



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Caio Lopes dos Santos Althoff

**O Cerrado como eixo temático na Disciplina de
Química no Ensino Médio do Distrito Federal**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

1.º/2017



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Caio Lopes dos Santos Althoff

**O Cerrado como eixo temático na Disciplina de
Química no Ensino Médio do Distrito Federal**

Trabalho de Conclusão de Curso em
Ensino de Química apresentada ao
Instituto de Química da Universidade de
Brasília, como requisito parcial para a
obtenção do título de Licenciada(o) em
Química.

**Orientador: José Roberto Politi
Co-Orientador: Rosângela Azevedo Corrêa**

1.º/2017

AGRADECIMENTOS

Está para nascer a pessoa que não agradece aos Pais, ou a figura que cumpriu este papel em sua vida, e comigo não é diferente! Pai Mário e Vera Mãe, sou muito agradecido pelo apoio incondicional, ensinamentos e amor compartilhados por vocês.

Fui abençoado com a dádiva do “caçulismo” e tive a oportunidade de compartilhar a vida com dois amados irmãos, Maíra e Lucas, que tanto me ensinaram e ensinam sobre a vida. O que seria de mim sem vocês?!

Os amigos também contribuem para uma vida mais alegre, por isso agradeço a todos aqueles que eu considero e me consideram como amigo. As diversas conversas com amigos sobre o processo de realização do TCC contribuíram de forma significativa para a conclusão dele. Sem listagem, aqui o que vale é a conexão do coração.

Se orienta, rapaz! Agradeço muito aos orientadores Politi e Rosângela, sem vocês não seria possível a realização deste trabalho tão importante para minha formação e que fecha um importante ciclo de minha vida. Muito obrigado!

SUMÁRIO

Introdução.....	6
Referencial Bibliográfico	9
Metodologia.....	18
O Cerrado como eixo temático no ensino da química.....	19
Planos de Aula: O Processo da Calagem como Tema.....	25
Considerações finais	39
Referências	41

RESUMO

Numa perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade para o ensino de ciências, utiliza-se temas de relevância social para trabalhar conceitos científicos, buscando um ensino de ciências com maior significado para a vida dos estudantes. O foco deste trabalho é construir uma proposta de organização dos conteúdos de química do Ensino Médio em torno de um eixo-temático, visando alcançar maior integração entre os temas escolhidos pelo professor para contextualização de suas aulas. O eixo temático optado pelo autor é o Cerrado, pois considera-se este abrangente o suficiente para agrupar temas de relevância social que guardam relação com a química, envolvendo as dimensões políticas, econômicas e tecnológicas. O Cerrado encontra-se em preocupante estado de desmatamento, sua importância ecológica, a riqueza socioambiental e a biodiversidade encontram-se seriamente ameaçadas, configurando-se como urgente uma mudança de atitude em relação ao trato recebido da sociedade por este. A educação pode contribuir na formação de cidadãos que pensem e ajam criticamente em relação a este cenário, buscando tomar caminhos mais sustentáveis e responsáveis com as gerações futuras.

Palavras-chaves: Ensino CTS; Cerrado; eixo temático.

INTRODUÇÃO

Em minha trajetória como estudante do ensino básico e ao realizar os estágios em regência em escolas públicas (Centro de Ensino Médio Asa Norte e Centro de Ensino Médio 01 de Sobradinho) do Distrito Federal, no ano de 2016, percebi que o ensino de ciências no ensino básico, de modo geral, é marcado pelo desinteresse, apatia e desmotivação dos jovens educandos. Eles não enxergam utilidade nos conteúdos impostos pelo sistema de ensino. Na maioria dos casos, os conteúdos científicos são trabalhados sem se levar em conta o conhecimento prévio dos educandos, facilitando uma aprendizagem mecânica e distanciando-se de uma aprendizagem significativa (LEMOS, 2006).

Quando a motivação para o estudo é única e exclusivamente a nota final, a aprovação na disciplina, o desempenho no vestibular, o conteúdo torna-se descartável e será o quanto antes esquecido.

Trabalhando-se conceitos de forma exclusivamente abstrata promove-se a distância entre o conteúdo e a realidade do estudante. Relacionar os conteúdos trabalhados em sala de aula com o conhecimento prévio dos alunos poderá trazer uma maior significação para eles (LEMOS, 2006). Entretanto, não basta relacionar os conteúdos com o cotidiano para que a aprendizagem ocorra (SANTOS e MORTIMER, 1999). É necessário adotar-se uma metodologia que permita ao educando a construção, ou reconstrução, de seu saber em ciências, partindo-se do princípio que o fator isolado mais importante é aquilo que o aluno já sabe (LEMOS, 2006). O estudante não se vê naquilo, e com o tempo, passa a negar o estudo científico, que ao seu ver é vazio.

O que fazer para que a abstração, inerente ao estudo químico, seja preenchida de importância, para que o educando embarque na história que está sendo contada pelo educador, e possa contribuir com essa história?

Ciente do fato de que os motivos para tal crise no ensino de ciências não se restringem à didática, pois estão presentes problemáticas de outras dimensões, como as sociais e psicológicas pelos quais passam os discentes, os docentes, a

escola, a comunidade, entre outros, este trabalho pretende contribuir apenas no que tange a estratégia de ensino.

Um dos desafios, na busca pela necessária renovação do ensino de ciências, dos educadores do ensino básico é a contextualização dos conceitos científicos visando uma maior aproximação do conteúdo curricular à realidade do estudante, contribuindo para uma formação cidadã.

Frente a este desafio, é necessária a formulação de metodologias e estratégias de ensino tendo uma contextualização como foco, extrapolando a rasa associação dos conceitos científicos a situações do cotidiano.

Numa perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) uma das maneiras de alcançar a contextualização é por meio de aulas temáticas: escolhe-se temas que possuam relevância social. Desta forma, liga-se o conteúdo químico a questões locais, regionais e globais. Envolve-se dimensões econômicas, políticas, históricas, ambientais, culturais, tecnológicas e sociais, dando sentido àquele conteúdo curricular. Esses conceitos são discutidos a partir de uma perspectiva interdisciplinar, ou seja, abrindo caminhos para o diálogo entre as disciplinas (SANTOS e MORTIMER, 2002).

A estratégia de utilização de temas de relevância social para dar sentido aos conceitos científicos no ensino básico abre caminhos para discussões em sala de aula que permitem um maior diálogo com os educandos. A inclusão do ponto de vista químico acerca das questões sociais qualifica as discussões, pois essa ciência tem efeito sobre a vida contemporânea, e seus conhecimentos são utilizados nas tomadas de decisões da sociedade. Lembram-nos Santos e Schnetzler (1997),

“O ensino para a cidadania não se restringe ao fornecimento de informações essenciais ao cidadão, tarefa necessária, mas não suficiente. Aliada a informação química, o ensino aqui defendido precisa propiciar condições para o desenvolvimento de habilidades, o que não se dá por meio simplesmente do conhecimento, mas de estratégias de ensino muito bem estruturadas e organizadas. Assim o ensino para o cidadão precisa levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos. O que pode ser feito por meio da contextualização dos temas sociais, na qual se solicita a opinião dos alunos a respeito do problema que o tema apresenta, antes de o mesmo ser discutido do ponto de vista químico.”

A proposta metodológica propõe a escolha de temas que se inter-relacionem, ao invés de escolher temas independentes entre si. A ideia é utilizar um eixo temático do qual se ramifiquem subtemas e deles extrair conceitos químicos que possam ser contextualizados dentro da realidade dos educandos. Assim, os subtemas estariam todos conectados à um eixo, sendo possível estabelecer relações entre eles, buscando facilitar a conexão entre as dimensões local, regional e global.

O eixo temático deve ser abrangente o suficiente para, ao mesmo tempo, guardar relação com o cotidiano dos educandos que vivem no Distrito Federal. Nessa situação, escolhi o Cerrado como eixo temático porque, na minha perspectiva, permitirá abranger as dimensões política, social, cultural, econômica, histórica, tecnológica e ambiental da sociedade em que estão inseridos os estudantes do ensino médio.

O objetivo geral deste trabalho é construir planos de aula tendo o Cerrado como eixo temático nas aulas de Química do ensino médio no DF. Os objetivos específicos são:

- a) Discutir os problemas socioambientais do Cerrado;
- b) Discutir o conceito de pH, ácido-base e neutralização ácido-base de forma contextualizada com o processo de correção do pH do solo no Cerrado por meio da calagem.

. O presente trabalho está organizado da seguinte maneira: no capítulo de revisão bibliográfica apresenta-se uma discussão fundamentada sobre o ensino CTS; a atual crise ambiental ; características do sistema biogeográfico do Cerrado; características gerais dos solos e do processo da calagem. Em seguida, um capítulo sobre a metodologia do trabalho e um sobre a análise dos dados. Por fim, é apresentado um capítulo intitulado *O Cerrado como eixo temático no ensino de química onde é exposta a proposta de para o ensino de química*. No capítulo *Planos de Aula: O Processo da Calagem como Tema* desenvolvem-se planos acerca dos conceitos de ácido-base, pH e neutralização ácido-base contextualizados a partir de reações que ocorrem no solo durante o processo da calagem.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

1. O ensino Ciência-Tecnologia-Sociedade

Segundo Auler e Bazzo (2001), o movimento educacional Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) surgiu na segunda metade do século XX, no pós-guerra, partindo de uma crescente preocupação com os problemas ambientais, a qualidade de vida da sociedade industrializada e a necessidade de participação das pessoas nas decisões públicas (SANTOS e MORTIMER, 2002).

A proposta da CTS é estimular uma educação mais comprometida com a vida dos educandos e com sua formação como cidadãos para que sejam mais participativos nos processos democráticos. Nesta concepção, se considera a ciência uma linguagem que auxilia a inclusão social de homens e mulheres na educação para que possam entender o mundo a partir de uma *alfabetização científica*. Espera-se que aqueles alfabetizados cientificamente, não apenas tenham um maior entendimento do mundo no qual estão inseridos, mas também desenvolvam capacidades de transformá-lo (CHASSOT, 2003).

Segundo Bybee (1987) a educação CTS tem por objetivos gerais: (1) a aquisição de conhecimentos, (2) a utilização de habilidades e (3) o desenvolvimento de valores. Os conhecimentos e as habilidades a serem desenvolvidos são a auto-estima, a comunicação escrita e oral, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais.

O desenvolvimento de valores é um aspecto importante, pois estão ligados aos interesses coletivos, como a solidariedade, a fraternidade, a consciência do compromisso social, a reciprocidade, o respeito ao próximo e a generosidade (SANTOS e MORTIMER, 2002).

A visão de ciência na CTS acontece a partir da alfabetização científica, contrária a submissão da ciência aos interesses de mercado e em oposição ao cientificismo. Em lugar de uma concepção de ciência como algo absolutamente verdadeiro e acabado, os alunos podem trabalhar com a possibilidade de mais de uma alternativa para solução de problemas, dado o caráter provisório e incerto das teorias científicas.

A abordagem CTS permite que o ensino de ciências seja relacionado ao cotidiano através de exemplos do dia-a-dia dos educandos para que se possa trabalhar os conceitos científicos. No ensino CTS é apresentado as interações entre ciência e sociedade por meio de situações problemas de temas com relevância social tirando o foco excessivo nos conceitos científicos e colocando foco na importância contextual do conceito. É necessário atingir uma contextualização que integre as dimensões políticas, econômicas, ambientais, etc. (SANTOS E MORTIMER, 2002)

1.2 A Questão ambiental.

O neoliberalismo é responsável pela destruição de grande parte dos recursos naturais em concordância com a globalização e o consumo em larga escala (WOLKMER e PAULITSCH, 2011). Ao longo do último século, a população mundial quadruplicou; a produção industrial aumentou quarenta vezes; a utilização de combustíveis fósseis aumentou em dezesseis vezes; a captura de peixes em trinta e cinco vezes e o consumo de água nove vezes (DIREÇÃO GERAL DO AMBIENTE DA COMISSÃO EUROPEIA, 2011, p.4.).

A questão ambiental é um tema fundamental a ser tratado na escola. Vivemos hoje uma crise civilizatória devido a uma concepção dentro da nossa sociedade de que a Terra possui recursos naturais ilimitados e que o crescimento pode ser infinito. O que não se configura como verdade (BOFF, 2004, p.15)..

Considera-se a crise ecológica, uma crise ética, de valores,

Vivemos, hoje, a crise do projeto humano: sentimos a falta clamorosa de cuidado em toda parte. Suas ressonâncias negativas se mostram pela má qualidade de vida, pela penalização da maioria empobrecida da humanidade, pela degradação ecológica e pela exploração exacerbada da violência. Que o cuidado aflore em todos os âmbitos, que penetre na atmosfera humana e que prevaleça em todas as relações! O cuidado salvará a vida, fará justiça ao empobrecido e resgatará a Terra como pátria e mátria de todos (BOFF, 2000, p.191.).

Para Wolkmer e Paulitsch (2011), trata-se de uma crise do ser humano em sua subjetividade, pois “(...) o respeito e a consideração com o meio ambiente estão intimamente relacionados com respeito e o equilíbrio do ser humano consigo mesmo (...)” (WOLKMER e PAULITSCH, 2011). Para Nalini (2010), apenas a ética pode nos levar de uma visão antropocêntrica para uma uma visão biocêntrica da natureza. Visão biocêntrica que tem como base quatro convicções, como a noção de que os humanos são membros da comunidade de vida da Terra, assim como qualquer outra espécie viva. Outra convicção é a de que sendo as espécies (incluindo os humanos) componentes de um sistema interdependente e assim, a manutenção da vida não é determinada apenas pelas condições físicas do meio ambiente, mas também pelas relações entre seres vivos. A convicção de que o ser humano não é superior às outras coisas vivas.

Uma nova forma de produção e organização do trabalho que teve início na industrialização impôs uma relação humano-natureza utilitária na qual a interação entre as partes se pauta em relações de mercado em que o meio ambiente existe apenas para servir aos humanos (WOLKMER e PAULITSCH, 2011). O paradigma vigente deve superar a visão antropocêntrica, na qual o humano é tratado como o único sujeito dos processos para uma visão de que o humano é integrante da natureza, não o seu centro.

A questão ambiental impõe novas maneiras de pensar e agir os modos de produção visando suprir necessidades humanas com sustentabilidade ecológica, bem como a eliminação da desigualdade social (WOLKMER e PAULITSCH, 2011).

Estando ciente do fato de que a diminuição da desigualdade social, apenas, não soluciona a gama de problemas existentes na atualidade.

Ademais, o Brasil enfrenta vários problemas e as questões ambientais precisam ser tratadas urgentemente devido a exploração excessiva das pastagens, as monoculturas, a erosão, a compactação do solo, a exposição excessiva a poluentes, a conversão de terras – a lista de maneiras como os solos estão sendo danificados é longa. Por este motivo consideramos os temas ambientais importantes a serem tratados dentro das escolas a partir de uma perspectiva transversal e interdisciplinar.

Pensar na sustentabilidade significa agir localmente, por este motivo vamos considerar o sistema biogeográfico do Cerrado aonde encontra-se todo o território do Distrito Federal, área contemplada no presente estudo.

1.3 O Cerrado.

O Cerrado é considerado o segundo maior sistema biogeográfico brasileiro e até 1950 sua vegetação original cobria 2.000.000 Km² nos chapadões centrais do Brasil (BARBOSA, 1996), ocupando 21% do território nacional (KLINK e MACHADO, 2005). Por ocupar as regiões centrais do país, o Cerrado é o domínio morfoclimático de contato, compondo áreas de transição para os outros domínios morfoclimáticos brasileiros, a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, a Caatinga e o Pantanal (MAZZETTO, 2009.). Pelo caráter faunístico, florístico, geomorfológico, pela posição geográfica e história evolutiva, o Cerrado é ponto de equilíbrio entre esses sistemas, que são interdependentes, conectados por corredores hidrográficos (BARBOSA, 1996).

Situado no Planalto Central Brasileiro, com altitude média de 650 metros, clima subtropical subúmido de duas estações (seca e chuvosa), Barbosa (1996.) o considera como a cumeira do continente sul americano, cumprindo um imprescindível papel ecológico de distribuição de parte significativa da água. As chapadas presentes na região do Cerrado são áreas de recarga hídrica e contribuem com a maior parte das águas que formam três das maiores bacias

hidrográficas da América do Sul: bacias do São Francisco, Tocantins/Araguaia e Paraná/Paraguai, além de contribuírem com a alimentação de outras importantes bacias como a Amazônica e do Parnaíba (MAZZETTO, 2009).

O termo Cerrado é utilizado para um conjunto de fitofisionomias, há a ocorrência de subsistemas. Há um gradiente de densidade de flora, sendo em um extremo, o campo e em outro, a mata.

Os subsistemas são: Campos, Cerrado Stricto Sensu, Cerradão, Matas, Matas Ciliares, Veredas e ambientes alagadiços. O conceito de sistema biogeográfico considera as grandes matrizes ambientais como sistemas interdependentes, compostos por subsistemas interatuantes e integrantes decisivos de um sistema maior. Essa noção ressalta a importância que o cerrado exerce para o equilíbrio dos outros sistemas (BARBOSA, 1996).

Considerada a savana mais diversificada do mundo, o Cerrado abriga 5% da biodiversidade planetária (MAZZETTO, 2009). O número de plantas vasculares é alto, sendo superior que na maioria das regiões do mundo, somam-se em 7000 espécies. O número de espécies endêmicas é também elevado, chegando a 44% para a flora. Mesmo com endemismo elevado, somente 2,2% do Cerrado encontra-se protegido em áreas de preservação, estando pelo menos 20% de espécies endêmicas e ameaçadas sem proteção (KLINK e MACHADO, 2005). O Cerrado é um hotspot, região que abriga grande concentração de espécies endêmicas, que enfrenta excepcional perda de habitat (MYERS et al. 1988), onde pelo menos 137 espécies de animais estão ameaçadas de extinção (KLINK e MACHADO, 2005).

1.3.1 Agropecuária e o desmatamento no Cerrado.

As principais atividades econômicas sob solo do cerrado são a pecuária e a produção de grãos para exportação. A produção de soja passou de 570 mil hectares em 1970 para 10 milhões de hectares em 2003. O número de cabeças de gado passou de 34 milhões em 1975 para 85 milhões em 2003. Assim, o cerrado passa a responder por 63,5% da produção de soja do país e 43% de rebanho bovina, resultando em 55% da produção de carne bovina, em 2003. As produções de outras culturas também alcançam percentuais significativos: 48% da produção de

café, 37% da produção de arroz, 26% da produção de milho, 30% da produção de feijão e 89% da produção de algodão (MAZZETTO, 2009). Dados mais atuais mostram que na safra 2009/2010 a região foi responsável pela produção nacional de 54% de soja, 95% de algodão e 23% de café (EMBRAPA, 2012), embora os percentuais para o milho, feijão e arroz não foram encontrados.

Essa produção é, em maior parte, responsável pelos 88 milhões de hectares desmatados de Cerrado, cerca de 44% de sua área original. A taxa média anual de desmatamento do Cerrado entre os anos de 1994 e 2002 foi de 18.000 km² (LAHSEN e ELOI, 2016).

Até a década de 1960, o estado de conservação do Cerrado era excelente, ou seja, esse intenso desmatamento ocorreu apenas em 56 anos. (MAZZETTO, 2009). Na mais ativa fronteira agrícola do país, chamada de MATOPIBA (formada pelas iniciais dos estados de Mato Grosso, Tocantins, Piauí e Bahia), a área de cultivo de grãos aumentou em 86% no período de 2005-2014, enquanto que a média do país era de 29% para este mesmo período (LAHSEN e ELOI, 2016).

A título de comparação, a taxa de desmatamento da Floresta Amazônica decaiu em 55% no período de 2010-2014, enquanto que, para esse mesmo período, a taxa de desmatamento de vegetação nativa do Cerrado aumentou 41%. (LAHSEN e ELOI, 2016). Essa situação se explica, em parte, pela maneira diferenciada como são tratados o Cerrado e a Floresta Amazônica pelo código florestal brasileiro. Os estabelecimentos agrícolas devem manter 80% da propriedade como reserva legal, estando essa em território de Floresta Amazônica, esse percentual baixa para 20% para o Cerrado. (KLINK e MACHADO, 2005).

Esse ritmo acelerado de desmatamento é muito preocupante, pois o papel de recarga hídrica desempenhado pelo sistema biogeográfico do Cerrado está intimamente ligado à sua vegetação nativa. As plantas nativas evoluíram em solos antigos, altamente intemperizados e ácidos e como resposta desenvolveram raízes excepcionalmente longas, capazes de canalizar a água para os aquíferos subterrâneos (LAHSEN e ELOI, 2016). O cultivo monocultural de grãos têm substituído essas plantas de raízes profundas por plantas de raízes superficiais,

incapazes de desempenhar o papel ecológico exercido pelas plantas nativas (BARBOSA, 1996).

Sabe-se que 80% da produção de energia elétrica brasileira provém das hidrelétricas, muitas das quais retiram energia de rios alimentados por nascentes do Cerrado. A própria agricultura é dependente da integridade do Cerrado, visto que essa atividade é responsável pelo uso de 80% da água utilizada no Brasil (LAHSEN e ELOI, 2016).

1.4: O solo e a Calagem.

A calagem é o processo de corrigir o pH de solos ácidos pela adição de calcário ao solo. Essa técnica surgiu no contexto da chamada “Revolução Verde” e permitiu o avanço da agricultura convencional sobre solos tropicais ácidos, que é o caso (de forma geral) dos solos do Cerrado.

O Solo, ou pedosfera, é a camada superficial da crosta terrestre. É a única interface do planeta na qual se encontram todas as outras esferas terrestres, a litosfera, a hidrosfera, a atmosfera e a biosfera.

A composição do solo varia de acordo com sua textura (proporção areia-silte-argila), que determina sua porosidade. A areia apresenta partículas de 2,00 – 0,05 mm de diâmetro, o silte 0,05 – 0,002 mm e a argila menor que 0,002 mm. Um solo considerado ideal para o cultivo de plantas pela agricultura possui a seguinte composição, em volume: 50% água e ar, 45% minerais e 5% matéria orgânica.

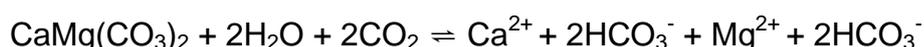
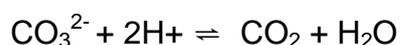
A água e o ar ocupam os poros presentes no solo. Onde há água, formam-se as soluções de solo, onde as raízes das plantas buscam elementos nutritivos e água. Servem também como abrigo para microorganismos. É o local onde ocorrem milhares de reações bioquímicas essenciais para a manutenção da vida na terra.

O suporte para as reações são as partículas coloidais de argila ou de húmus (matéria orgânica) dispersas na solução de solo. As superfícies carregadas das partículas coloidais adsorvem cátions e ânions presentes na solução e essa interação determina a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas na

Assim, solos ácidos apresentam quantidades consideráveis de Al_3^+ , sendo este um elemento tóxico para a maioria das plantas. Na raiz, o alumínio danifica sítios de membrana que normalmente são ocupados pelo cálcio, restringindo a expansão da parede celular, inibindo o crescimento das raízes. Os sintomas apresentados são: raízes curtas, sem crescimento lateral e ramificações, folhas amareladas devido a clorose, sintomas de estresse à falta de água e sintomas de deficiência de fósforo. No entanto, plantas nativas de solos ácidos apresentam tolerância ao alumínio, e apresentam diversos mecanismos para não sofrerem com a sua presença.

De forma geral, o intervalo de pH considerado ideal para a disponibilidade de nutrientes é de 5,5 a 7,0. Este intervalo ótimo varia de cultura para cultura a ser cultivada. No caso da soja e milho, cultivadas extensamente nos solos do Cerrado, o intervalo é de 5,5 a 6,5.

Uma das técnicas desenvolvidas para a correção do pH do solo foi a calagem, que consiste na utilização de calcário calcítico (CaCO_3) ou calcário dolomítico (CaMgCO_3). São necessárias grandes quantidades para transformar o ambiente químico das zonas das raízes. Os carbonatos de metais alcalinos reagem com H^+ para formar ácidos fracos, aumentando o pH.



Essas reações são deslocadas para a direita, visto que há formação de gás e de precipitado. Na representação acima, $[\text{Coloide}]_{\text{Y}^+}^{\text{X}^+}$ representa os íons adsorvidos na superfície coloidal, sendo X e Y = H^+ ; Al^{3+} ; e Ca^{2+} , evidenciando as trocas catiônicas que ocorrem nas reações.

O calcário dolomítico também torna disponível o Mg para as plantas, elemento esse que é escasso em solos do Cerrado.

METODOLOGIA

A escolha metodológica para realização da monografia é a de pesquisa bibliográfica. Por meio do levantamento de referências teóricas publicadas em livros, artigos científicos, dissertações e páginas de web site, pretende-se buscar o estado da arte sobre os temas que serão trabalhados na pesquisa envolvendo o Cerrado como eixo norteador.

Foram consultados professores da educação básica sobre o número de aulas utilizadas, em média, para ministrarem os conteúdos abordados nos planos de aula. Os professores consultados ministram aulas no Centro Educacional Pompilio Marques de Souza, em Planaltina, e no Colégio Juscelino Kubistchek, no Guará.

O CERRADO COMO EIXO TEMÁTICO NO ENSINO DA QUÍMICA

A escolha do Cerrado como eixo temático para o ensino de química tem como motivação a organização de conteúdos em torno de temas com potencial relevância socioambiental para os educandos que vivem e estudam no Distrito Federal, região em que há predomínio do cerrado, abrindo caminhos para explorar fenômenos químicos presentes neste sistema biogeográfico.

Busca-se nesta proposta favorecer o alcance de uma maior relação entre os conteúdos abordados nas aulas de química, enfatizando-se a integração entre os temas trabalhados ao longo do período letivo.

Outra motivação é contribuir para uma formação que leve a uma maior consciência o contexto ambiental do qual fazem parte os educandos do DF. Assim, diante da preocupante degradação que enfrenta o cerrado, espera-se que tendo maiores informações sobre a sua importância ecológica, das políticas e práticas econômicas que têm sido implementadas em seu domínio, os educandos possam orientar suas decisões como cidadãos numa perspectiva ambientalmente responsável.

Neste capítulo, utilizou-se três artigos nos quais os pesquisadores em ensino de química publicam propostas de ensino temáticas. São eles: *Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química*, de Cavalcanti et al. 2009; *Pequi: Uma proposta de Ensino de Química para o Ensino Médio*, de Campos et al. 2012; *Aprendendo sobre os conceitos de Ácido e Base, Extração do Lapachol da Serragem do Ipê*, de Ferreira, 1996.

Esses três artigos foram selecionados por trazerem propostas de ensino temáticas que guardam relação com o eixo temático Cerrado. Os autores apresentam estratégias que envolvem a utilização de textos, questionários, discussão em grupo e atividade experimental. Ademais, consideram que suas propostas contribuem para o envolvimento dos educandos com sua cultura regional,

para o desenvolvimento de operações importantes na química ao realizarem atividade experimental, à construção de conhecimento a partir de discussões e diálogo, maior participação e motivação (CAVALCANTI *et. al.*, 2009; CAMPOS *et. al.*, 2012 FERREIRA, 1996).

Para dar início a essa proposta, o primeiro tema é o estudo do Pequi (*Caryocar brasiliense*) dentro da disciplina de Química.

O pequi é um fruto muito importante na região Cerrado e está profundamente enraizado na cultura e culinária regional como o arroz com pequi, ou ainda como tempero, em conserva e como matéria-prima para a produção de licores, sorvetes e ração para animais. Sua polpa tem o dobro de vitamina C de uma laranja e é rico em vitaminas A, E e carotenóides. Tais fatores tornam o fruto um aliado no combate ao envelhecimento e na prevenção às doenças associadas à visão. Mas os benefícios vão além, sua amêndoa é utilizada na fabricação de um rico óleo que possui ação anti-inflamatória, cicatrizante e gastroprotetora. De todos os frutos nativos do Cerrado, o pequi é o mais consumido e comercializado e também é o melhor estudado nos aspectos nutricional, ecológico e econômico, por isso ele é tão importante para as populações agroextrativistas e para as economias locais.

Por este motivo quando os autores CAMPOS *et al.* propõem estudar o pequi dentro da disciplina de Química, isso passa a ter todo sentido para os educandos que moram no Cerrado, chamando a atenção para a realidade local; ao mesmo tempo que eles aprendem os conteúdos da disciplina de Química, eles aprendem a conhecer mais e a valorizar um fruto tão importante na nossa região.

Os conteúdos que os autores propuseram foram: Ligação química; polaridade das moléculas; forma molecular mínima e percentual; processo de separação de misturas; íons; solubilidade; funções inorgânicas: ácidos e bases; elemento Químico e tabela periódica; ponto de fusão (P.F) e ponto de ebulição (P.E) das substâncias; unidades de medida; reações químicas; educação ambiental, eletroquímica;; massa; conceito diluição de soluções; oxidação e redução; hidrólise; tipos de soluções; educação ambiental. Proteínas; triacilgliceróis; lipídeos; carboidratos; sabões; classificação da cadeia carbônica; hidrocarbonetos; nomenclatura de compostos orgânicos; compostos cíclicos; grupos funcionais; classes funcionais.

O segundo tema sugerido neste trabalho é o estudo dos Agrotóxicos, utilizados pelo agronegócio nas monoculturas na região do Cerrado. Parte-se de uma noção de que o problema não é só a química, mas a maneira como ela é usada. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO) das Nações Unidas, agrotóxicos são definidos como,

qualquer substância, ou mistura de substâncias, usadas para prevenir, destruir ou controlar qualquer praga – incluindo vetores de doenças humanas e animais, espécies indesejadas de plantas ou animais, causadoras de danos durante (ou interferindo na) a produção, processamento, estocagem, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e derivados, ou que – ou que deva ser administrada para o controle de insetos, aracnídeos e outras pestes que acometem os corpos de animais de criação. (FAO, 2003)

Esse termo inclui inseticidas, fungicidas, herbicidas, fumigantes, algicida, avicidas, acaricidas, além de reguladores de crescimento, desfoliantes e dissecantes (ZAPPE e BRAIBANTE, 2012).

A partir da década de 50, profundas mudanças ocorreram no modelo de produção agrícola do país, os empregos de novas tecnologias incluíam o uso extensivo de agente químicos com os objetivos de controle de doenças, aumento da produtividade e proteção contra insetos e pragas. Novos também foram os seus impactos sobre o ambiente e a saúde humana (PERES, MOREIRA e DUBOIS, 2003).

Por atuarem sobre processos vitais para organismos vivos, grande parte dos agrotóxicos tem ação sobre a constituição física e a saúde do ser humano. Os efeitos podem ser divididos em dois grupos, os agudos, aqueles capazes de causarem dano efetivo em um período de 24hrs, e os crônicos, aqueles resultantes de uma exposição continuada a doses relativamente baixas dos produtos (PERES, MOREIRA e DUVOIS, 2003).

Segue-se tabela sobre sintomas adquiridos pela exposição por tipos de agrotóxicos.

Tabela 1: Sintomas de intoxicação por agrotóxicos.

Classificação	Sintomas intoxicação aguda	Sintomas intoxicação crônica
Inseticidas	Fraqueza, cólica abdominal, vômito, espasmos musculares, convulsão, náusea, contrações musculares involuntárias, irritação das conjuntivas, espirros, excitação.	Efeitos neurológicos retardados, alterações cromossomais, dermatites de contato, arritmias cardíacas, lesões renais, neuropatias periféricas, alergias, asma brônquica, irritação das mucosas, hipersensibilidade.
Fungicidas	Tonteira, vômito, tremores musculares, dor de cabeça, dificuldade respiratória, hipertermia, convulsão.	Alergias respiratórias, dermatites, doença de Parkinson, cânceres, teratogênese, cloroacnes.
Herbicidas	Perda de apetite, enjoo, vômito, fasciculação muscular, sangramento nasal, fraqueza, desmaio, conjuntivites.	Indução da produção de enzimas hepáticas, cânceres, teratogênese, lesões hepáticas, dermatites de contato, fibrose pulmonar.

Fonte: ZAPPE e BRAIBANTE, 2012.

Danos ao meio ambiente também são conhecidos, como a contaminação de espécies que não interferem no processo de produção agrícola, podendo causar desequilíbrios ecológicos. Outro impacto é a contaminação de recursos naturais, como as águas superficiais e subterrâneas. Em uma região agrícola na qual é utilizada extensivamente agrotóxicos, e que se localize próximo a um manancial que abasteça uma cidade, a qualidade daquela água estará sob risco de contaminação (PERES, MOREIRA e DUVOIS, 2003).

Desde 2008, o Brasil lidera o ranking mundial de consumo de agrotóxicos, chegando a uma média de cinco litros de veneno per capta por ano. No setor dos agrotóxicos, o mercado no Brasil apresentou crescimento de 190%, enquanto que o mercado mundial mostrou crescimento de 93%. No país, 70% dos alimentos consumidos *in natura* estão contaminados por agrotóxicos (ROSSI, 2015).

Em 2015, o Ministério Público Federal enviou à Agência Nacional de Vigilância Sanitária um documento recomendando que a agência faça uma reavaliação toxicológica da substância Glifosato, pedindo o banimento deste herbicida do mercado nacional. Em estudo publicado em março de 2015, a Organização Mundial da Saúde, o Instituto Nacional do Câncer e a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer associou o Glifosato ao surgimento de câncer. No entanto, o glifosato foi a substância mais vendida em 2013 segundo o Ibama (ROSSI, 2015).

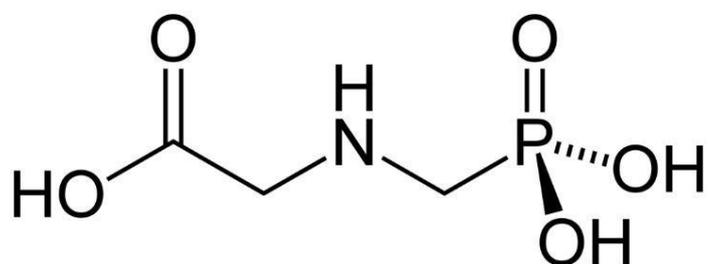


Figura 1: Fórmula estrutural do Glifosato (ZAPPE e BRAIBANTE, 2012).

No DF, segundo o pesquisador da Embrapa Hortaliças Vicente Eduardo Almeida, entre 2008 e 2013, ocorreu um aumento no uso de agrotóxicos por unidade plantada de 63%, havendo também um aumento no registro de intoxicações a cada 100 mil pessoas cresceu em 3.519% (CLDF, 2015).

Os autores Cavalcanti *et al.*, propuseram o ensino dos conceitos substâncias e misturas; tabela periódica; funções químicas; soluções; estudo do carbono; funções orgânicas; noções de química ambiental poderiam ser tratados a partir da discussão sobre o uso de agrotóxicos (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Outra proposta de ensino de Química a partir de elementos do Cerrado é a extração do Lapachol a partir da serragem do ipê (ipê, em tupi-guarani, significa "árvore de casca grossa" e tabebuia é "pau" ou "madeira que flutua"). O potencial medicinal do gênero Tabebuia é destacado pela produção de uma naftoquinona (o lapachol), de fácil extração da serragem da madeira de várias espécies de ipês. Ferreira define o lapachol como "uma substância fenólica (tente identificar na

fórmula estrutural a função fenol) muito pouco solúvel em água. Quanto às propriedades químicas, é uma substância ácida (ácido fraco). Portanto, ele pode reagir, por exemplo, com a base carbonato de sódio (substância presente na barrilha), formando um sal, água e dióxido de carbono". O lapachol, provável responsável pela resistência dos ipês aos cupins, tem como principal atividade biológica a ação antineoplásica, além disto, o lapachol possui uma grande atividade antibacteriana (FERREIRA, 1996).

Ferreira propõe uma atividade experimental para a extração do lapachol da serragem do ipê para trabalhar os conceitos de ácido e base. A extração do lapachol consiste na adição à uma jarra de vidro ou plástico com capacidade de 2L de 100g de serragem de ipê e 800 mL de uma solução aquosa saturada de carbonato de sódio. Deve-se agitar periodicamente com bastão de vidro ou madeira a solução de cor vermelho-intensa (do sal sódico do lapachol) por 30 minutos. Remove-se os resíduos sólidos insolúveis por filtração simples (filtro de café ou pano fino). Adicionar lentamente ao filtrado da solução de HCl 6 mol/L (ou ácido muriático dissolvido a 50% em água). À medida que o ácido for sendo adicionado, a cor vermelha da solução vai desaparecendo e começa a surgir na superfície a cor amarela-opaca do lapachol. Quando toda a cor vermelha tiver desaparecido, deve-se filtrar novamente a mistura e deixar secar ao sol. O último passo é cristalizar em béquer, em banho maria ou chapa aquecedora, com 20 mL de etanol a quente (FERREIRA, 1996).

PLANOS DE AULA: O PROCESSO DA CALAGEM COMO TEMA

Por trazer proposta de ensino para trabalhar os conceitos de ácido-base, pH e neutralização ácido-base no Ensino Médio contextualizados a partir do processo da calagem, considerou-se importante seguir a profundidade dos conceitos trazidos por três livros aprovados no Programa Nacional do Livro Didático 2015 utilizados em escolas públicas no país. São eles: *Química*, de Mortimer e Machado, 2ª edição; *Química Cidadã*, coordenado por Santos e Mol, 2ª edição; e *Química*, de Martha Reis, 1ª edição.

Foram consultados os livros *Química Geral* de Linus Pauling, para os conceitos químicos e *The Nature and Properties of Soils* de Brady e Weil, para os conceitos relativos à ciência dos solos.

O livro *Química Geral* é antigo, de 1967, mas como o conteúdo consultado é amplamente aceito na química, e por se tratar de um autor altamente conceituado, não se considerou como um problema sua distante data de publicação.

O único acesso ao livro *The Nature and Properties of Soils* foi em inglês. No entanto, as informações utilizadas podem ser consultadas em outros livros, em português, de ciência dos solos, por serem básicas desta área.

Outro importante texto utilizado no capítulo foi *pH do solo: determinação com Indicadores ácido-base no Ensino Médio*, de Antunes et. al, 2009. Nele, os autores trazem proposta de ensino que envolve atividade experimental, questionários e atividades em grupo, aplicados em turma de 27 alunos 3º ano do Ensino Médio do Centro Tecnológico Universidade de Caxias do Sul. Para eles, trabalhar o conceito de pH a partir da temática dos solos, permitiu aos educandos perceberem as relações existentes em um mesmo assunto. Também notaram que a atividade experimental acarretou interesse, curiosidade e incentivou a participação ativa dos discentes. Os estudantes também foram estimulados a desenvolver trabalho em equipe, a liderança, as relações interpessoais, a organização, a observação crítica dos fenômenos (ANTUNES et. al., 2009).

A consulta realizada com os professores da educação básica evidenciou que seria adequado fazer uso de um número de 6 aulas simples ou 3 aulas duplas, totalizando 270 minutos de aula. diluídos em 3 semanas de período letivo, para turmas de 3º ano do ensino médio do DF. Para as escolas que funcionam em sistema de aulas simples, deve-se adaptar o plano de aula.

Espera-se trabalhar os conceitos de ácido-base, pH e neutralização ácido-base contextualizados a partir de reações que ocorrem no solo e em especial as reações de correção do pH do solo a partir da aplicação de calcário, processo conhecido como calagem e têm fundamental importância para a agricultura moderna.

Cada aula dupla constitui uma etapa do plano. Na 1ª aula será realizada uma revisão dos conceitos de ácido-base de Arrhenius e uma introdução ao contexto levantando as características gerais do solo e as características específicas do solo do Cerrado.

A 2ª aula serão trabalhados os conceitos de pH e indicadores ácido-base através da realização de uma atividade experimental de determinação do pH de uma amostra de solo e serão apresentadas as reações de hidrólise do alumínio.

Na 3ª aula será abordado o processo da calagem, com informações sobre a agricultura no cerrado, e sua importância histórica para a agricultura no cerrado, chegando às reações de neutralização do íon alumínio com precipitação do $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Em todas as aulas será adotada a estratégia da aula expositiva investigativa, estimulando o debate com os educandos, de forma a trazer seus conhecimentos acerca dos temas e conceitos tratados.

3.1 Primeira Aula.

O tema desta aula é “conceitos de ácido-base”.

O livro de consulta é de Linus Pauling, Química Geral, primeira edição lançada em 1966 no Rio de Janeiro.

Os alunos serão indagados sobre seus conhecimentos prévios destes conceitos e então será apresentada as definições de Arrhenius de ácido e base:

Ácido é uma substância que libera íons Hidrogênio, H^+ , (ou, mais corretamente, íon hidrônio H_3O^+) em solução aquosa; Base é uma substância que libera íons Hidroxila, OH^- em solução aquosa.

Para a continuidade da proposta é importante que se discuta a existência de ácidos fortes e fracos e também bases fortes e fracas, apresentando-lhes, após indagar suas suspeitas, de qual seria a diferença entre um ácido forte e um fraco.

Ácido forte é uma substância que se ioniza (dissocia) completamente em solução aquosa.

Ex: Diluindo-se 1 mol de HCl concentrado em água, estarão presentes em solução 1 mol de Cl⁻ e 1 mol de H⁺:



Ácido fraco é uma substância que se ioniza (dissocia) parcialmente em solução aquosa.

Ex: Diluindo-se 1 mol de ácido acético concentrado, HC₂O₂H₃, em água haverá em solução menos de 1 mol de acetato e de íon hidrogênio.



Com $x < 1$.

Após essa fase de revisão conceitual, inicia-se a introdução ao contexto do solo que tem como referência a

14ª edição do livro *The Nature and Properties of Soils*, de Brady e Weil, de 2008.

Indaga-se a turma como eles imaginam o solo, o que existe no solo e se este tem alguma função. Essa pergunta tem o objetivo de levantar o conhecimento prévio dos alunos acerca do solo e de instigá-los a criarem uma imagem inicial desse mundo microscópico e subterrâneo.

Em seguida, são introduzidas características gerais do solo.

Situa-se o objeto: O solo, ou pedosfera, é a camada superficial da crosta terrestre. É a única interface do planeta na qual se encontram todas as outras esferas terrestres, a litosfera, a hidrosfera, a atmosfera e a biosfera.

Nesse instante, discute-se as funções que tem o solo, lembrando o que foi levantado pelos alunos anteriormente. Lista-se suas 6 principais funções:

- Meio para crescimento das plantas: O solo é local onde as plantas, por meio das raízes, tiram parte do seu sustento, principalmente, água e nutrientes;
- Fornecedor e purificador da água: Quase toda a água dos rios e lagos passaram pelo ou sobre o solo. Na medida que a água infiltra o solo, no seu caminho para os lençóis freáticos, possíveis contaminações presentes são limpas e purificadas por diversos processos, removendo diversas impurezas e eliminando alguns organismos transmissores de doenças.
- Reciclagem de materiais: A decomposição de matéria orgânica recicla seus nutrientes, dando sustentação à vida.
- Trocas gasosas com a atmosfera: O solo absorve oxigênio, nitrogênio e outros gases e libera dióxido de carbono e óxido nítrico. Também evapora quantidade significativa de água.
- Habitat para organismos: Um punhado de solo pode ter bilhões de seres vivos, de milhares de espécies. Vermes, diatomáceas, rotíferos, tatus, cobras, formigas, etc.
- Suporte para construção: Características físicas do solo devem ser consideradas para construção civil.

Em seguida, foca-se na primeira função do solo para o crescimento das plantas.

A formação do solo ocorre através do intemperismo, a ação do vento, da água e de microorganismos que com o tempo transformam as rochas em partículas que compõem o solo. Essas partículas variam de dimensão: areia de 2mm a 0,05mm, o silte 0,05 – 0,002 mm e a argila menor que 0,002 mm. Nesse momento, pede-se para os alunos compararem com as divisões mínimas de uma régua, para que tenham uma noção da dimensão das partículas.

A textura do solo é a proporção existente de areia, silte e argila, e determina a porosidade do solo. É nos poros do solo em que se encontram a água e o ar. A

composição em volume considerada ideal para fins da agricultura é de: 50% água/ar, 45% minerais e 5% matéria orgânica.

Onde há água formam-se as soluções de solo, onde as raízes das plantas buscam elementos nutritivos e água. Servem também como abrigo para microorganismos. É o local onde ocorrem milhares de reações bioquímicas essenciais para a manutenção da vida na terra.

O próximo ponto a ser tratado na aula é sobre as características do solo do cerrado.

O solo do cerrado é antigo e altamente intemperizado, ácido e rico em Al^{3+} . Nutrientes fundamentais para as plantas estão em baixa concentração nas soluções de solo, como o Ca^{2+} , o Mg^{2+} e o K^+ . A baixa concentração dos cátions é compensada pela profundidade do solo e sua estrutura grumosa, que permite o desenvolvimento das raízes. Assim, as raízes das plantas nativas do cerrado ocupam um grande espaço, e por isso conseguem se desenvolver.

O Al^{3+} é um elemento tóxico para as plantas, que danifica e inibe o crescimento das raízes, mas, as plantas nativas de solos ricos em Al^{3+} apresentam mecanismos que as protegem, apresentando tolerância a esse elemento.

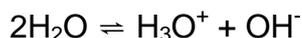
Conclui-se a aula com a seguinte indagação: por que o solo do cerrado é ácido? Que será respondida na aula seguinte, parcialmente, pois não se tratará da gênese do solo, fator importante para determinação de seu pH.

3.2. Segunda aula.

A aula será experimental-investigativa com o objetivo de determinar o pH de uma amostra de solo, que pode ser obtida no quintal da escola, por exemplo. De preferência deve-se optar por colher amostra de solo em região de cerrado nativo, pouco alterado, como parques ecológicos (parque olhos d'água, por exemplo). Adaptou-se a proposta elaborada por Antunes *et al*, 2009 publicado com o nome de "*pH do Solo: Determinação com Indicadores Ácido-Base no Ensino Médio*" publicado na revista Química Nova na Escola.

Antes de iniciar a atividade experimental, deve-se trabalhar o conceito de pH. Na aula passada, foi dito que o solo do cerrado é ácido, mas como pode-se dizer que uma solução ou mistura é ácida ou básica?

Medidas de condutividade elétrica da água pura mostram que existe uma auto-ionização da água, embora muito pequena:



Essa auto-ionização da água, a 25 °C, gera uma concentração dos íons hidrônio e hidroxila igual a 10^{-7} mol/L, ou que o pH da água é igual a 7, segundo a escala logarítmica.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

O pH é uma escala logarítmica proposta pelo químico dinamarquês S. Sorensen em 1909, para trabalhar com ácidos e bases em substâncias cujos valores de concentração são pequenos (MORTIMER e MACHADO, 2013).

Ou seja, para a água pura, a 25°C, tem o valor de pH = 7, pois a $[\text{H}_3\text{O}^+]$, ou $[\text{H}^+]$ como é apresentado em diversos textos, é igual 10^{-7} mol/L, mesmo valor da $[\text{OH}^-]$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[10^{-7}]$$

$$\text{pH} = 7$$

Assim, a água pura é neutra com pH=7 que corresponde a $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$ mol/L. Soluções aquosas com pH < 7 são ácidas ($[\text{H}^+] > 10^{-7}$ mol/L e, conseqüentemente $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$) e pH > 7 são básicas ($[\text{H}^+] < 10^{-7}$ mol/L e, logo, $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$). Assim, o pH é uma escala de medida da basicidade e acidez de uma solução. É uma medida da concentração de H^+ presente na solução. Uma variação de 1 unidade de pH significa uma variação de 10 vezes na $[\text{H}^+]$.

Os materiais necessários para a realização do experimento são: 1 pá de jardim; 2 bandejas de plástico; 1 pilão; 1 peneira que retenha areia grossa; 6 copos de 200 mL; 1 colher de sopa; 1 seringa com capacidade de 10 mL; 3 funis; 3 filtros para café; solução de CaCl_2 0,01 mol/L; papel tornassol azul e vermelho; solução de fenolftaleína 1%; 1 limão; sabão em pó dissolvido em água.

A amostra de solo deve ser colhida 2 semanas antes da data do experimento. A amostra deve ser reservada nas bandejas de plástico para que seque naturalmente.

A turma deve ser dividida em 5 grupos, de forma que cada uma realize medidas de pH das amostras de solo fiquem responsáveis por levar os materiais necessários para realização da atividade experimental, excetuando os materiais já existentes na escola.

Na Figura 2 o esquema produzido pelos autores que organiza as etapas da atividade experimental. Na proposta dos autores, cada grupo fica responsável por uma parte da atividade experimental. Aqui a proposta foi adaptada para cada grupo realizar todas as etapas da atividade.

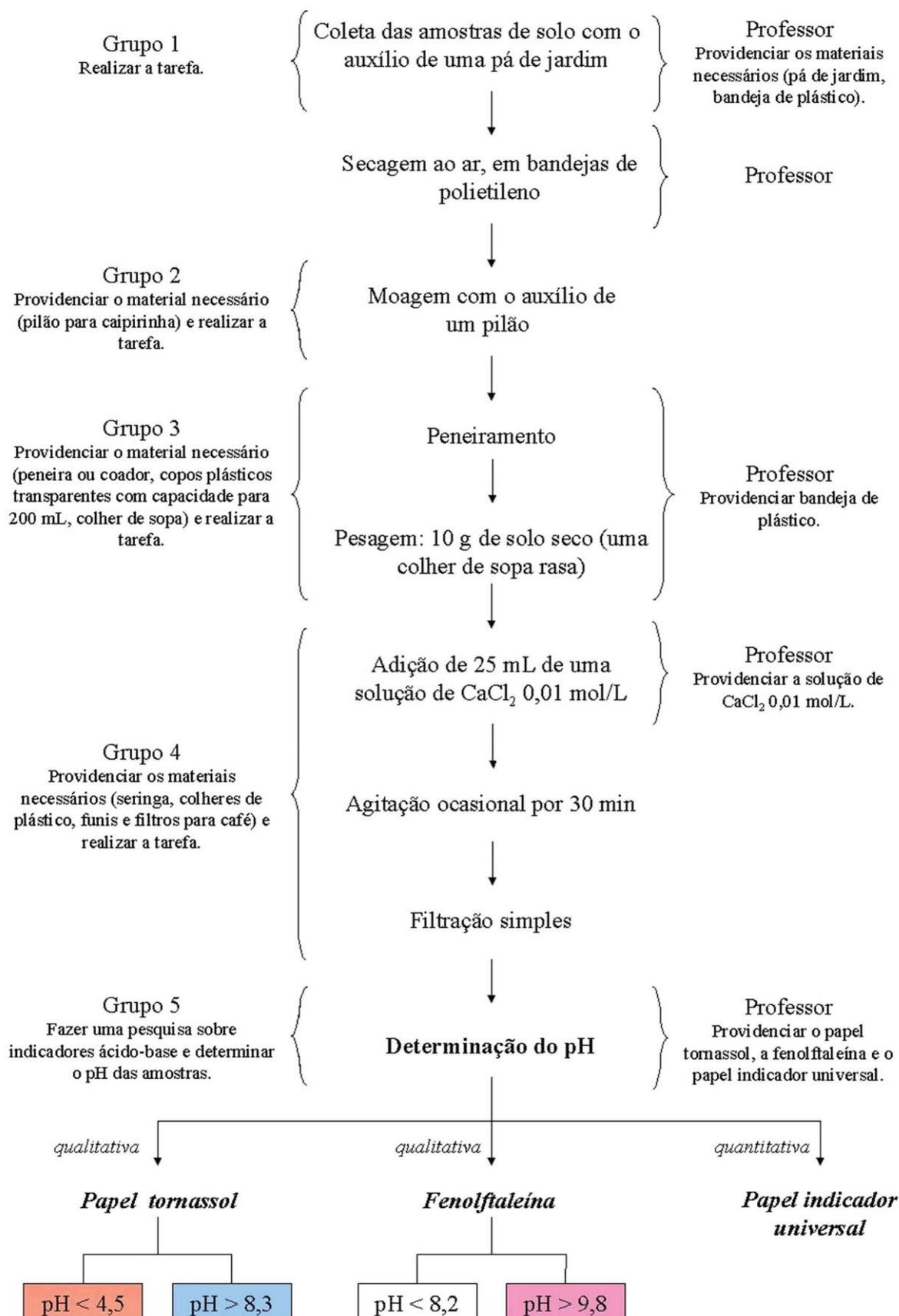


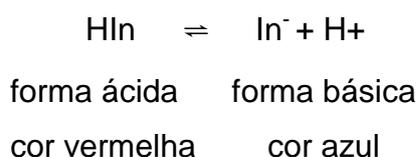
Figura 2: Esquema da metodologia proposta para a determinação do pH em solos para alunos do Ensino Médio. Fonte: ANTUNES, et al. 2009.

É importante lembrar que o papel tornassol azul e vermelho, assim como a fenolftaleína, podem ser substituídos por indicadores alternativos, como o extrato de repolho roxo (Yoshioka e Lima, 2008), extratos de pétalas de flores, de feijão preto ou de frutas como a amora e a uva (Soares e cols., 2001; Terci e Rossi, 2002).

Após a moagem e o peneiramento da amostra de solo, uma colher de sopa rasa é utilizada para pesagem, na ausência de balança, e aproximadamente 10 g de solo são adicionados ao copo de 200 mL. Esse processo é realizado em triplicata. Adiciona-se ao copo com solo 25 mL da solução de CaCl_2 0,01 mol/L e agita-se utilizando um bastão de vidro, e mantém a mistura em repouso por 30 minutos para estabilização do pH, antes de realizar a medida. Após os 30 minutos, deve-se filtrar a mistura utilizando o funil equipado com o filtro de café para, em seguida, realizar a medida do pH com os indicadores ácido-base..

Nesses 30 minutos de espera, aproveita-se para realizar uma explanação do que é o funcionamento dos indicadores ácido-base e tirar alguma dúvida do experimentou ou do que foi visto até agora.

Os indicadores (In) ácido-base são substâncias orgânicas e são ácidos ou bases fracas. Elas possuem a propriedade de mudar sua cor em função da acidez ou basicidade da solução da qual fazem parte, ou seja, em função da pequena ou alta concentração de H^+ (ou OH^-). Por exemplo, para o tornassol vermelho:

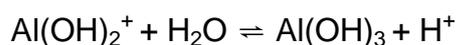
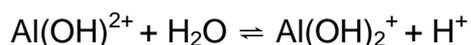
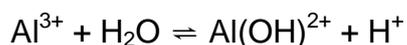


Os diferentes indicadores apresentam mudança de cor em diferentes intervalos de pH. Assim, deve ser escolhido o indicador convenientemente para a análise a ser realizada. Por exemplo, a fenolftaleína é incolor para $\text{pH} < 8,2$, rosa para $8,2 < \text{pH} < 9,8$ e roxo para $\text{pH} > 9,8$, ou seja, indica a basicidade da solução se sua cor mudar do incolor para a rosa.

Depois de passados os 30 minutos, realiza-se a medida de pH do solo e, para que os estudantes visualizem a mudança de coloração dos indicadores fornecidos, utiliza-se o limão ($\text{pH} = 2$) e uma solução de sabão em pó ($\text{pH} = 12$).

Após a determinação do pH do solo, volta-se a discussão da acidez do solo do Cerrado, a fim de responder, parcialmente, a pergunta “por que o solo do Cerrado é ácido? ”.

Lembrando que o solo é rico em Al^{3+} e mostra-se as reações de hidrólise do Alumínio:
Reações de hidrólise do alumínio:



Assim, a riqueza do solo em Al^{3+} , gera liberação de H^+ da água do solo, aumentando a $[\text{H}^+]$ e, conseqüentemente, abaixando seu pH que indica um aumento da sua acidez.

Finaliza-se a aula afirmando que a aula seguinte terá como tema as relações entre a agricultura e o pH do solo.

3.3. Terceira Aula

Inicia-se a aula com a informação de que a faixa ideal, generalizando, de pH para a produção agrícola é de 5,0 a 7,0, ou seja, levemente ácido à neutro. Deve-se considerar que essa faixa ideal pode variar de acordo com a cultura que será cultivada.

Indaga-se aos educandos se eles já viram alguma plantação nas redondezas. Espera-se uma resposta positiva, visto que os arredores do DF e o entorno possuem extensas monoculturas de soja, milho e hortaliças.

Pontua-se algumas informações sobre a agricultura no cerrado.

A produção de soja sob solo do cerrado passou de 570 mil hectares em 1970 para 10 milhões de hectares em 2003. Uma das tecnologias agrícolas que permitiram o uso das terras do cerrado foi a calagem.

O cerrado que possuía em 1960 sua área original pouco alterada, cerca de 200 milhões de hectares, em 2002 teve 88 milhões de hectares desmatados, cerca de 44% de sua área original.

Em seguida, mostra-se dados da agricultura no cerrado como um todo:

Tabela 2: Produção e intervalo de pH ótimo de várias culturas sob solo do cerrado.

Cultura	Produção (%)	Intervalo de pH ótimo
Soja	54 ^a	5,0 – 6,0 (5,7) ^d
Milho	26 ^b	5,0 – 6,0 (5,7) ^d
Feijão	30 ^b	6,0 – 7,0 ^c
Algodão	95 ^a	5,0 – 6,0 (5,7) ^d
Arroz	37 ^b	5 – 6 (5,7) ^d
Café	23 ^a	4,0 – 5,0 ^d

Fonte: a. EMBRAPA, 2012; b. MAZZETTO, 2009 c. PRIMAVESI, 1966; d. WEIL e BRADY, 2008.

Coloca-se a seguinte questão: se o pH do solo do cerrado tem valores mais ácidos do que o pH ideal para as plantas, como é possível que a produção das culturas chegue a porcentagens tão altas? Escuta-se possíveis elaborações dos alunos para resposta desta questão.

Aqui é importante frisar que o pH não é a causa, mas sim um indicador de uma situação (PRIMAVESI, 1982).

Outra questão surge: afinal de contas, qual a importância do pH para a nutrição das plantas?

Os nutrientes dos quais necessitam as plantas são divididos em duas categorias os macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são aqueles que a planta necessita em grandes quantidades. Os micronutrientes são aqueles que a planta necessita em pequenas quantidades. Macronutrientes: C, O, H (do ar), Ca, Mg, N, K, P, S e Si (do solo). Micronutrientes: Cu, Co, Fe, Mn, Ni, Na, Zn, B, Cl e Mo (do solo). (BRADY e WEIL, 2008).

Esses nutrientes podem se encontrar disponíveis nas soluções de solo ou podem estar em formas não aproveitáveis absorvidos (interior) ou adsorvidos (superfície) nos minerais. Nas soluções de solo, estão dispersas partículas muito pequenas (10^{-6} m a 10^{-9} m), chamadas de coloides, provenientes das partículas de argila. Na superfície das partículas coloidais ocorrem as trocas catiônicas (dos nutrientes) entre o mineral e a solução de solo. A capacidade de troca catiônica

(CTC) é uma propriedade importante do solo para a sua fertilidade. A representação dos íons adsorvidos na argila é dada a seguir:



A CTC depende do número de valências negativas na superfície do mineral, ou seja, depende da existência de cargas negativas em sua superfície para que possam interagir com os cátions (nutrientes). Duas variáveis influenciam a CTC: a composição da argila e o pH do solo.

A composição química dos minerais é determinada pela história de formação do solo. Para o cerrado predomina a argila caulinita, que apresenta baixa CTC. Aqui não é necessário entrar em maiores detalhes, focando, apenas, na influência do pH.

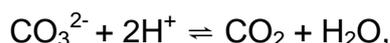
O aumento pH do solo, i.e. diminuição da acidez, influencia a criação de sítios carregados negativamente, aumentando a CTC. O processo pelo qual isso ocorre vai ser mostrado mais adiante.

Indaga-se aos educandos se eles têm alguma ideia de como aumentar o pH do solo, ou seja, torná-lo mais básico.

Segue-se na tentativa de construir uma resposta para a questão levantada no início da aula. Existe uma tecnologia agrícola que permite a correção do pH de solos ácidos, ou seja, a técnica tem um resultado de aumento do pH do solo, para níveis desejáveis dependendo da cultura à ser cultivado.

A técnica se chama calagem e consiste na adição de pó de calcário ao solo. O calcário pode ser calcítico (CaCO_3) ou dolomítico (CaMgCO_3). Essas substâncias são carbonatos (CO_3^{2-}) de metais alcalinos (Ca, Mg) que reagem com prótons (H^+) formando ácidos fracos e água, aumentando o pH. Este tipo de reação, entre ácidos e bases, se chama neutralização ácido-base.

O aumento do pH pela calagem ocorre em 2 etapas, na solução de solo.



reação geral de neutralização do carbonato, gerando CO_2 e H_2O .

Na primeira etapa da reação, ocorre a dissociação do calcário, liberando os ânions carbonato para reagirem com a água e gás carbônico, gerando de bicarbonato, segundo a equação química a seguir:



Na segunda etapa, o bicarbonato formado reage com os cátions da superfície coloidal, formando trihidróxido de alumínio, água e gás carbônico.



Como formam-se um gás (CO_2) e um precipitado ($\text{Al}(\text{OH})_3$), a reação é forçada para formação dos produtos, aumentando o pH da solução.

As duas etapas podem ser resumidas em uma.



Dessa forma, o aumento do pH libera sítios negativamente carregados antes ocupados por Al^{3+} , ou suas formas hidroxiladas, aumentando a CTC para os nutrientes das plantas (Ca, Mg, K, etc). Aqui se responde à questão levantada no início da aula.

Para finalizar a aula, são dadas informações sobre a relação desta técnica e a agricultura no Cerrado.

A calagem surgiu no contexto da chamada “Revolução Verde” e permitiu o avanço da agricultura convencional sobre solos tropicais ácidos, que é o caso (de forma geral) dos solos do Cerrado.

Os solos de clima temperado são ricos em argila montmorilonítica, um argilo-mineral por isso possuem de 10 a 15 vezes a quantidade de CTC que a caulinita, um argilo-mineral característico de solos tropicais (PRIMAVESI, 1982).

A caulinita tem menor capacidade de retenção e troca de cátions como K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , e os solos tropicais são menos férteis para culturas agrícolas, sendo muitas vezes chamado de solo pobre em nutrientes. No entanto, os solos tropicais, em comparação com os solos temperados, são mais profundos e possuem características estruturais, como uma maior granulação, que permitem um maior desenvolvimento das raízes. Assim, embora ofereça uma menor concentração de

nutrientes, as raízes das plantas nativas podem ocupar maiores espaços para buscar nutrientes, permitindo seu desenvolvimento (PRIMAVESI, 1982).

Solos ácidos apresentam quantidades consideráveis de Al^{3+} , sendo este um elemento tóxico para a maioria das plantas. Na raiz, o alumínio danifica sítios de membrana que normalmente são ocupados pelo Ca, restringindo a expansão da parede celular, inibindo o crescimento das raízes. Os sintomas apresentados são: raízes curtas, sem crescimento lateral e ramificações, folhas amareladas devido a clorose, sintomas de estresse à falta de água e sintomas de deficiência de fósforo. No entanto, plantas nativas de solos ácidos apresentam tolerância ao alumínio, e apresentam diversos mecanismos para não sofrerem com a sua presença.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual crise ambiental que vive o sistema biogeográfico do Cerrado é causada pelo modelo de ocupação deste que, de modo geral, privilegia a produção e exportação de commodities em detrimento da preservação de suas áreas naturais. Este trabalho contribui para o desenvolvimento de um ensino de ciências mais comprometido com a questão ambiental, neste caso no que toca ao Cerrado.

A importância ecológica, a riqueza socioambiental e a biodiversidade do Cerrado encontram-se seriamente ameaçadas, configurando-se como urgente uma mudança de atitude em relação ao trato recebido da sociedade por este. A educação pode contribuir na formação de cidadãos que pensem e ajam criticamente em relação a este cenário, buscando tomar caminhos mais sustentáveis e responsáveis com as gerações futuras.

Este trabalho foi concebido no intuito de contribuir para ultrapassarmos o desafio de tornar o ensino de ciências mais significativo para a vida dos estudantes, trazendo para a sala de aula discussões ciência-sociedade. Dessa forma, os educandos podem vislumbrar a importância impregnada nas teorias científicas estudadas, pois elas exercem papéis centrais em contextos os quais são constituídos por dimensões sociais, econômicas, políticas e tecnológicas.

Tentou-se mostrar essas relações no papel que teve a pesquisa científica na área agrônoma, resultante na tecnologia da correção do pH do solo por meio da calagem, que possibilitou a ocupação do cerrado pela agricultura convencional.

Conclui-se que o Cerrado como eixo temático é abrangente o suficiente para se trabalhar o ensino de química numa perspectiva CTS, pois abarca grande quantidade de temas, passíveis de contextualização de conteúdos químicos, com relevância social e que são locais para os educandos do DF. Desta grande quantidade de temas, apenas alguns foram tratados neste trabalho. Assim, está presente neste eixo temático um potencial para dar-se continuidade a pesquisa de outros temas que se encaixem na proposta. A aplicação dos planos de aula elaborados, também se caracteriza como uma perspectiva futura deste trabalho.

Considera-se que a produção da presente monografia tem relevância na construção de uma base referencial para aplicação da proposta de utilização do eixo temático Cerrado na organização de conteúdos da disciplina Química no Ensino Médio, por docentes que se interessarem.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, M., ADAMATTI, D., GIOVANELA, M. **pH do solo: Determinação com Indicadores ácido-base no Ensino Médio**. Química Nova na Escola, vol 31, n.4, 2009.

AULER, D. BAZZO, W. A. **Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro**. Revista Ciência e Educação, vol.7, n.1, 2001, p.1-13.

BARBOSA, A. **Sistema biogeográfico do cerrado: alguns elementos para sua caracterização**. Goiânia, GO. Editora UCG, 1996.

BRADY, N. C., WEIL, R. R. **The Nature and Properties of Soils**. ed. 14, Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2008.

BRAIBANTE, M., ZAPPE, J. **A Química dos Agrotóxicos**. Química Nova na Escola, vol. 34, n. 1, p 10-15, 2012.

BOFF, Leonardo. **Saber cuidar: Ética do Humano – compaixão pela terra**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

BYBEE, R. W. **Science education and the science-technology-society (STS) theme**. Science Education, v. 71, n. 5, p.667-683, (1987).

BYBEE, R. W., MAU, T. **Science and technology related global problems: an international survey of science educators**. Journal of Research in Science Teaching, v. 23, n.7, p.599-618, 1986.

CAMPOS, Diele Gomes; GOMIDES, Juliana do N.; RIBEIRO, Kátia Dias F.; ARAUJO, Sandra Cristina M. **Pequi: Uma Proposta de Ensino de Química para o Ensino Médio**. Salvador, BA: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química, 2012.

CAMARA LEGISLATIVA DO DF. **Cresce registro de intoxicação por agrotóxicos no DF; projeto quer divulgar uso em rótulos de produtos**. Brasília, 01 de dezembro de 2016. Disponível em: < http://www.cl.df.gov.br/in/ultimas-noticias/-/asset_publisher/IT0h/content/cresce-registro-de-intoxicacao-por-agrotoxicos-no-df-projeto-quer-divulgar-uso-em-rotulos-de-produtos?redirect=http%3A%2F%2Fwww.cl.df.gov.br%2Fin%2Finicio> Acesso 03 de Julho de 2017.

CAVALCANTI, Jaciene Alves; FREITAS, Juliano Carlo Rufino de; MELO, Adriana Cristia Nascimento de; FILHO, João R. de Freitas. **Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química**. Química Nova na Escola, 2010.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Rio de Janeiro: Revista Brasileira de Educação, 2003.

CHASSOT, Attico. **Para que(m) é útil o ensino?**. Canoas: Editora da Ulbra, 1995.

DIREÇÃO GERAL DO AMBIENTE DA COMISSÃO EUROPEIA. Utilização eficiente dos recursos naturais. *In: Ambiente para os europeus*. n. 43. Bruxelas: maio de 2011.

EMBRAPA. **Apresentação**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 5 de junho de 2012. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/unidade/apresentacao/> Acesso em 03 de Julho de 2017.

FAO (Food and Agriculture Organization). Agricultural database, 2003. Disponível em: <http://www.fao.org>.

FERREIRA, Vitor Francisco. **Aprendendo sobre os conceitos de Ácido de Base**. Química Nova na Escola, 1996.

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. **A Conservação do Cerrado Brasileiro**. Megadiversidade, 2005.

LAHSEN, M. DALLA-NORA, E. **Undervaluing and Overexploiting the Brazilian Cerrado at our Peril**. Environment Science and Policy for Sustainable Development, 2016.

Machado, R.B., M.B. Ramos Neto, P. Pereira, E. Caldas, D. Gonçalves, N. Santos, K. Tabor & M. Steininger. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservation International do Brasil, Brasília, 2004.

MACHADO, A. MORTIMER, E. **Química**. 2 ed. São Paulo, SP, 2013

MAZZETTO, C. E. **Ordenamento territorial no Cerrado brasileiro: da fronteira monocultora a modelos baseados na sociobiodiversidade**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n 19, p. 89-109. Editora UFPR, 2009.

MÓL, G. de S.; e SANTOS, W. L. P. dos. (Coords.). **Química na sociedade**. 2 ed. Brasília: Editora da UnB, 2000.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russel A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B.; KENT, Jennifer. **Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities**. Macmillan Magazines: Nature, 2000.

NALINI, José Renato. **Ética ambiental**. 3. ed. Campinas: Millenium, 2010.

PAULING, L. **Química Geral**. Rio de Janeiro, RJ, 1967.

PELIZZOLI, M. L. **A Emergência do Paradigma Ecológico: Reflexões ético-filosóficas para o século XXI**. Petrópolis: Vozes, 1999.

PERES, F., MOREIRA, J., DUBOIS, G. **Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema**. In:É Veneno ou é Remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2003. Cap. 1, p 21-41.

PRIMAVESI, A. **Agricultura em regiões tropicais: o manejo ecológico do solo**. 4 ed. São Paulo, SP: Nobel,1982.

REIS, M. **Química**. ed. 1, São Paulo, SP, 2013.

ROSSI, M. **O “alarmante” uso de agrotóxicos no Brasil atinge 70% dos alimentos**. EL País, São Paulo, 30 abril, 2015. Disponível em <http://brasil.elpais.com/brasil/2015/04/29/politica/1430321822_851653.html> Acesso em 03 de Julho de 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Belo Horizonte: Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **A Dimensão Social do Ensino de Química – Um Estudo Exploratório da Visão de Professores**. Valinhos, SP: II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P (1997). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí, Editora da UNIJUÍ.

SANTOS, W. MÓL, G. DIB, S., MATSUNAGA, R., SANTOS, S., CASTRO, E., SILVA, G., FARIAS, S. **Química Cidadã**. ed. 2 São Paulo, SP, 2013.

TERCI, D.B.L. e ROSSI, A.V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? *Química Nova*, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002.

TOWSE, P. J. (1986). Editorial. *International Newsletter on Chemical Education - IUPAC*, n. 2, p.2-3. (Tradução de: *International Newsletter on Chemical Education - IUPAC*, n. 26.).

WARTHA, E. J., SILVA, E. L., BEJARANO, N. R. R. **Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química**. Química Nova na Escola, vol. 35, nº 2, p. 84-91, 2013.

WOLKMER, Maria de Fátima Schumacher; PAULITSCH, Nicole da silva. **Ética Ambiental e Crise Ecológica: reflexões necessárias em busca da sustentabilidade**. Belo Horizonte: Veredas Direito, 2011.

YOSHIOKA, M.H. e LIMA, M.R. *Experimentoteca de solos: pH do solo*. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. Disponível em: <http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/experimentotecasolos7.pdf>. Acesso em Julho de 2017.