



# Ecologia

do solo e a contextualização  
dos conceitos de ácido, base e  
equilíbrio químico

ADRIANA PAULA DE OLIVEIRA FRANCO  
MARIUCE CAMPOS DE MORAES



**UFMT**



Programa de Pós-Graduação em  
**Ensino de Ciências Naturais**

Universidade Federal de Mato-Grosso



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

**ECOLOGIA DO SOLO E A CONTEXTUALIZAÇÃO DOS  
CONCEITOS DE ÁCIDO, BASE E EQUILÍBRIO QUÍMICO**

ADRIANA PAULA DE OLIVEIRA FRANCO  
MARIUCE CAMPOS DE MORAES

2020

FRANCO, Adriana Paula de O.; MORAES, Mariuce Campos. **Ecologia do solo e a contextualização dos conceitos de ácido, base e equilíbrio químico**. Produto educacional. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais, UFMT, Cuiabá, MT: 2020.

Palavras-chaves: Ecologia do solo; Educação ambiental, Ensino de Química; Ácido, base e Equilíbrio químico; Sistemas complexos.

UFMT – PPGECON, 2020.

PROJETO GRÁFICO/CAPA: Fiama Bamberg

DIAGRAMAÇÃO: Fiama Bamberg

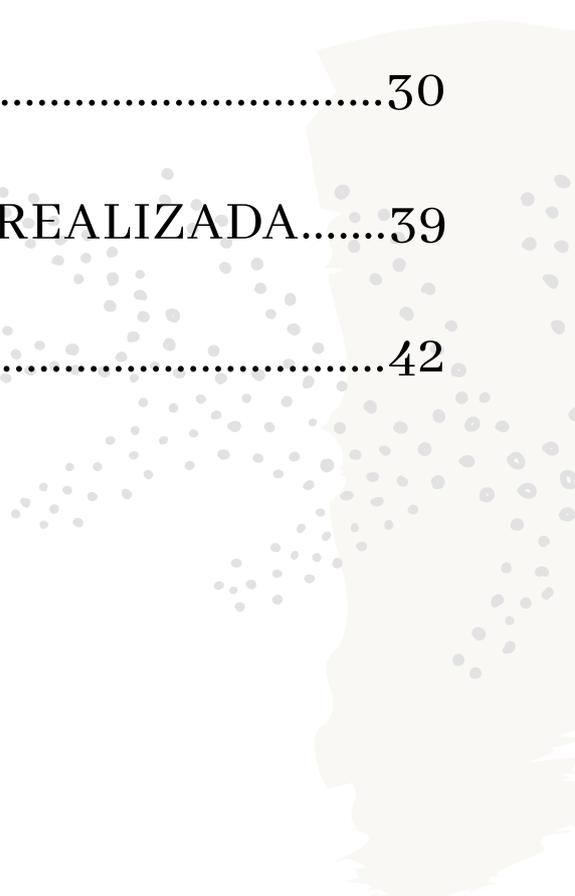
# RESERVADO

# FICHA CATALOGRÁFICA



# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	6
INTRODUÇÃO.....	7
1ª ETAPA: ESTUDO DA REALIDADE.....	8
2ª ETAPA: ÁCIDO, BASE.....	16
3ª ETAPA: FERTILIDADE DO SOLO.....	23
4ª ETAPA: EQUILÍBRIO QUÍMICO.....	30
5ª ETAPA: AVALIAÇÃO DA PRÁTICA REALIZADA.....	39
BIBLIOGRAFIA.....	42





## APRESENTAÇÃO

Caro professor(a)

A presente sequência didática traz como temática a Ecologia do solo para contextualizar os conceitos químicos de ácido, base e equilíbrio químico. Esta sequência é um produto educacional, produção científica, desenvolvido para ser utilizada por professores no âmbito do ensino de Ciências Naturais da educação básica, especialmente no Ensino de Química.

A proposta pedagógica se configura pela metodologia problematizadora tendo com tema gerador Ecologia, em uma perspectiva da Educação Ambiental, no qual passou pelos três momentos pedagógicos:

- 1) Estudo da Realidade;**
- 2) Organização do Conhecimento e;**
- 3) Aplicação do Conhecimento.**

Foi pensado a partir da linha de pesquisa Ensino de Química: Estudo de processos de ensino-aprendizagem envolvendo conceitos científicos da área de ciências naturais, do Programa de Pós- graduação em Ensino de Ciências Naturais denominada (PPGECN/UFMT).

No primeiro momento os estudantes são convidados a refletirem sobre os conceitos que possuem sobre Ecologia, sustentabilidade e educação ambiental com questões problematizadora. No segundo momento do estudo os conceitos científicos em química são explanados com a abertura para o diálogo. No terceiro momento os estudantes expõem a sua reflexão sobre as questões sociais dialogados.

Esta sequência não é uma receita de “bolo”, que deve ser seguida a risca, são dicas de como se utilizar de uma temática para contextualizar conceitos químicos. A temática, pretende, ser executada em dez aulas, com atividades que abarcam os conteúdos de ácido, base e equilíbrio químico em questões socioculturais e científicas com intuito de formar cidadãos consciente de suas atitudes frente ao ambiente em que vive. Todos os planejamentos são referentes às aulas duplas, cujo tempo previsto são de aproximadamente duas horas.

O produto educacional pode ser encontrado no site do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais (<http://fisica.ufmt.br/pgecn/>) e na plataforma EduCAPES (<https://educapes.capes.gov.br/>). Sua reprodução é livre, pode ser alterada, adaptada e/ou reestruturada à sua realidade escolar sendo importante citar a fonte.

**BOA AULA!!!!**

As autoras.

## INTRODUÇÃO

A sequência didática foi produzida a partir da concepção problematizadora de Paulo Freire, roteirizada pelo processo educativo que, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) consiste em três momentos educativos distintos, sendo: problematização inicial, organização dos conhecimentos e aplicação do conhecimento. Sendo a problematização inicial apresentação de questões ou situações reais que os estudantes conhecem e são desafiados a expor o que pensam, proporcionando distanciamento, do aluno e seu conhecimento, fazendo com que perceba que conhecimentos ainda não dominam. A organização do conhecimento é o momento em que os conhecimentos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são estudados. E, a aplicação do conhecimento o momento que se destina a abordar, sistematicamente, o conhecimento incorporado pelo aluno tanto na situação inicial quanto em outras que possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

O processo educativo apresenta metodologia de investigação temática, por isso, a temática Ecologia do Solo, em uma educação problematizadora que Freire defende. A educação problematizadora insere os estudantes como seres no mundo e com o mundo, neste contexto sentem-se desafiados. Captam o desafio como problema em suas conexões com os outros e a compreensão resultante torna-o crítico (Freire, 1987, p. 70). Como Freire (1981, p. 35) afirma “os seres humanos são seres históricos, inseridos no tempo, se movem no mundo, capazes de optar, de decidir, de valorar”, que aprendem uns com os outros, mediado pelo mundo. Os homens “criam a história e se fazem seres históricos-sociais” (Freire, 1987, p. 92). Sendo assim, a presente sequência utilizar-se-á uma pedagogia relacional.

Na pedagogia relacional a aprendizagem está em função da comunicação e do desenvolvimento (Gimeno Sacristán; Pérez Gómez, 2007, p. 40). A pedagogia relacional apresenta caráter construtivista, pois tudo que o aluno construiu até hoje serve de patamar para continuar a construir (Becker, 2012) seu conhecimento. Segundo Becker (2012, p. 21) o “professor sabe que há duas condições necessárias para que algum conhecimento novo seja construído: (1) que o estudante aja (assimilação) sobre o material que o professor presume ser cognitivamente interessante, ou melhor, significativo ou desafiador para o estudante; (2) que o estudante responda para si mesmo (acomodação), sozinho ou em grupo, às perturbações provocadas pela assimilação do material, ou que se aproprie, em um segundo momento, não mais do material, mas dos mecanismos íntimos de suas ações sobre esse material”.

A sequência didática foi elaborada segundo Zabala (1998) que a define como uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Pretende-se trabalhar os conteúdos **conceituais** - conceitos e princípios que os estudantes precisam aprender e conhecer; **procedimentais** - conjunto de ações ordenadas e dirigidas a realização de um objetivo; e **atitudinais** - englobam uma série de conteúdos que agrupam valores, atitudes e normas.





# 1ª ETAPA

## ESTUDO DA REALIDADE

### IDENTIFICAÇÃO:

Ensino Médio.

### AULA:

2/10

### OBJETIVO GERAL:

Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação a Ecologia.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Levantar explicações sobre agroecologia, ecologia do solo, fertilidade do solo, ácido, base, equilíbrio químico;
- Identificar os fatores que promovem uma agricultura sustentável;
- Explorar concepções sobre as responsabilidades na antropização da natureza.

#### COMPETÊNCIA BNCC

**EM13CNT2** - Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

**EM13CNT3**-Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

#### HABILIDADES BNCC

**EM13CNT203** - Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

**EM13CNT206** - Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

**EM13CNT301** - Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

**EM13CNT303** - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

## HABILIDADES BNCC

**EM13CNT304** - Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (produção de alimentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

**EM13CNT305** - Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.

**EM13CNT306** - Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.

**EM13CNT307** - Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.

**EM13CNT310** - Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

### CONTEÚDOS:

- Ecologia;
- Agroecologia;
- Solo;
- Degradação ambiental.

### METODOLOGIA:

Apresentação de vídeo, aproximadamente 5 min. Coletar informações sobre o vídeo, em um diálogo, com questões problematizadoras:

- O que chamou sua atenção no vídeo?
- Observa-se no vídeo vários “ambientes”, quais características os tornam diferentes?
- A natureza está ligada a sobrevivência humana? Em qual sentido?
- De que forma o ambiente interfere em sua vida?
- Se eliminarmos toda a vegetação do planeta nós, os seres humanos seremos afetados?
- Quais as consequências para o ser humano se o ambiente for explorado, com desmatamento e queimadas, sem planejamento?
- Como as queimadas afetam o solo?
- Tem como, o ser humano, “ajudar” a natureza no processo de produção de alimentos? Como?



Dividir o quadro em três partes, anotar na primeira parte as considerações levantadas pelos estudantes. Direcionar o diálogo de modo a levar os alunos perceberem que seu conhecimento sobre o assunto precisa ser aprofundado. **Tempo previsto de 25 min.**

Em seguida, a turma pode ser dividida em cinco grupos (A, B, C, D e E) cada grupo recebe um texto e questões para direcionar a leitura.

GRUPO	QUESTÕES
Grupo A Agroecologia: Enfoque científico e estratégico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analisar sobre os motivos da Agroecologia apresentar caráter multidisciplinar.</li><li>• Avaliar como a agroecologia pode ajudar nossa comunidade a obter uma agricultura sustentável.</li></ul>



<p><b>Grupo B</b> A conservação do Cerrado brasileiro</p>	• Características do solo do Cerrado brasileiro.
	• Principais degradação que sofre esse “hotspots”.
	• Como conciliar uso da terra com conservação no Cerrado.
<p><b>Grupo C</b> Fluxos de matéria e energia no reservatório solo da origem à importância para a vida (parte 1)</p>	• Como acontece a formação do solo;
	• Composição do solo e importância de cada fase.
<p><b>Grupo D</b> Marcos históricos da definição de ecologia</p>	• Qual interpretação mais adequada para ecologia.
	• Dar um exemplo de uma relação ecológica.
<p><b>Grupo E</b> Ecologia e o desafio do uso multifuncional do solo</p>	• Dar um exemplo de uma relação ecológica.
	• Comentar sobre a complexidade ecológica.
	• Analisar por que a ecologia do solo lida com sistema complexo.

#### RECURSOS DIDÁTICOS:

Vídeo e textos.

#### SUGESTÃO DE ATIVIDADE:

Debate dinâmico (atividade de diálogo de ideias após a leitura e interpretação dos textos pelo grupo). Tempo previsto: 20 min de leitura e 55 min. Anotar, no quadro, a essência das considerações do grupo. Ao final, questionar:

- Agroecologia e ecologia do solo apresentam o mesmo significado.
- O ser humano, com suas ações, impacta o ambiente.
- Como você se vê frente a natureza.
- O mundo seria mundo sem o ser humano.

#### AVALIAÇÃO:

O grupo deverá entregar um mapa mental sobre os temas abordados na aula: Ecologia, Agroecologia, Solo, Degradação ambiental.



Observação: A terceira parte do quadro deverá ser usado para explicar como se faz um mapa mental. Advertir aos grupos que é uma construção coletiva, todos os membros do grupo precisam contribuir.

Tempo previsto de 20 min.

CRONOGRAMA	TEMPO PREVISTO (MINUTOS)
Codificação – Vídeo	25
Decodificação – diálogo	

CRONOGRAMA	TEMPO PREVISTO (MINUTOS)
Leitura de texto	20
Diálogo sobre os textos	55
Construção do mapa mental	20
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>120</b>

#### ENCAMINHAR PARA A PRÓXIMA AULA:

- Leitura de texto: Fluxos de matéria e energia no reservatório solo: da origem à importância para a vida – parte 2, que aborda: Características físico-químicas dos solos, Fertilidade do solo, Produtividade do solo e lei do mínimo, Manejo do solo e atividades antrópicas;
- Pesquisar alguns termos que surgirão no diálogo. Sugestão: Teoria da Panarquia, Sistemas complexos, Ecossistema nativo, Espécie exótica.

! Os textos aqui dispostos não estão na íntegra. Faz-se necessário buscá-los na fonte.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – TEXTOS DOS ESTUDANTES:

CAPORAL, Francisco R.; COSTABEBER, José A. Agroecologia. Enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.2, abr/jun, 2002. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3\\_n2/revista\\_agroecologia\\_ano3\\_num2\\_parte04\\_opiniao.pdf](http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n2/revista_agroecologia_ano3_num2_parte04_opiniao.pdf)>. Acesso em 04/06/2020.

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**. Brasília, v. 1, nº 1, jul 2005. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Texto\\_Adicional\\_ConservacaoID-xNOKMLsupY.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Texto_Adicional_ConservacaoID-xNOKMLsupY.pdf)> Acesso em 04/06/2020.

LAVELLE, Patrick. Ecology and the challenge of a multifunctional use of soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 8, p. 803-810, agos. 2009. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2009000800003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2009000800003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 30/06/2019.

ROSA, André H.; ROCHA, Julio C. **Fluxos de matéria e energia no reservatório solo: da origem à importância para a vida**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, nº 5, nov 2003.

ODUM, Eugene P. **Ecologia**. 3ª ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

TOWNSEND, Colin R.; BEGON, Michael; HARPER, John L. **Fundamentos em Ecologia**. Tradução Leandro da Silva Duarte, 3 ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.

Texto: **Marcos Históricos da definição de ecologia**. Texto extraído e adaptado de: Townsend; Begon; Harper (2010); Odum (1988). disponível em: [profadrianapfranco.blogspot.com](http://profadrianapfranco.blogspot.com)

#### REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES PARA O PROFESSOR:

CAPORAL, Francisco R.; COSTABEBER, José A. Análise multidimensional da sustentabilidade – uma proposta metodológica a partir da agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, jul/set, 2002. Disponível em: <[https://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3\\_n3/revista11\\_artigo3.pdf](https://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n3/revista11_artigo3.pdf)>. Acesso em 04/06/2020.

GONÇALVES, Thamyres S. O estado da arte em ecologia do solo. **Holos Environment**. Rio Claro, v. 19, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/9206/8232>>. Acesso em 04/06/2020.

### AGROECOLOGIA. ENFOQUE CIENTÍFICO E ESTRATÉGICO

Francisco Roberto Caporal e José Antônio Costabeber

A Agroecologia tem sido reafirmada como uma ciência ou disciplina científica, ou seja, um campo de conhecimento de caráter multidisciplinar que apresenta uma série de princípios, conceitos e metodologias que nos permitem estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas. Os agroecossistemas são considerados como unidades fundamentais para o estudo e planejamento das intervenções humanas em prol do desenvolvimento rural sustentável. São nestas unidades geográficas e socioculturais que ocorrem os ciclos minerais, as transformações energéticas, os processos biológicos e as relações sócioeconômicas, constituindo o lócus onde se pode buscar uma análise sistêmica e holística do conjunto destas relações e transformações. Sob o ponto de vista da pesquisa Agroecológica, os primeiros objetivos não são a maximização da produção de uma atividade particular, mas sim a otimização do equilíbrio do agroecossistema como um todo, o que significa a necessidade de uma maior ênfase no conhecimento, na análise e na interpretação das complexas relações existentes entre as pessoas, os cultivos, o solo, a água e os animais.

Em essência, o Enfoque Agroecológico corresponde à aplicação de conceitos e princípios da Ecologia, da Agronomia, da Sociologia, da Antropologia, da ciência da Comunicação, da Economia Ecológica e de tantas outras áreas do conhecimento, no redesenho e no manejo de agroecossistemas que queremos que sejam mais sustentáveis através do tempo. Se trata de uma orientação cujas pretensões e contribuições vão mais além de aspectos meramente tecnológicos ou agronômicos da produção agropecuária, incorporando dimensões mais amplas e complexas que incluem tanto variáveis econômicas, sociais e ecológicas, como variáveis culturais, políticas e éticas.

O Enfoque Agroecológico traz consigo as ferramentas teóricas e metodológicas que nos auxiliam a considerar, de forma holística e sistêmica, as seis dimensões da sustentabilidade, ou seja: a Ecológica, a Econômica, a Social, a Cultural, a Política e a Ética.

Texto extraído de um artigo de opinião: CAPORAL, Francisco R.; COSTABEBER, José A. Agroecologia. Enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n. 2, abr/jun, 2002. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3\\_n2/revista\\_agroecologia\\_ano3\\_num2\\_parte04\\_opiniao.pdf](http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n2/revista_agroecologia_ano3_num2_parte04_opiniao.pdf)>. Acesso em 04/06/2020.

### A CONSERVAÇÃO DO CERRADO BRASILEIRO

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B

O Cerrado é um dos 'hotspots' para a conservação da biodiversidade mundial. Nos últimos 35 anos mais da metade dos seus 2 milhões de km<sup>2</sup> originais foram cultivados com pastagens plantadas e culturas anuais. O Cerrado possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo (>7.000 espécies), com alto nível de endemismo. A riqueza de espécies de aves, peixes, répteis, anfíbios e insetos é igualmente grande, embora a riqueza de mamíferos seja relativamente pequena.

As taxas de desmatamento no Cerrado têm sido historicamente superiores às da floresta Amazônica e o esforço de conservação do bioma é muito inferior ao da Amazônia: apenas 2,2% da área do Cerrado se encontra legalmente protegida. Diversas espécies animais e vegetais estão ameaçadas de extinção e estima-se que 20% das espécies ameaçadas ou endêmicas não ocorram nas áreas legalmente protegidas. As principais ameaças à biodiversidade do Cerrado são a erosão dos solos, a degradação dos diversos tipos de vegetação presentes no bioma e a invasão biológica causada por gramíneas de origem africana.

O uso do fogo para a abertura de áreas virgens e para estimular o rebrotamento das pastagens também é prejudicial, embora o Cerrado seja um ecossistema adaptado ao fogo. Estudos experimentais na escala ecossistêmica e modelos de simulação ecológica demonstraram que mudanças na cobertura vegetal alteram a hidrologia e afetam a dinâmica e os estoques de carbono no ecossistema. A agricultura no Cerrado é lucrativa e sua expansão deve continuar em ritmo acelerado.

A demanda por melhorias da infraestrutura para baratear os custos de transporte da safra agrícola, deverá impactar tanto o Cerrado quanto a floresta Amazônica. Devido à grande extensão das modificações ambientais já ocorridas e à ameaça às numerosas espécies renovou-se o interesse dos governos, das ONGs, da academia e mesmo do setor privado na busca da conservação do Cerrado, particularmente por meio do fortalecimento e ampliação do sistema de áreas protegidas e da criação de parcerias com o setor produtivo.

Texto (resumo) extraído do artigo científico: KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**. Brasília, v. 1, nº 1, jul 2005. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Texto\\_Adicional\\_ConservacaoID-xNOKMLsupY.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Texto_Adicional_ConservacaoID-xNOKMLsupY.pdf)> Acesso em 04/06/2020.

### **FLUXOS DE MATÉRIA E ENERGIA NO RESERVATÓRIO SOLO: DA ORIGEM À IMPORTÂNCIA PARA A VIDA**

André Henrique Rosa e Julio Cesar Rocha

O referido texto foi dividido em dois arquivos.

A parte 1 aborda: Origem e a formação da litosfera, Composição dos solos e Classificação do solo.

Este trabalho apresenta aspectos importantes da litosfera como origem e formação, composição, classificação, propriedades físico-químicas, fertilidade, manejo e degradação decorrentes de ações antrópicas. Traz uma abordagem diferenciada, contextualizando fenômenos ambientais que ocorrem no solo, utilizando conceitos de contínuos fluxos de matéria e energia entre os demais reservatórios – hidrosfera e atmosfera. Apresenta aspectos da ciência do solo, sempre com uma visão global do ponto de vista ambiental.

€ litosfera, solo, química do solo, manejo, ações antrópicas €

*“... pois a chuva voltando pra terra traz  
coisas do ar...”* Raul Seixas / Paulo Coelho

Texto extraído do Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola: ROSA, André H.; ROCHA, Julio C. **Fluxos de matéria e energia no reservatório solo: da origem à importância para a vida**. nº 5, nov 2003.



**Sugestão:** Com este texto pode ser usado para abordar os elementos químicos e tabela periódica.

## MARCOS HISTÓRICOS DA DEFINIÇÃO DE ECOLOGIA

Townsend; Begon; Harper (2010); Odum (1988)

A ecologia (originalmente em alemão: Öko - logie) foi definida pela primeira vez em 1866 por Ernst Haeckel, um entusiasta e influente discípulo de Charles Darwin. Segundo ele, a ecologia era “a ciência capaz de compreender a relação do organismo com o seu ambiente”. O espírito dessa definição é muito claro em uma primeira discussão de subdisciplinas biológicas por Burdon-Sanderson (1893), em que ecologia é “a ciência que se ocupa das relações externas de plantas e animais entre si e com as condições passadas e presentes de suas existências”, por comparação com a fisiologia (relações internas) e a morfologia (estrutura).

Para muitos, tais definições têm resistido ao teste do tempo. Assim, Ricklefs (1973), em seu livro-texto, define ecologia como “o estudo do ambiente natural, particularmente as relações entre organismos e suas adjacências”.

Nos anos seguintes a Haeckel, a ecologia vegetal e a ecologia animal começaram a ser tratadas separadamente. Em obras influentes, a ecologia foi definida como “aquelas relações de plantas, com seu entorno e entre elas, que dependem diretamente de diferenças de habitats entre plantas” (Tansley, 1904), ou como a ciência “principalmente relacionada com o que pode ser chamado de sociologia e economia de animais, e não com a estrutura e outras adaptações que eles apresentam” (Elton, 1927).

Contudo, há muito tempo botânicos e zoólogos concordam que têm um caminho comum e que suas diferenças precisam ser harmonizadas. Ideia defendida, também, por Odum (1988) devido a raiz das palavras “ecologia” que deriva do grego oikos, com o sentido de “casa”, e logos, que significa “estudo” e a palavra “economia” também deriva da raiz grega oikos e nomia que significa “manejo, gerenciamento”, a economia traduz-se como “o manejo da casa”, conseqüentemente, a ecologia e a economia deveriam ser disciplinas companheiras.

No entanto, existe algo vago sobre muitas definições de ecologia que parecem sugerir que ela consiste em todos aqueles aspectos da biologia que não são nem fisiologia nem morfologia. Por conseqüência, em busca de algo mais focado, Andrewartha (1961) definiu ecologia como “o estudo científico da distribuição e abundância de organismos”, e Krebs (1972) lamenta que o papel central das “relações” tenha sido perdido, modificando-o para “o estudo científico das interações que determinam a distribuição e abundância de organismos”, esclarecendo que a ecologia estava preocupada com questões como “onde os organismos são encontrados, quantos ocorrem em determinado local e por quê”.

Assim, a ecologia pode ser mais bem definida como: **O estudo científico da distribuição e abundância de organismos e das interações que determinam a distribuição e abundância.**

Texto extraído e adaptado de: Townsend; Begon; Harper (2010); Odum (1988).

Texto disponível no blog: [profadrianapfranco.blogspot.com](http://profadrianapfranco.blogspot.com).

## ECOLOGIA E O DESAFIO DO USO MULTIFUNCIONAL DO SOLO

LAVELLE, Patrick

A zoologia e a ecologia do solo cobrem um campo de pesquisa científica de rápido crescimento, desde a biologia básica e seus desenvolvimentos moleculares, através de ecologia e ciências ambientais, e a questão ainda ardente da dinâmica e das funções da biodiversidade e das

ameaças aos serviços ecossistêmicos.

[...] A ciência do solo e a ecologia do solo, em particular, lidam com sistemas complexos, nos quais as interações biológicas são altamente restringidas por vários fatores ambientais. Nos solos, a competição pela captura de recursos, por muito tempo, é uma questão na ecologia convencional (na verdade, em grande parte dominada por estudos acima do solo de vertebrados, insetos e plantas) é apenas uma dessas restrições, provavelmente não o principal. Pensa-se que o mutualismo seja uma forma amplamente difundida de interação entre organismos do solo no uso de recursos geralmente de baixa qualidade. As limitações físicas do ambiente, como a movimentação em um ambiente compacto e as condições de umidade frequentemente e rapidamente variáveis, impõem grandes restrições aos organismos do solo. Portanto, a engenharia de ecossistemas que ajuda a se adaptar a essas restrições é um processo importante, pelo qual os engenheiros de ecossistemas criam condições adequadas para a existência de outros grupos, geralmente baseados em relações mutualistas.

[...] A construção progressiva de estruturas biogênicas por engenheiros do ecossistema do solo acaba modificando formas de húmus e a função do solo.

[...] Os solos são a base para a produção de importantes serviços ecossistêmicos, muitos deles experimentando um processo de degradação.

[...] Os precursores da ciência do solo mostraram que a formação e a função do solo dependem da interação de quatro elementos fundamentais: substrato geológico, clima, organismos e tempo. A maioria dos estudos e teorias desenvolvidas durante o século XX descrevem processos e interações com base nesse paradigma. [...] A necessidade urgente de promover abordagens holística (integrada) de manejo do solo, que representam o melhor compromisso com a conservação de recursos e produção sustentável de bens e serviços ambientais, requer uma estrutura conceitual que seja ao mesmo tempo mais detalhado [...]: um modelo de função do solo que leva simultaneamente em conta organismos, estruturas e processos físicos do solo e suas interações no espaço e no tempo. Esse modelo permitiria avaliar a integridade do solo e a determinar as consequências das intervenções externas ou mudanças nos solos: um modelo de gestão de recursos que integra solos, meio ambiente, sociedades humanas e sistemas econômicos. Consideraria os melhores compromissos entre a entrega de bens e serviços diversos, e as necessidades e situações dos campos social e econômico.

[...] Função geral do solo e modelos conceituais de pedogênese baseados na teoria da auto-organização foram recentemente propostos. O solo é constituído por unidades funcionais organizadas em escalas discretas, com limites dentro dos quais os organismos interagem e constroem estruturas que influenciam as taxas e caminhos dos processos. Esses sistemas auto-organizados (SOS) estão em um estado metaestável, porque sua existência depende das atividades biológicas. Um exemplo simples de tal sistema é a rizosfera, onde as raízes interagem com uma comunidade de microrganismos e invertebrados que foram selecionados por meio de efeitos de engenharia do ecossistema; as rizosferas têm limites claros, dentro dos quais as interações entre organismos criam estruturas (agregados formados pelas raízes) e melhoram a aptidão de todos os participantes (captação de nutrientes das plantas através de interações com micorrizas e microrganismos fixadores de N; ativação e seleção de microrganismos rizoplanos por exsudação radicular). As rizosferas existem enquanto a raiz existir; são, portanto, estruturas metaestáveis.

[...] Esses sistemas da rizosfera que interagem com as driloesferas de minhocas ou termitoesferas de cupins, formando um conjunto de sistemas embarcados. [...] A teoria da Panarquia pressupõe que os sistemas ecológicos, bem como os sistemas sociais e econômicos, tenham estruturas, baseadas em sistemas auto-organizados, incorporados entre si por uma hierarquia de escalas temporais e espaciais.

Texto extraído e traduzido do artigo científico: LAVELLE, Patrick. *Ecology and the challenge of a multifunctional use of soil*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 8, p. 803-810, agos. 2009. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2009000800003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2009000800003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 30/06/2019.



## 2ª ETAPA

# ÁCIDO, BASE

### IDENTIFICAÇÃO:

Ensino Médio.

### AULA:

4/10

### OBJETIVO GERAL:

Compreender ácido e base.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Compreender os conceitos de ácido e bases.

#### COMPETÊNCIA BNCC

EM13CNT1 - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

EM13CNT2 - Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

#### HABILIDADES BNCC

EM13CNT101 - Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais;

EM13CNT104 - Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos;

EM13CNT105 - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

EM13CNT203 - Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

EM13CNT205 - Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

EM13CNT206 - Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

### CONTEÚDOS:

- Ácido, base de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis.

### METODOLOGIA:

- Iniciar a aula com uma dinâmica: teia da vida. Após a dinâmica dialogar com os participantes sobre a interdependência de todos os elementos com o ambiente. Tempo previsto: 20 min.
- Reportar o vídeo apresentado na primeira aula sobre a plantação e dialogar relacionando-o com a leitura: Fluxos de matéria e energia no reservatório solo: da origem à importância para a vida. Tempo previsto: 10 min.
- Instigar os estudantes sobre o conceito de ácido de Bronsted e Lowry abordado no texto e em uma aula dialogada expor os conceitos de ácido, base de Arrhenius, Bronsted/Lowry e Lewis. Tempo previsto: 60 min.

### RECURSOS DIDÁTICOS:

Dinâmica, aula dialogada e textos base sobre ácido, base.

### SUGESTÃO DE ATIVIDADE:

Exercícios de aprendizagem sobre ácido e base. Tempo previsto: 30 min.

### AVALIAÇÃO:

Os estudantes serão avaliados pela participação nas conversas sobre o assunto trabalhado e pelos exercícios.

CRONOGRAMA	TEMPO PREVISTO (MINUTOS)
Dinâmica: Teia da vida	20
Discussão da leitura	10
Aula dialogada sobre ácido, base	60
Exercícios de aprendizagem	30
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>120</b>

## DINÂMICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL A TEIA DA VIDA

**Objetivo:** Trabalhar conceitos básicos de ecologia e demonstrar a interdependência entre os diversos elementos de um ecossistema.

### Materiais necessários:

- Cartões de papel suficiente para todos os participantes;
- Rolo de barbante

**Método:** Escrever nos cartões um elemento do ecossistema (em destaque no texto a seguir) e distribuir os cartões aos participantes. Pedir que os participantes formem um círculo, de pé.



Contar uma história que inclua todos os elementos dos cartões, passando o rolo de barbante para cada pessoa quando seu elemento é mencionado.

**História:** “Era uma vez um VALE onde nasceu uma ÁRVORE DE IPÊ muito alta. Logo, alguns PÁSSAROS fizeram um NINHO nesta árvore. Esses pássaros se alimentam do DETRITO das FOLHAS que caíam daquela árvore. As folhas eram decompostas por BACTÉRIAS e FUNGOS, virando HÚMUS, que servia de alimento para MINHOCAS. Quando a ÁGUA da CHUVA caía, aquele SOLO, que continha CASCALHO, ajudava a filtrá-la para que chegasse limpa ao LENÇOL FREÁTICO. As RAÍZES da mesma árvore e das árvores vizinhas, como o INGÁ, o BARU, o BURITI, ajudavam a segurar o solo e evitar que ele deslizesse para o LAGO próximo, onde havia PEIXES que também se alimentavam dos FRUTOS do ingá. Os PESCADORES da COMUNIDADE vizinha pescavam aqueles peixes para se alimentar.

Quando iam pescar, eram picados por vários INSETOS, como a MUTUCA, a PORVINHA, os quais eram apreciados pelos SAPOS do local, cujos GIRINOS serviam de alimento para as TRAÍRAS que viviam ali. Um dia, porém, uma madeireira resolveu tirar aquela ÁRVORES DE IPÊ dali...” (sair puxando a árvore).

**Outro final:** Um dia, uma empresa de pavimentação asfáltica, resolveu tirar Cascalho dali...

Dinâmica extraída e adaptada de: <https://ciencias6ao9anocg.blogspot.com/2013/06/dinamica-de-educacao-ambiental-teia-da.html>. Acesso em 25/07/2020.



Lembrar sempre, ao final, de retirar um dos elementos por meio de algum impacto ambiental.

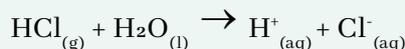
### TEXTO PARA TRABALHAR ÁCIDO, BASE

Townsend; Begon; Harper (2010); Odum (1988)

Segundo Campo e Silva (1999, p. 18) os livros didáticos trazem um indigesto coquetel de conceitos descosidos e contraditórios sobre as funções químicas inorgânicas. Ao conceituar as substâncias precisa-se estabelecer critérios comportamentais. Pois o comportamento das espécies químicas é sempre relativo a outra espécie com que a interação é estabelecida. Há sais que são ácidos, há óxidos que são bases, há óxidos que são sais ou mesmo ácidos que são bases (Campo; Silva, 1999, p. 19).

O intuito deste texto é esclarece sobre as contradições que são apontadas. Para tal, traremos a visão de Campos e Silva (1999) imbricados com os conceitos apresentados por Zumdahl e DeCoste (2015). As substâncias ácidas, base são conceituadas devido a noção de relatividade no comportamento das espécies químicas: comportamento ácido e comportamento básico. Campos e Silva (1999) faz uma tessitura harmoniosa entre ácido e base de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis, pois afirma que são diferentes em abrangência e significado, guardam entre si certa articulação. Começaremos pela espécie química ácido.

Ácido de Arrhenius são espécies que, ao reagirem com a água, produzem como íon positivo apenas  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Espécies químicas como  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ao entrar em contato com a água, quebra essas moléculas gerando íons.



Mas, não há prótons  $\text{H}^+$  livres, esses minúsculos íons coordenam-se a um dos orbitais saturados da água, gerando íons  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Isto é, ionizam uma molécula de água. A molécula de água ionizada, chama-se hidroxônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Então,



Arrhenius descobriu que as soluções aquosas que exibem o comportamento básico sempre produzindo íons hidróxido ( $\text{OH}^-$ ). A partir do enunciado dos conceitos de ácido e base de Arrhenius vamos relacioná-lo com os conceitos de Bronsted-Lowry e Lewis.

- **Bronsted:** ácido espécies químicas que possui tendência de perder ou doar um próton, ou seja, doadores de prótons ( $\text{H}^+$ ), e uma base é um receptor de prótons
- **Lewis:** ácido são espécies químicas receptores de pares de elétrons para formar uma ligação coordenada, e, base doador de pares de elétrons para estabelecimento de ligação coordenada.

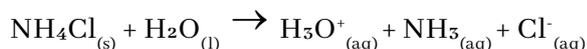
Esses autores estabelece o conceito ácido-base relativo ao solvente. Segundo esse critério, ácido é aquela espécie que, adicionada ao solvente, provoca aumento na concentração de seu ácido conjugado e base é aquela espécie que, adicionada ao solvente, provoca aumento na concentração de sua base conjugada (Campos; Silva, 1999).

Observe, as reações abaixo:

a) Dissolução em água do cloreto de hidrogênio gasoso:



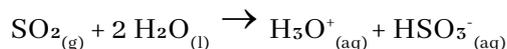
b) Dissolução em água de cloreto de amônio sólido:



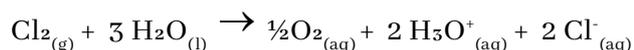
c) Hidrólise dos sais de alumínio, usada no tratamento de água bruta:

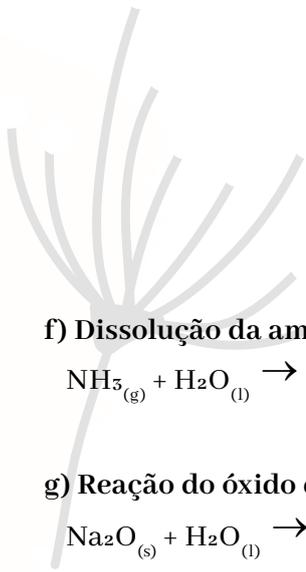


d) Reação da chuva com gases da queima do enxofre, gerando chuva ácida:

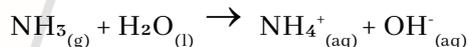


e) Geração de oxigênio, ao qual se atribui o enfraquecimento das roupas deixadas em contato prolongado com soluções de cloro:

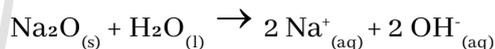




**f) Dissolução da amônia:**



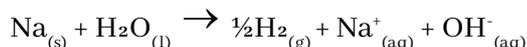
**g) Reação do óxido de sódio com água:**



**h) Dissolução do cianeto de potássio:**



**i) A vigorosa reação do sódio em água:**



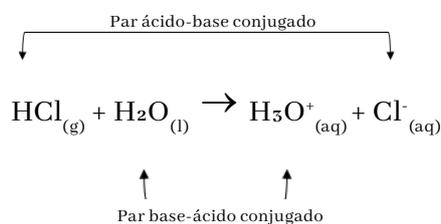
Todas as reações com a água que produzem como íon positivo apenas hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) são ácidos de Arrhenius e as que produzem íon negativo hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) são bases de Arrhenius.

Quais dessas reações são doadores (ácido) ou receptores (base) de prótons (Bronsted-Lowry)?

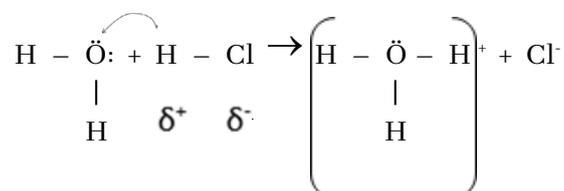
Analisemos apenas uma das reações, a reação de dissolução em água do cloreto de hidrogênio gasoso:



Nessa reação que ocorre quando um ácido é dissolvido em água pode ser mais bem representado como um ácido doando um próton a uma molécula de água para formar um novo ácido (o ácido conjugado) e uma nova base (a base conjugada). Um par ácido-base conjugado consiste em duas substâncias relacionadas entre si pela doação e recepção de um único próton.

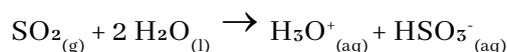


O HCl é o ácido que perde o íon  $\text{H}^+$  para formar  $\text{Cl}^-$ , sua base conjugada. Por outro lado,  $\text{H}_2\text{O}$  (comportando-se como base) ganha um íon  $\text{H}^+$  para formar  $\text{H}_3\text{O}^+$  (o ácido conjugado).

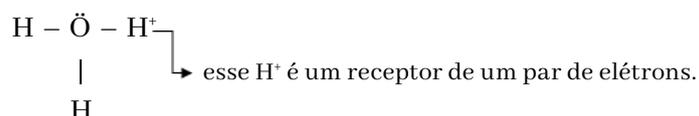


Observe que um íon  $H^+$  é transferido da molécula de  $HCl$  para a molécula de água para formar  $H_3O^+$ , que é chamado de íon hidrônio.

Qual reação podemos analisar sobre ácido e base de Lewis? Analisemos a reação da chuva com gases da queima do enxofre, gerando chuva ácida:

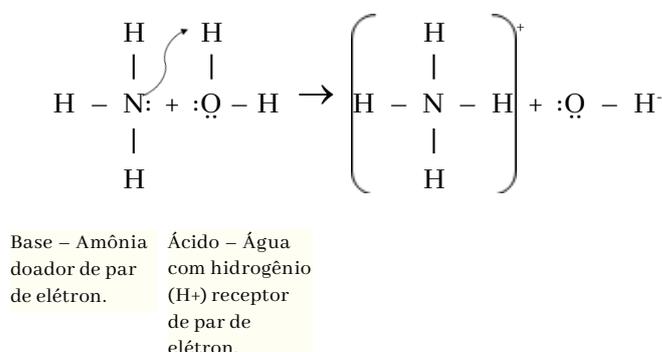


A espécie química receptora de par de elétrons é o  $H_3O^+$ , portanto, ácido de Lewis.



E o  $O_2^-$  do  $SO_2$  são os doadores de pares de elétrons para estabelecimento de ligação coordenada, portanto, base de Lewis.

Outro exemplo, a dissolução da amônia:



Um ácido de Lewis é um aceitador de par de elétrons, neste caso apenas o  $H^+$ . Uma base de Lewis é um doador de par de elétrons, a amônia. Um próton atua como um ácido de Lewis que se liga a um par isolado de elétrons fornecido por uma base de Lewis.



## EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DE APRENDIZAGEM

- Escreva a reação geral para um ácido agindo na água. Qual é a base nesse caso? O ácido conjugado? A base conjugada?
- Considere duas soluções separadas: uma contendo um ácido fraco,  $HA$ , e outra contendo  $HCl$ . Suponha que você comece com 10 moléculas de cada:
  - Desenhe uma figura em nível molecular de como cada solução deve parecer.
  - Arranje os itens a seguir da base mais forte para a mais fraca:  $Cl^-$ ,  $H_2O$ ,  $A^-$ . Explique.
- Explique o motivo de  $Cl^-$  não afetar o pH de uma solução aquosa?
- Escreva uma equação mostrando como  $HCl(g)$  se comporta como um ácido de Arrhenius quando dissolvidos em água. Escreva uma equação mostrando com  $NaOH(s)$  se comporta como uma base de Arrhenius quando dissolvido em água.



5) De acordo com o modelo de Bronsted-Lowry, um ácido é um “doador de próton” e uma base é um “receptor de próton”. Explique.

6) Você precisa encontrar a concentração de  $H^+$  em uma solução de  $NaOH_{(aq)}$ . Como o hidróxido de sódio é uma base forte, podemos dizer que não há nenhum  $H^+$ , pois ter  $H^+$  implicaria que a solução é ácida?

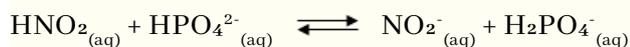
7) De acordo com Arrhenius, \_\_\_\_\_ produz íons hidrogênio em solução aquosa, enquanto \_\_\_\_\_ produz íons hidróxido.

8) Considere a equação:  $HA_{(aq)} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$

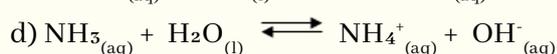
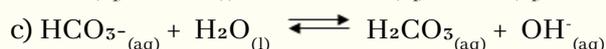
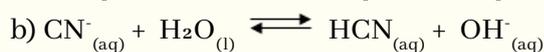
a) Se a água é uma base melhor que  $A^-$ , em que sentido teremos equilíbrio?

b) Se a água é uma base melhor que  $A^-$ , isso significa que o HA é um ácido forte ou fraco?

9) Identifique que espécies (não necessariamente explícitas) são ácidos de Lewis e que espécies são bases de Lewis nos reagentes e produtos do equilíbrio na seguinte reação:



10) Em cada uma das equações químicas a seguir, identifique os pares de ácido-base conjugados.



#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Tradutor: Félix José Nonnenmacher, Revisão técnica: Ricardo Bicca de Alencastro [recurso eletrônico], 7 ed., Porto Alegre: Bookman, 2008.

CAMPO, Reinaldo C. de; SILVA, Reinaldo C. **Funções da química inorgânica... funcionam?** Química Nova na Escola, nº 9, mai 1999.

MAHAN, Bruce M.; MYERS, Rollie J. **Química – Um curso universitário**. Coordenador Henrique Eisi Toma, tradutores Koiti Araki, Denise de Oliveira Silva, Flávio Massao Matsumoto, São Paulo: Blucher, 1995.

ZUMDAHL, Steven S.; DeCoste, Donald J. **Introdução à química – Fundamentos**. Tradução Noveritis do Brasil, revisão técnica Robson Mendes Matos, 8 ed., São Paulo: Cengage Learning, 2015.

# 3ª ETAPA

## FERTILIDADE DO SOLO

### IDENTIFICAÇÃO:

Ensino Médio.

### AULA:

6/10

### OBJETIVO GERAL:

Compreender a fertilidade do solo.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar o pH de amostras de solo colhidas na escola;
- Verificar alternativas para correção do pH do solo.

#### COMPETÊNCIA BNCC

**EM13CNT3** - Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

#### HABILIDADES BNCC

**EM13CNT301** - Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

**EM13CNT302** - Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

**EM13CNT303** - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

**EM13CNT304** - Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (produção de alimentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

**EM13CNT306** - Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.

**EM13CNT307** - Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.

**EM13CNT310** - Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

**CONTEÚDOS:**

- Fertilidade do solo.

**METODOLOGIA:**

Aula com atividade investigativa. Será formado duas turmas. Enquanto uma turma estiver no laboratório realizando a atividade investigativa a outra estará na sala de aula respondendo exercícios de aprendizagem sobre ácido, base e fertilidade do solo. Depois inverter. A turma do laboratório vem para sala responder aos exercícios, a da sala vai para laboratório realizar a investigação. Tempo previsto de 120 min.

**RECURSOS DIDÁTICOS:**

Roteiro e atividades impressas.

**SUGESTÃO DE ATIVIDADE:**

Exercícios de aprendizagem sobre ácido, base e fertilidade do solo.

**AVALIAÇÃO:**

Os estudantes serão avaliados pela participação na aula prática e resolução dos exercícios.

CRONOGRAMA	TEMPO PREVISTO (MINUTOS)
Experimento investigativo	60
Exercícios de aprendizagem	60
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>120</b>

**EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DE APRENDIZAGEM SOBRE O SOLO**

1) O texto: “Fluxos de matéria e energia no reservatório solo: da origem à importância para a vida” traz informações sobre o solo e sua dinâmica. Os solos possuem três fases – sólida, líquida e gasosa – cujas proporções relativas variam de solo para solo e, num mesmo solo, com as condições climáticas, a presença de plantas e manejo. Baseado neste texto, comente sobre essas três fases do solo.

O texto a seguir apresenta informações que ajudará a responder as questões 2 e 3:

A fertilidade do solo ajuda o produtor a investir menos com insumos em produção de alimentos. Um dos fatores da fertilidade é a acidez ou alcalinidade do solo. O solo ácido prejudica o crescimento de alguns vegetais (soja, feijão, trigo) e diminui a ação de microrganismos, bem como a absorção dos nutrientes presentes no solo. Solos alcalinos, também, podem ser prejudiciais ao crescimento das plantas. Por isso, conhecer o pH do solo nos ajuda a corrigi-lo para o que melhor se adequa a uma dada cultura. A acidez do solo, pH baixo, resulta em liberação no solo, de nitrato

e hidrogênio.

O hidrogênio atua sobre os minerais liberando íons alumínio ( $Al^{3+}$ ). Aumentando a quantidade de  $Al^{3+}$  em solução aumenta com a acidez do solo. O efeito da toxidez nas plantas por alumínio é notável no sistema radicular, tornando as raízes menores e com espessura maior, mais grossas do que o normal, que resulta em menor produtividade, diminuindo sua capacidade quantitativa de absorção de água e de elementos químicos essenciais ao seu desenvolvimento (Saldanha et al, 2016).

A água na natureza é que proporciona a nutrição da planta e é denominada de solução do solo. É por meio da solução do solo que as raízes das plantas absorvem a maioria dos nutrientes. Os elementos químicos que as plantas necessitam são: Carbono (C), Hidrogênio (H), Oxigênio (O), Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Cloro (Cl) e Molibdênio (Mo) (Saldanha et al, 2016). Com exceção do carbono, hidrogênio e oxigênio, os demais nutrientes são classificados em macronutrientes (encontrados em maiores concentrações nos tecidos vegetais) e micronutrientes (encontrados em quantidades menores nos tecidos vegetais).

2) Observe a tabela abaixo da função dos nutrientes nas plantas:

TABELA 1 - FUNÇÃO DOS NUTRIENTES PARA AS PLANTAS		
CLASSIFICAÇÃO	NUTRIENTE	FUNÇÃO
Macronutrientes primários	Nitrogênio (N)	Composto base das proteínas vegetais, está presente nas moléculas da clorofila, participa na síntese de vitaminas, enzimas e hormônios.
	Fósforo (P)	Faz parte da molécula de ATP para os processos energéticos da planta, tal como a fotossíntese, a floração e a formação da semente.
	Potássio (K)	Regula a perda de água pela folha, através de transporte ativo (que utiliza energia), regula a abertura dos estômatos pela turgidez das células-guardas.
Macronutrientes secundários	Cálcio (Ca)	Atua no crescimento e desenvolvimento da planta, atuando também, no atraso do amadurecimento do fruto, altera a resposta ao geotropismo, aumenta o volume celular, aguda na fixação de nitrogênio pela bactéria <i>Rhizobium</i> nas leguminosas, aumenta a absorção e transporte de outros nutrientes pela planta.
	Magnésio (Mg)	Participa da constituição da molécula de clorofila (que possui coloração verde).
	Enxofre (S)	Faz parte de alguns aminoácidos contidos nas proteínas, nutriente-chave para o cultivo e é essencial para a produção de cloroplastos.
Micronutrientes	Ferro (Fe)	Age como catalisador, participa na formação da clorofila, desempenha a função de carregador do oxigênio, importante para a síntese proteica, na respiração da planta e na transferência de energia.



TABELA 1 - FUNÇÃO DOS NUTRIENTES PARA AS PLANTAS

CLASSIFICAÇÃO	NUTRIENTE	FUNÇÃO
Micronutrientes	Manganês (Mn)	Atua na produção de clorofila e participa do metabolismo energético e previne algumas doenças.
	Zinco (Zn)	Atua na síntese de enzimas e hormônios (como do crescimento), influencia a permeabilidade da membrana celular e na frutificação.
Micronutrientes	Cobre (Cu)	Participa de inúmeros processos na planta: fotossíntese, respiração, redução e fixação de nitrogênio, distribuição de carboidratos e possui influência na permeabilidade da água dos vasos condutores de seiva bruta (xilema).
	Boro (B)	Atua na divisão celular, na produção de algumas enzimas e no transporte de açúcar através de membranas, faz parte da germinação do grão de pólen, no crescimento do tubo polínico, no desenvolvimento das raízes e na síntese de ácidos nucléicos.
	Cloro (Cl)	Regula o potencial osmótico da célula, sua hidratação e turgescência, participa da fotólise da água na fotossíntese.
	Molibdênio (Mo)	Participa na produção de aminoácidos pela planta, na síntese e funcionamento da redutase do nitrato.

Fonte: Construído a partir de Saldanha et al (2016).

Baseado na tabela das funções do micro e macronutrientes, faça uma tabela separando quais nutrientes são necessários em cada etapa do desenvolvimento da planta.

3) Os solos brasileiros são naturalmente ácidos. Em uma área onde não foi realizada correção da acidez, três cultivares de feijão (A, B e C) foram plantados.

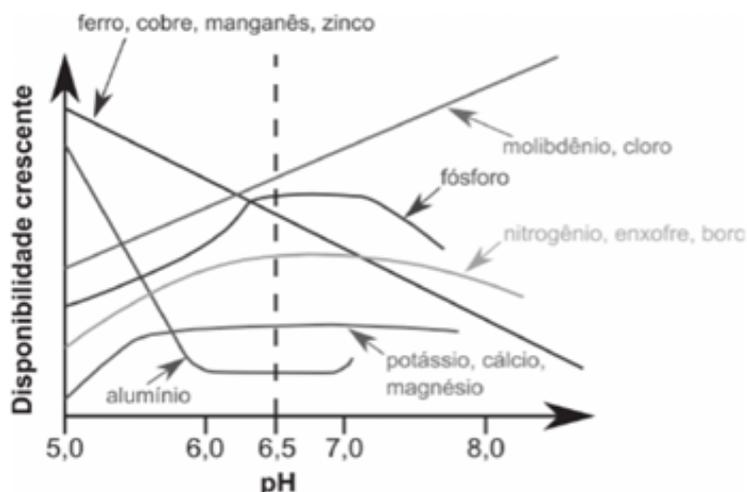


Figura 1: Disponibilidade de nutrientes em função de pH. Fonte: Retirado de Saldanha et al (2016).

A cultivar A apresentou falhas na germinação, as plantas da cultivar B germinaram, porém logo tombaram durante o crescimento inicial e a cultivar C obteve bom crescimento inicial, mas com tombamento antes de iniciar o ciclo reprodutivo.

Diante do exposto e com auxílio da figura 1, pergunta-se: Quais são os nutrientes que predominam em condição ácida? Estes são elementos considerados essenciais para o crescimento inicial? Há possibilidade de ter ocorrido toxidez? Porque as três cultivares não

apresentaram o mesmo comportamento.

4) Para diagnosticar deficiências e toxidez por nutrientes nas plantas envolve vários métodos divididos, de acordo com sua natureza, em químicos e biológicos. Para obter melhores resultados, com maior precisão, faz-se necessário uma combinação de métodos. A combinação comumente mais utilizada para avaliar a fertilidade do solo envolve: diagnose visual (método biológico), diagnose foliar (método biológico e químico) e a análise de solo (método químico) (Costa, 2005). A tabela 2 apresenta as descrições gerais de sintomas de deficiência e excesso de micro e macronutrientes para uma diagnose visual.

TABELA 2: SINTOMAS VISUAIS CAUSADOS NAS PLANTAS DEVIDO À DEFICIÊNCIA OU EXCESSO DE MICRO E MACRONUTRIENTES		
CLASSIFICAÇÃO	NUTRIENTE	FUNÇÃO
Macronutrientes primários	Nitrogênio (N)	<b>Deficiência</b> • Amarelecimento inicial de folhas velhas, formação de ângulo agudo entre caule e folhas, dormência de gemas laterais, redução no perfilhamento, senescência precoce, folhas de menor tamanho. <b>Excesso</b> • Pode reduzir a frutificação.
	Fósforo (P)	<b>Deficiência</b> • Amarelecimento inicial de folhas velhas, pouco brilho nas folhas, folhas com coloração verde-azulada ou com manchas pardas, ângulo foliares mais estreitos, menor perfilhamento, gemas laterais dormentes, número reduzido de frutos e sementes, atraso no florescimento. <b>Excesso</b> • Não reconhecidos diretamente. O excesso pode levar à deficiência de micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn).
	Potássio (K)	<b>Deficiência</b> • Clorose, seguida por necrose das margens e pontas inicialmente das folhas mais velhas, encurtamento dos internódios em plantas anuais, redução na dominância apical, redução no tamanho de frutos (citrus), indução da deficiência de ferro. <b>Excesso</b> • Deficiência induzida de magnésio
Macronutrientes secundários	Cálcio (Ca)	<b>Deficiência</b> • Amarelecimento de uma região limitada da margem das folhas mais novas, crescimento não uniforme da folha, murchamento e morte das gemas terminais, dormência das gemas laterais, deformação de tubérculos acompanhada de desintegração interna, manchas necróticas internervais, murchamento das folhas e colapso do pecíolo, excesso de mucilagem nas extremidades de raízes, engrossamento de pêlos radiculares, interrupção do crescimento apical radicular, redução da frutificação ou produção de frutos anormais (podridões), baixa produção de sementes (cereais), redução da nodulação em leguminosas. <b>Excesso</b> • Não conhecidos. Pode causar deficiência de cálcio e magnésio.
	Magnésio (Mg)	<b>Deficiência</b> • Clorose foliar iniciando-se e sendo mais severa em folhas mais velhas, clorose internerval que pode ser seguida por necrose (cafeeiro) ou seguida pelo desenvolvimento de cor alaranjada, avermelhada (algodoeiro) ou roxa. <b>Excesso</b> • Não identificados. Possível deficiência de potássio e cálcio.

TABELA 2: SINTOMAS VISUAIS CAUSADOS NAS PLANTAS DEVIDO À DEFICIÊNCIA OU EXCESSO DE MICRO E MACRONUTRIENTES

CLASSIFICAÇÃO	NUTRIENTE	FUNÇÃO
Macronutrientes secundários	Enxofre (S)	<p><b>Deficiência</b>• Clorose das folhas mais novas, desenvolvimento de coloração adicional (laranja, avermelhado ou arroxeadado) em determinadas espécies, formação de folhas pequenas, necrose e desfolhamento, enrolamento da margem das folhas, internódios curtos, redução no florescimento, redução na nodulação de leguminosas.</p> <p><b>Excesso</b>• Clorose internerval em algumas espécies.</p>
Micronutrientes	Ferro (Fe)	<p><b>Deficiência</b>• Clorose das folhas novas (reticulado fino), redução no crescimento e frutificação.</p> <p><b>Excesso</b>• Manchas cloróticas nas folhas.</p>
	Manganês (Mn)	<p><b>Deficiência</b>• Clorose das folhas novas (reticulado grosso), manchas pequenas e necróticas nas folhas, anomalia no formato das folhas.</p> <p><b>Excesso</b>• Deficiência induzida de ferro, manchas necróticas ao longo do tecido condutor, encarquilhamento de folhas largas, menor nodulação em leguminosas.</p>
Micronutrientes	Zinco (Zn)	<p><b>Deficiência</b>• Redução no comprimento dos internódios com a formação de “tufos” na região apical de plantas perenes ou formação de plantas anãs em culturas anuais, formação de folhas novas pequenas, estreitas e alongadas, redução na produção de sementes.</p> <p><b>Excesso</b>• Indução da deficiência de ferro.</p>
	Cobre (Cu)	<p><b>Deficiência</b>• Folhas inicialmente com coloração verde-escura localizadas em “ramos aquosos” vigorosos (laranjeira) que posteriormente tornam-se cloróticas (nas extremidades), encurvamento de folhas e nervuras tornando-se salientes (cafeiro), ausência de perfilhamento e topo caído (cana-de-açúcar), formação de gemas múltiplas.</p> <p><b>Excesso</b>• Manchas aquosas e necróticas nas folhas, desfolhamento precoce (cafeiro), redução no crescimento, redução na ramificação (cafeiro).</p>
Micronutrientes	Boro (B)	<p><b>Deficiência</b>• Redução no tamanho das folhas que se tornam irregulares, grossas, quebradiças, com nervuras suberificadas e salientes; folhas com coloração avermelhada, morte do meristema apical (cafeiro), regeneração a partir de gemas axilares resultando na formação de galhos em leque (cafeiro), aspecto arbustivo (pinheiro), rachadura no caule (tomateiro, eucalipto), escurecimento e engrossamento de raízes que posteriormente tornam-se necróticas e ramificadas, menor florescimento, formação de frutos deformados, com lesões e cortiça na casca, má polinização.</p> <p><b>Excesso</b>• Clorose reticulada (cafeiro), queima da extremidade das folhas.</p>

TABELA 2: SINTOMAS VISUAIS CAUSADOS NAS PLANTAS DEVIDO À DEFICIÊNCIA OU EXCESSO DE MICRO E MACRONUTRIENTES		
CLASSIFICAÇÃO	NUTRIENTE	FUNÇÃO
Micronutrientes	Cloro (Cl)	<b>Deficiência</b> • Redução no tamanho de folhas, murchamento dos folíolos apicais de folhas velhas (tomateiro), clorose, bronzeamento, necrose, supressão da frutificação, encurtamento de raízes que se tornam menos ramificadas. <b>Excesso</b> • Folhas necrosadas (pontas e margens), amareladas e queda de folhas.
	Molibdênio (Mo)	<b>Deficiência</b> • Clorose geral, manchas amarelo-esverdeadas ou alaranjadas seguidas por necrose em folhas mais velhas, murcha das margens e encurvamento do limbo foliar para cima (tomateiro) ou para baixo (cafeiro). <b>Excesso</b> • Ocorrência de glóbulos amarelados no ápice da planta (tomateiro).
Elemento não essencial (tóxico)	Alumínio (Al)	<b>Excesso</b> • Redução do crescimento radicular, formação de raízes grossas e pouco ramificadas, folhas manifestando sintomas de deficiência de fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

Fonte: Adaptado de Malavolta et al (1997) apud Costa (2005).

Você, em um final de semana, foi visitar seu tio no sítio “Estância Lujamara”. E, você observou no laranjal plantado as folhas estavam sem brilho e o amarelecimento de bordas de folhas velhas, que resultaram na redução do tamanho das folhas e galhos desfolhados. Compare esses sintomas com a tabela e avalie o que está acontecendo com o laranjal, levando em conta que não há incidência de pragas.

5) Em uma lavoura de soja são observados em área total os seguintes sintomas visuais em folhas velhas: clorose generalizada e uniforme; cor verde-azulada com amarelecimento das margens; clorose e necrose das pontas e margens. Sabendo-se que essas são características de deficiências nutricionais, à qual nutriente esses sintomas estão relacionados?

6) Em uma diagnose foliar em lavoura de milho, constatou-se toxidez por alumínio (Al). Quais seriam os sintomas visuais dessa toxidez?

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANTUNES, Márjore; ADAMATTI, Daniela S.; PACHECO, Maria A. R.; GIOVANELA, Marcelo. **pH do solo**• Determinação com indicadores Ácido-base no Ensino Médio. Química Nova na Escola, vol 31, nº 4, nov 2009.

COSTA, M. C. G. **Avaliação da Fertilidade do solo**. Boa Vista: Embrapa Roraima, p. 32, 2005.

GEPEQ. **Experiências sobre solos**. Química Nova na Escola, nº 8, nov 1998.

SALDANHA, Carolina B.; EMRICH, Eduardo B.; NEGRÃO, Elaine N. M.; CASTIONI, Guilherme A. F. **Ciência do solo**• fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional, 2016.



# 4ª ETAPA

## EQUILÍBRIO QUÍMICO

### IDENTIFICAÇÃO:

Ensino Médio.

### AULA:

8/10

### OBJETIVO GERAL:

Compreender equilíbrio químico.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Compreender os conceitos de equilíbrio químico.

#### COMPETÊNCIA BNCC

**EM13CNT1** - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

**EM13CNT2** - Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

#### HABILIDADES BNCC

**EM13CNT101** - Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais;

**EM13CNT104** - Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos;

**EM13CNT105** - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

**EM13CNT203** - Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

**EM13CNT205** - Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

**EM13CNT206** - Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta

**CONTEÚDOS:**

- Equilíbrio químico;
- Princípio de Le Chatelier.

**METODOLOGIA:**

- Aula iniciará com um experimento demonstrativo sobre equilíbrio químico. Tempo previsto de 30 min.
- A partir da prática, a aula seguirá de maneira dialogada, os estudantes deverão fazer referências aos textos já lidos que falam sobre o equilíbrio no ambiente e aos sistemas complexos. Tempo previsto de 60 min.

**RECURSOS DIDÁTICOS:**

Roteiro e atividades impressas.

**SUGESTÃO DE ATIVIDADE:**

Exercícios de aprendizagem sobre equilíbrio químico. Tempo previsto de 30 min.

**AVALIAÇÃO:**

Os estudantes serão avaliados pela participação na aula dialogada e resolução dos exercícios.

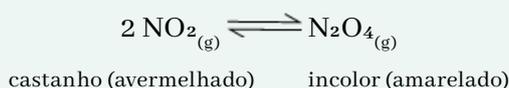
CRONOGRAMA	TEMPO PREVISTO (MINUTOS)
Experimento demonstrativo	25 / 30
Discussão da leitura	10
Aula dialogada sobre ácido, base e equilíbrio químico	20
Exercícios de aprendizagem	55
Tempo total	20
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>120</b>

**TEXTO BASE PARA EQUILÍBRIO QUÍMICO**

Townsend; Begon; Harper (2010); Odum (1988)

As reações químicas, assim como mudança de estado físico, são reversíveis, em sistema fechado. Os sistemas fechados permitem que haja equilíbrio entre reagentes e produtos.

Em uma mudança de estado físico em um sistema fechado é possível observar alguns fenômenos. Por exemplo: ao colocar um Becker com água ou um copo transparente debaixo de uma redoma de vidro pode-se evidenciar esses fenômenos. Sabe-se que a água evapora, na temperatura ambiente devido a pressão – quando a pressão de vapor se iguala a pressão atmosférica. Então, na medida em que a água no Becker evapora (diminuição do volume), vapores de água tomam conta de todo o sistema, esses vapores se acumula e aumenta a pressão de vapor do sistema. E, começa o processo de condensação, evidenciado pelo embaçamento da redoma. Tanto a vaporização quanto a condensação estão acontecendo. Esses dois fenômenos estão ocorrendo ao mesmo tempo e na mesma velocidade, por isso, o nível de água não continuou diminuindo, então o sistema está em equilíbrio, em estado de equilíbrio. Assim, como a experiência demonstrativa em que a reação envolve o seguinte equilíbrio:

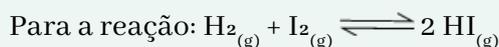


Os equilíbrios químicos apresentam quatro características. A primeira é ser dinâmica – trata-se de uma situação permanente mantida pela igualdade das velocidades de duas reações químicas opostas. A segunda é que os sistemas tendem a atingir um estado de equilíbrio espontaneamente. A terceira é que a natureza e as propriedades do estado de equilíbrio são iguais, não importa a direção a partir da qual ele é atingido – reversibilidade do sistema. E a quarta é que o estado de equilíbrio representa um meio-termo entre duas tendências opostas: a propensão das moléculas de assumir o estado de energia mínima e o ímpeto em direção a um estado de entropia máxima – natureza termodinâmica do estado de equilíbrio.

Todos os equilíbrios químicos são equilíbrios dinâmicos. Os equilíbrios dinâmicos são equilíbrios ativos, no sentido de reagirem a mudança de temperatura, pressão e à adição ou remoção de uma quantidade de reagentes. Sendo assim, as reações químicas atingem um novo estado de equilíbrio dinâmico no qual a velocidade das reações, direta e inversa, é a mesma.

Constante de equilíbrio – com base em observações de muitas reações químicas, dois químicos noruegueses, Cato Guldberg e Peter Waage, descobriram a relação matemática que resume a composição de uma mistura de reação em equilíbrio.

Para caracterizar o estado de equilíbrio do sistema, indica-se a pressão parcial de equilíbrio dos compostos gasosos. Para estudar o estado de um sistema, precisa-se definir o quociente de reação (Q) e a constante de equilíbrio (K).



$$Q = \frac{P_{\text{HI}_2}}{P_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{I}_2}}$$



O quociente da reação (Q) poderá ter qualquer valor dependendo da mistura, mas depois que o equilíbrio é atingido, obtém-se apenas um único valor de Q.

A tabela 3 mostra os valores experimental obtidos para Q depois de atingir o equilíbrio a 698,6 K (temperatura em Kelvin). O valor obtido no equilíbrio dependa da temperatura, não das condições iniciais da reação.

TABELA 3: EQUILÍBRIO NA REAÇÃO DE  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$  E  $\text{HI}$  A TEMPERATURA DE 698,6 K  
PRESSÃO PARCIAL (ATM)

$\text{H}_2$	$\text{I}_2$	$\text{HI}$	$Q_{\text{eq}} = P_{\text{HI}_2}/P_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{I}_2}$
0,1645	0,09783	0,9447	55,46
0,2583	0,04229	0,7763	55,17

TABELA 3: EQUILÍBRIO NA REAÇÃO DE H<sub>2</sub>, I<sub>2</sub> E HI A TEMPERATURA DE 698,6 K  
PRESSÃO PARCIAL (ATM)

0,1274	0,1339	0,9658	54,68
0,1034	0,1794	1,0129	55,31
0,02703	0,02745	0,2024	55,21
0,06443	0,06540	0,4821	55,16

Fonte: Mahan; Myers (1995).



O valor de equilíbrio para Q tem um nome e um símbolo especial, chama-se constante de equilíbrio K.

**Constante de equilíbrio = K = Q**

Guldberg e Waage obtiveram o mesmo valor de K no equilíbrio para todas as composições iniciais da mistura de reação. Esse resultado evidencia que K é característico da composição da mistura de reação no equilíbrio, em uma dada temperatura. K é a constante de equilíbrio da reação. A lei da ação das massas resume esse resultado.

Então, para uma reação cuja forma geral é:  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ , temos quociente de reação Q e expressão da constante de equilíbrio K.

$$Q = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \quad \text{e} \quad K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

Sendo que os colchetes indicam a concentração de cada espécie existente no sistema. No caso dos gases, usa-se com frequência, a pressão parcial em vez de concentração. Nas reações interessa-nos apenas a equação sob condições de equilíbrio – a expressão da constante de equilíbrio K.

Na expressão da constante de equilíbrio as concentrações dos produtos da reação, cada um elevado a uma potência igual ao seu coeficiente estequiométrico da reação química, aparecem no numerador, e as concentrações dos reagentes, cada um elevado ao seu valor apropriado, aparecem no denominador.

Exemplos:

a) $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2 HI_{(g)}$	$K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$
b) $2 C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2 CO_{(g)}$	$K = \frac{[CO]^2}{[O_2]}$
c) $Cu_{2+ (aq)} + Zn_{(s)} \rightleftharpoons Cu_{(s)} + Zn_{2+ (aq)}$	$K = \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$

d) $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$	$K = [\text{CO}_2]$
e) $\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$	$K = \frac{1}{[\text{SO}_3]}$

Observa-se que reações de equilíbrio homogêneo – em que todos os reagentes e os produtos são gases, todos participam na expressão da constante de equilíbrio K (reação a). Mas em equilíbrio heterogêneo – que envolve mais de um estado físico, as concentrações dos sólidos e líquidos puros não se incluem na expressão da constante de equilíbrio (reações b, c, d, e). A concentração de um sólido ou líquido puro, em si mesmo, é uma constante, não sendo alterada pela reação química ou por adição ou remoção do sólido ou líquido.

### EFEITOS EXTERNOS SOBRE O EQUILÍBRIO – PRINCÍPIO DE LE CHÂTELIER:

Os equilíbrios químicos são dinâmicos e sensíveis a mudanças ou perturbações. Essas perturbações incluem a adição de solvente a uma solução, o aumento do volume de um gás, a adição de um produto ou reagente ao sistema, ou a variação de temperatura. Como resposta a uma perturbação, o sistema estabelecerá um novo conjunto de condições de equilíbrio.

A única maneira de determinar com exatidão como um equilíbrio irá responder às novas condições é utilizando os princípios da termodinâmica. Segundo um desses princípios, no equilíbrio o quociente de reação Q é igual à constante de equilíbrio K. Com as constantes de equilíbrio podemos determinar quantitativamente as novas condições para qualquer equilíbrio. Porém, há uma regra geral, denominada princípio de Le Châtelier, que é utilizada para analisar rapidamente o efeito das perturbações sobre os equilíbrios químicos. Esse princípio trata os equilíbrios químicos como se fossem equilíbrios mecânicos. Por esta razão, é mais uma regra do que um princípio, pois há circunstâncias em que, aparentemente, essa regra não leva ao resultado correto.

Segundo esse princípio, se um sistema em equilíbrio for submetido a uma perturbação ou tensão que altere qualquer um dos fatores que determinam o estado de equilíbrio, o sistema reagirá de modo a minimizar o efeito da perturbação. O princípio de Le Châtelier é muito útil no tratamento de equilíbrios químicos, pois permite prever rapidamente a resposta qualitativa de um sistema às mudanças de condições externas. A resposta de um sistema em equilíbrio após a adição ou remoção de uma substância pode ser explicada considerando-se as magnitudes relativas de Q e K. Quando são adicionados reagentes ou produtos, apenas Q varia, enquanto K, uma característica da reação, mantém-se constante. No equilíbrio,  $Q = K$  e, portanto, o valor de Q é afetado. Ele sempre tenderá a ser igual a K.

- Quando tivermos concentrações tais que  $Q = K$ , o sistema estará em equilíbrio;
- Se as concentrações forem tais que  $Q < K$ , os reagentes estão em excesso em relação aos valores do equilíbrio, e a reação prosseguirá até o equilíbrio, da esquerda para direita, formando produtos;
- Se as concentrações forem tais que  $Q > K$ , os produtos estão em excesso em relação aos seus

valores de equilíbrio, e a reação prosseguirá da direita para a esquerda, convertendo produtos em reagentes.

### O EFEITO DA ADIÇÃO OU REMOÇÃO DE REAGENTES E PRODUTOS (VARIAÇÃO NA CONCENTRAÇÃO)

O óxido nítrico, NO, é um intermediário na produção do ácido nítrico. Ele é produzido comercialmente mediante a oxidação controlada da amônia. Suponha que você precise aumentar a quantidade de NO produzida diariamente no equilíbrio  $4\text{NH}_3_{(g)} + 5\text{O}_2_{(g)} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ . Avalie o efeito sobre cada concentração em equilíbrio de:

- a) Remoção de NO
- b) Adição de  $\text{NH}_3$
- c) Adição de  $\text{H}_2\text{O}$

Considere como cada alteração afetará o valor de Q e que mudança é necessária para restabelecer o equilíbrio. Para esta reação  $4\text{NH}_3_{(g)} + 5\text{O}_2_{(g)} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)}$

$$Q = \frac{(\text{PNO})^4 (\text{PH}_2\text{O})^6}{(\text{PNH}_3)^4 (\text{PO}_2)^5}$$

- a) Remoção de NO (um produto) da mistura em equilíbrio reduz Q abaixo de K ( $Q < K$ ), logo a reação se ajusta enquanto uma quantidade adicional de produtos é formada à custa dos reagentes.
- b) Quando  $\text{NH}_3$  é adicionado ao sistema em equilíbrio, Q cai abaixo de K ( $Q < K$ ), e, novamente, o equilíbrio se ajusta e produtos são formados à custa dos reagentes.
- c) A adição de  $\text{H}_2\text{O}$  eleva Q acima de K ( $Q > K$ ), com formação de reagentes à custa dos produtos.

### A VARIAÇÃO DE VOLUME NUM RECIPIENTE QUE CONTÉM UM SISTEMA GASOSO EM EQUILÍBRIO (VARIAÇÃO NO VOLUME)

Uma variação no volume total altera as concentrações de todos os gases e, portanto, pode provocar um deslocamento do equilíbrio. O tetróxido de nitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ), é um combustível espacial preparado a partir da dimerização do dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ). Imagine que você é um engenheiro químico e você precisa saber se deve usar valores altos ou baixos de pressão na síntese do tetróxido de nitrogênio. Diga qual é o efeito da compressão sobre a reação:  $2\text{NO}_2_{(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4_{(g)}$  inicialmente em equilíbrio, ao comprimir o volume do recipiente por um fator de 2, por exemplo, o resultado imediato será a duplicação de todas as concentrações.

Se todas as concentrações forem dobradas, o numerador do quociente da concentração aumentará de um fator 2, enquanto o denominador aumentará de um fator 2 elevado ao quadrado, ou seja, 4. O quociente de reação será menor de K, portanto, deverá ocorrer uma reação que faz aumentar a concentração de  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

$$Q = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]^4}{[\text{NO}_2]^2} < K$$



Na reação direta, duas moléculas de  $\text{NO}_2$  se combinam para formar uma molécula de  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Logo, a compressão favorece a formação de  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

O oposto também é verdadeiro. Quando o volume do recipiente aumenta (redução da pressão), o sistema se desloca de modo a aumentar a pressão, produzindo o deslocamento do equilíbrio para os reagentes.

### O EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE O EQUILÍBRIO (VARIAÇÃO NA TEMPERATURA)

A constante de equilíbrio ( $K$ ) de uma reação depende da temperatura. Duas observações experimentais resumem esta dependência. Sabe-se que, para reações exotérmicas (com liberação de calor), quando a temperatura é aumentada a composição da mistura em equilíbrio é deslocada em favor dos reagentes ( $K$  diminui).

Do ponto de vista do princípio de Le Châtelier, um aumento da temperatura é uma tensão parcialmente atenuada pela ocorrência de uma reação efetiva que se desenvolve com absorção de calor pelo sistema. Então a reação  $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$   $\Delta H^\circ = -57,20 \text{ kJ/mol}$ , uma reação exotérmica (pois o  $\Delta H < 0$ ), o aumento da temperatura deve favorecer a formação de reagentes a partir dos produtos, direção da reação que absorve calor.

E, o oposto ocorre em reações endotérmicas (com absorção de calor,  $K$  aumenta). Exemplo:



O princípio de Le Châtelier prevê que, um aumento de temperatura favorecerá a formação de óxido nítrico (deslocamento do equilíbrio para os produtos), pois este processo é acompanhado de absorção de calor.



### EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DE APRENDIZAGEM

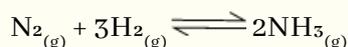
- 1) Como os químicos definem um estado de equilíbrio químico?
- 2) Ao escrever uma equação química para uma reação que atinge o equilíbrio, como vamos indicar simbolicamente que a reação é reversível?
- 3) O que significa dizer que um estado de equilíbrio químico ou físico é dinâmico?
- 4) Verifique as seguintes afirmações indicando as certas e as erradas. As que estiverem erradas, explique por quê.

- ( ) Uma reação para quando atinge o equilíbrio.
- ( ) Uma reação em equilíbrio não é afetada pelo aumento da concentração de produtos.
- ( ) Se a reação começa com maior pressão dos reagentes, a constante de equilíbrio será maior.
- ( ) Se a reação começa com concentrações maiores de reagentes, as concentrações de equilíbrio dos produtos serão maiores.
- ( ) Em uma reação de equilíbrio, a reação inversa só começa quando todos os reagentes tiverem sido convertidos em produtos.
- ( ) As concentrações de equilíbrio serão as mesmas se começarmos uma reação com os reagentes puros ou com os produtos puros.
- ( ) As velocidades das reações direta e inversa são iguais no equilíbrio.

5) Escreva a expressão de equilíbrio para cada uma das seguintes reações:

- a)  $C_2H_6(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons C_2H_5Cl(s) + HCl(g)$
- b)  $P_4(s) + 6 F_2(g) \rightleftharpoons 4 PF_5(g)$
- c)  $2 LiHCO_3(s) \rightleftharpoons Li_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$
- d)  $4 Al(s) + 3 O_2(g) \rightleftharpoons 2 Al_2O_3(s)$

6) A amônia, um produto químico industrial muito importante, é produzida pela combinação direta dos seguintes elementos, sob condições cuidadosamente controladas:



Suponha que em uma experiência a mistura da reação é analisada após o equilíbrio ser alcançado e, a uma determinada temperatura, encontra-se que  $[NH_3] = 0,34 \text{ mol/L}$ ,  $[H_2] = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  e  $[N_2] = 4,9 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ . Calcule o valor de K nessa temperatura.

7) Considere o equilíbrio  $SO_3(g) + NO(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + NO_2(g)$ . Avalie o efeito sobre o equilíbrio de:

- a) Adição de NO
- b) Adição de  $NO_2$
- c) Remoção de  $SO_2$

8) Considere a reação:  $2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g)$

Suponha que o sistema já esteja em equilíbrio e em seguida, um mol adicional de  $CO(g)$  é injetado no sistema a uma temperatura constante. A quantidade de  $CO_2(g)$  no sistema aumenta ou diminui? O valor de K para a reação muda?

9) Diga qual é o efeito da compressão sobre a composição de equilíbrio da reação:



10) Considere a reação geral:  $2A(g) + B(s) \rightleftharpoons C(g) + 3D(g)$   $\Delta H^\circ = 115 \text{ kJ/mol}$  que já chegou ao equilíbrio. Preveja se o equilíbrio se deslocará para a esquerda (reagentes), para a direita (produtos) ou não será afetado se as variações indicadas abaixo forem realizadas no sistema.

- a)  $B(s)$  é adicionado ao sistema.

- 
- b)  $C_{(g)}$  é removido do sistema à medida que se forma.
  - c) O volume do sistema é reduzido por um fator de 2.
  - d) A temperatura aumenta.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Tradutor: Félix José Nonnenmacher, Revisão técnica: Ricardo Bicca de Alencastro [recurso eletrônico], 7 ed., Porto Alegre: Bookman, 2008.

MAHAN, Bruce M.; MYERS, Rollie J. **Química – Um curso universitário**. Coordenador Henrique Eisi Toma, tradutores Koiti Araki, Denise de Oliveira Silva, Flávio Massao Matsumoto, São Paulo: Blucher, 1995.

MAIA, Daltamir J.; GAZOTTI, Wilson A.; CANELA, Maria C.; SIQUEIRA, Aline E. **Chuva ácida: um experimento par introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no ensino médio**. Química Nova na Escola, nº 21, mai 2005.

ZUMDAHL, Steven S.; DeCoste, Donald J. **Introdução à química – Fundamentos**. Tradução Noveritis do Brasil, revisão técnica Robson Mendes Matos, 8 ed., São Paulo: Cengage Learning, 2015.

# 5ª ETAPA

## AValiação da Prática Realizada

### IDENTIFICAÇÃO:

Ensino Médio.

### AULA:

10/10

### OBJETIVO GERAL:

Verificar a aplicabilidade do conhecimento científico.

#### COMPETÊNCIA BNCC

**EM13CNT1** - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

**EM13CNT2** - Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

**EM13CNT3** - Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

#### HABILIDADES BNCC

**EM13CNT101** - Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais;

**EM13CNT104** - Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos;

**EM13CNT105** - Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

**EM13CNT203** - Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

**EM13CNT205** - Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

**EM13CNT206** - Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta

**EM13CNT301** - Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.



HABILIDADES BNCC
EM13CNT302 - Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.
EM13CNT303 - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
EM13CNT304 - Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (produção de alimentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
EM13CNT306 - Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.
EM13CNT307 - Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.
EM13CNT310 - Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

**CONTEÚDOS:**

- Ecologia;
- Fertilidade do solo;
- Ácido, base;
- Equilíbrio químico.

**METODOLOGIA:**

Aplicação de atividade avaliativa.

**RECURSOS DIDÁTICOS:**

Roteiro e atividades impressas.

**AVALIAÇÃO:**

Atividade avaliativa escrita.



**ATIVIDADE AVALIATIVA**

- 1) Sobre suas percepções, complemente as frases a seguir:
  - a) Ecologia para mim é...
  - b) O solo serve para...
  - c) A natureza para mim é...
  - d) Sou na natureza...

2) Diante da abordagem temática “Ecologia do solo”, foi relevante para a aprendizagem dos conceitos de ácido, base e equilíbrio químico? Explique.

3) O Potencial Hidrogeniônico, mais conhecido como pH, consiste num índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. Os valores de pH variam de 0 a 14. As hortênsias são flores que se colorem obedecendo ao pH do solo. É como se o pH fosse o estilista desse tipo de flor. Em solos onde a acidez é elevada, as hortênsias adquirem a coloração azul, agora, nos solos alcalinos, elas ficam rosa. Considerando as informações acima, em um solo com concentração de íons  $\text{OH}^-$  de  $10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$ , qual é o pH desse solo e a cor das hortênsias nele plantadas?

Fonte: Q1379085 - Questões de Vestibulares | Qconcursos.com: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/o-ph-solo-coloracao-das-plantas.htm>>.

4) Escreva as fórmulas de:

- a) base conjugada de  $\text{HCO}_3^-$
- b) ácido conjugado de  $\text{O}^{2-}$

5) Como você se percebe, em relação, aos problemas ambientais da atualidade?

6) Qual a importância, para a sua aprendizagem em Química, das questões socioambientais discutidas durante nossas aulas?

7) Em relação ao processo educativo, avalie quais das afirmações são falsas (F) e quais verdadeiras (V):

- Cientistas ao longo da história foram construindo conceitos sobre como os elementos ficam disponíveis no solo para absorção das plantas.
- Não é necessário mais o estudo do solo, pois todos os detalhes já foram pesquisados e anotados.
- O solo é uniforme em toda extensão territorial brasileira, portanto pode ser estudado localmente e aplicado a um todo.
- As plantas necessitam somente dos nutrientes decorrentes da decomposição de suas folhas que caem no solo, pois assim continuam com a quantidade original de nutrientes.
- Qualquer tipo de planta se desenvolve em qualquer tipo de solo, depende apenas da quantidade de água que possui no local.
- Não existe um mínimo de nutrientes que a planta precisa para se desenvolver, pois ela consegue produzir todos os que precisa.
- Quanto mais adubo for colocado em uma planta, mais nutriente ela absorve e, conseqüentemente, mais desenvolvido será o vegetal.
- A disponibilidade excessiva e a ausência de um elemento podem significar grandes transformações que afetam o ciclo de vida das plantas.

8) Ao avaliar a natureza como um sistema aberto, em que tudo que fazemos apresenta uma consequência, como você percebe sua atitude em relação ao ambiente.

9) Cite algumas condições e fatores que interferem diretamente na maior produtividade agrícola.

10) Em sua opinião, o Ensino de Químico se relaciona com a Ecologia. Argumente sobre o assunto.



## BIBLIOGRAFIA

BECKER, Fernando. **Educação e construção do conhecimento** [livro eletrônico]. 2 ed., Porto Alegre: Penso, 2012.

DELIZOICOV, Demétrico; ANGOTTI, José A.; PERNAMBUCO, Marta M. **Ensino de Ciências – Fundamentos e métodos**. 5ª ed., São Paulo: Cortez, 2018.

FREIRE, Paulo. **Ação cultural para a Liberdade e outros escritos**. 5ª ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIMENO SACRISTÁN, J.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

ZABALA, Antoni: **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artemed, 1998.

