proporciona uma experiência prática e a oportunidade de interagir com profissionais que trabalham na área. Para isto, é necessário orientar a turma sobre o objetivo da visita e quais os aspectos que serão observados. Por exemplo, pode-se elaborar um roteiro que guie os estudantes a exercitar o olhar atento e crítico sobre o que está sendo observado durante a visita in loco. Após a conclusão da visita, a próxima etapa será a elaboração de um relatório descritivo e analítico cujo modelo poderá ser sugerido pelo professor. Nele, pode-se focar no funcionamento da ETA, incluindo os processos de tratamento, equipamentos utilizados e medidas de controle de qualidade.

Ao adotar uma variedade de estratégias de avaliação, você poderá avaliar a compreensão teórica e prática dos alunos sobre o tema da Estação de Tratamento de Água, abordando diferentes aspectos do conhecimento e habilidades necessárias para esse campo.

Além disso, na escola, é possível desenvolver projetos interessantes e educativos sobre Estações de Tratamento de Água (ETAs). Estes projetos não só oferecem uma perspectiva prática sobre ETAs, mas também desenvolvem

habilidades como trabalho em equipe, pesquisa, apresentação e pensamento crítico entre os estudantes. A seguir, algumas ideias:

- Modelagem em escala - Os alunos podem criar modelos em escala de uma ETA, representando os diferentes estágios do processo de tratamento de água. Isso permite uma compreensão prática dos componentes da ETA, como tanques de sedimentação, filtros e sistemas de desinfecção.
- Análise de qualidade da água - Os alunos podem realizar análises de qualidade da água antes e depois do tratamento em sua própria escola ou localidade. Isso envolve coleta de amostras, testes de pH, turbidez, cloro residual, entre outros, proporcionando uma experiência prática de monitoramento da qualidade da água.
- Projeto de Melhoria de ETA Fictícia - Os alunos podem criar propostas de melhorias para uma ETA fictícia, considerando eficiência, sustentabilidade e inovações tecnológicas. Isso promove o pensamento crítico e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.
- Documentários ou apresentações Audiovisuais - Os alunos podem criar documentários ou apresentações audiovisuais sobre o processo de tratamento de água, destacando a importância da ETA na comunidade. Isso desenvolve habilidades de pesquisa, produção de mídia e comunicação.
- Conscientização Comunitária - Projetos para aumentar a conscientização na comunidade sobre o tratamento de água, como a criação de panfletos educativos ou a realização de palestras. Isso incentiva a responsabilidade social e o compartilhamento do conhecimento adquirido.
- Debates Éticos e Sustentáveis - Organizar debates sobre questões éticas e sustentáveis relacionadas à água, como o acesso equitativo e a gestão sustentável dos recursos hídricos.
- Projetos de Melhoria - Desafie os alunos a desenvolverem projetos de melhoria para uma ETA fictícia ou real, considerando aspectos como eficiência operacional, sustentabilidade ambiental e inovações tecnológicas.

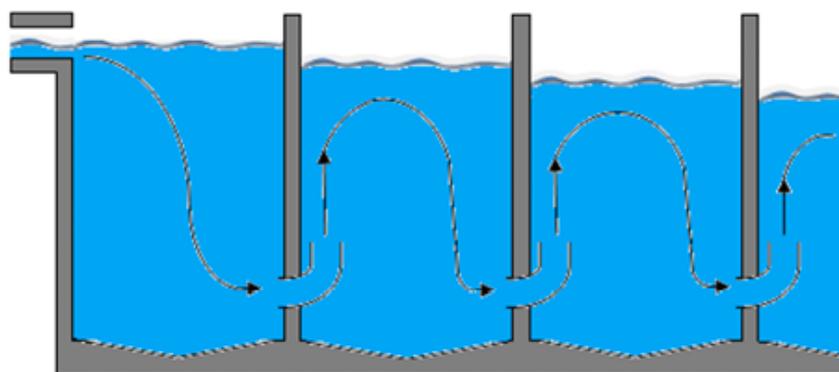
## 5. Modelagem Matemática

Modelo Matemático é uma interpretação ou representação simplificada da realidade, ou de uma parte de um sistema, de acordo com uma estrutura de conceitos. Apresenta uma visão ou cenário de uma parte do todo. Cria-se vários modelos para o estudo de um determinado fenômeno complexo. Os modelos matemáticos têm utilização em, praticamente, todas as áreas científicas.

Numa ETA existem diversos processos que podem ser modelados matematicamente para sua otimização, como dimensionamento de tubulações, volume de reservatórios, dosagem de produtos químicos etc.

### Modelagem do Flocculador da ETA

Oliveira (2013) apresenta simulações de vários processos existentes em uma ETA. Escolhemos para esta Unidade Curricular o exemplo da simulação do tempo de retenção da água no Flocculador. Na referência o professor poderá encontrar outras modelagens para utilizar conforme seja conveniente.



**Figura 5:** Flocculador.

Extraído de Oliveira (2013).

A água que passa pelo floculador, tem um tempo de retenção igual ao tempo necessário para encher todo o seu volume e este é o principal tempo a ser monitorado em uma ETA. A figura a seguir mostra a vista superior deste tipo de floculador.

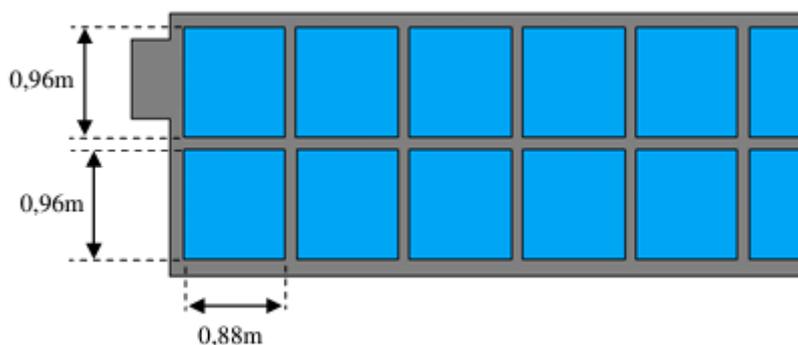


Figura 6: Vista superior e parte do floculador.

Extraído de Oliveira (2013)

**Exercício:** Calcular o tempo de retenção em um floculador com 16 tanques em forma de paralelepípedo, tendo na vista superior às dimensões de 0,96m por 0,88m, mostrado na figura 6, com vazão de 50 L/s (litros por segundo) e altura média dos tanques de 3,42m.

**Solução:**

- Dados:
- $a = 3,42\text{m}$  (profundidade média dos tanques)
  - $b = 0,96\text{m}$  (medida do lado 1 na figura 6)
  - $c = 0,88\text{m}$  (medida do lado 2 na figura 6)
  - $q = 50 \text{ L/s}$  (vazão da água)
  - $n = 16$  (número de tanques do floculador)

Inicialmente devemos buscar a fórmula da vazão ( $q$ ), que é dada em função do volume total ( $V_T$ ) e do tempo de retenção ( $t_r$ ).

$$q = \frac{V_T}{t_r}$$

Considerando o volume total  $V_T$  como o produto do número de tanques ( $n$ ) pelo volume de cada tanque  $V_t$ , teremos.

$$t_r = \frac{nV_t}{q}$$

Como queremos utilizar o volume em litros e  $1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ L}$ , bem como o tempo em minutos e  $1 \text{ s} = (1/60)\text{min}$ , a equação acima fica:

$$t_r = \frac{1.000nV_t}{60q}$$

Assim, utilizaremos o volume em metros cúbicos e a vazão em litro por segundo, na fórmula acima, para obter o tempo de retenção em minutos. Como o volume do paralelepípedo é dado pelo produto da altura, comprimento e largura, podemos escrever o volume de cada tanque como  $V_t = a.b.c$ , e simplificando a fração  $1.000/60$ , chega-se então ao tempo de retenção dado em função de  $V_T = n.a.b.c$ , e da vazão  $q$ :

$$t_r = \frac{50.(n.a.b.c)}{3q}$$

A solução numérica será:

$$t_r = \frac{50.16.3.42.0.96.0.88}{3.50} \simeq 15,41 \text{ min}$$

## Orientações para realização de atividades

Nesta seção, os estudantes devem encontrar soluções para os problemas levantados nos itens anteriores. As soluções devem, preferencialmente, conter aplicações de geometria, como por exemplo o cálculo do volume de reservatórios, apresentado em Oliveira (2023).

Nesta etapa o professor deve pedir que os alunos apresentem seus resultados e estratégias utilizadas na resolução, seja com apresentação em datashow, maquetes, relatórios etc.

Com o aumento da população, das atividades econômicas e do consumo desordenado de energia, cada vez mais novas usinas hidrelétricas precisam ser construídas. 90% da energia que consumimos no Brasil provém dessa fonte. Esse fato provoca sérios impactos ambientais. É o que veremos agora por meio de vídeos: Impactos Ambientais da Hidrelétrica de Tucuruí (PA).

Disponível em: [▶ Impactos Ambientais da Hidrelétrica de Tucuruí \(PA\)](#)

Impactos Ambientais causados por construção de hidrelétricas.

Disponível em:

[▶ Impactos Ambientais causados por construção de hidrelétricas](#)

Você já deve ter ouvido falar sobre “apagão”. Também tem conhecimento de que todo o ano na maior parte do Brasil adota-se o “horário de verão” como medida para economizar energia. Proponho que você realize uma pesquisa sobre isso, utilizando o Laboratório de Informática do seu colégio e debata com seus colegas.

Uma sugestão de atividade é propor aos estudantes responderem os seguintes questionamentos, a partir de uma pesquisa:

- **Quais as consequências do consumo exagerado de energia para o meio ambiente?**
- **Como calcular o consumo dos aparelhos elétricos que tenho em casa?**
- **Quanto se paga pela energia consumida na residência?**

## Orientações para avaliação

Professor(a), a avaliação deve focar no protagonismo do aluno, demonstrado através da apresentação de seus resultados. É importante que tenha utilizado fontes confiáveis em um trabalho que apresente uma solução ou sensibilize para um problema da comunidade local ou cidade, com sugestões de melhorias.

Para envolver os estudantes em atividades de modelagem matemática dos processos de Estação de Tratamento de Água (ETA), considere as seguintes sugestões:

- a) **Simulações computacionais:** Utilize softwares de simulação para modelar matematicamente os diferentes estágios de uma ETA. Os estudantes podem ajustar parâmetros e observar como as mudanças afetam a eficiência do tratamento.
- b) **Modelo de taxa de filtração:** Crie um modelo matemático para representar a taxa de filtração em um sistema de tratamento. Os alunos podem explorar como variáveis, como tamanho do filtro, taxa de fluxo e tipo de mídia filtrante afetam a eficiência.
- c) **Equações de mistura e dosagem de produtos químicos:** Desenvolva modelos que descrevam a dosagem de produtos químicos, como coagulantes e desinfetantes, para otimizar a eficiência do tratamento. Isso envolverá equações relacionadas à concentração e ao tempo de reação.
- d) **Dinâmica de tanques de sedimentação:** Explore a dinâmica dos tanques de sedimentação por meio de modelos matemáticos que considerem a taxa de sedimentação, a geometria do tanque e a densidade dos sólidos.
- e) **Modelo de distribuição de água:** Desenvolva um modelo que represente a distribuição de água tratada na rede. Os alunos podem considerar a topologia da rede, a demanda de água e as perdas de carga ao longo do sistema.

- f) **Otimização do Processo:** Desafie os alunos a criar modelos de otimização para maximizar a eficiência do tratamento, minimizando custos operacionais, consumo de energia ou uso de produtos químicos.
- g) **Análise de séries temporais:** Utilize dados históricos de qualidade da água para criar modelos de séries temporais. Os alunos podem analisar padrões sazonais, identificar anomalias e prever tendências.
- h) **Projeto de melhoria:** Peça aos estudantes para desenvolverem modelos que representem propostas de melhorias em um sistema de tratamento específico. Eles podem avaliar o impacto potencial dessas melhorias por meio da modelagem.

Essas atividades não apenas envolvem os estudantes em processos práticos de modelagem matemática, mas também promovem a compreensão profunda dos conceitos subjacentes aos processos de tratamento de água em uma ETA.

## 6. Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**, 2018. Disponível em: [EDUCAÇÃO É A BASE](#). Acesso em 30 nov. 2023.

CORSAN. **Superintendência de tratamento**. Curso Básico de Tratamento de água. I - Sistema de captação e adução. [Porto Alegre] 2012.

OLIVEIRA, L. de. **Modelagem matemática no tratamento e distribuição de água**. Proposta para o ensino de Matemática. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria-RS. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/10937>. Acesso em: 23 Nov. 2023.

ONU, 2018. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: [Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável](#). Acesso em: 30 nov. 2023.

PERNAMBUCO, 2021. **Portfólio da Trilha: Possibilidades em rede e Humanização dos espaços**. Disponível em: [Trilha: Possibilidades em rede e Humanização dos espaços](#). Acesso em 30 nov. 2023.

PERNAMBUCO, 2023. **Logística das Distribuições de Rede**. Disponível em: <https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/08/Logistica-da-Distribuicao-de-Redes.pdf>. Acesso em 08 jan. 2023

SABESP, 2023. **Tratamento de água**. Disponível em: [Tratamento de água](#). Acesso em: 28 nov. 2023.

TORTOLA, Emerson. **Modelagem Matemática no ensino e aprendizagem de função afim: uma abordagem no Ensino Médio por meio de uma sequência de atividades envolvendo a fatura de energia elétrica**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em matemática)-Faculdade de Ciências e Letras de Campo Mourão. Campo Mourão. 2010.