

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS PATO BRANCO  
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**PRISCILA FELTRIN**

**ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA AULAS DE QUÍMICA COM BASE  
EM ESTÁGIOS REALIZADOS NA ÁREA DE BACHARELADO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Pato Branco, 2013**

PRISCILA FELTRIN

**ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA AULAS DE  
QUÍMICA COM BASE EM ESTÁGIOS REALIZADOS NA ÁREA DE  
BACHARELADO**

Projeto referente ao Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para a conclusão do Curso Bacharelado em Química – habilitação licenciatura da UTFPR – Campus Pato Branco.

Professor Orientador: Dr. Henrique Emilio Zorel Junior.

Pato Branco, 2013

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

O trabalho de diplomação intitulado **ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA AULAS DE QUÍMICA COM BASE EM ESTÁGIOS REALIZADOS NA ÁREA DE BACHARELADO** foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° **040L2** de 2010.

Fizeram parte da banca os professores.

Prof. Dr Henrique Emilio Zorel Junior

Profa. Dra. Sirlei Dias Teixeira

Profa. Dra. Larrisa Macedo dos Santos

## RESUMO

FELTRIN, Priscila. Elaboração de material didático para aulas de Química com base em estágios realizados na área de bacharelado. 2013. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Licenciatura em Química Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2013.

O ensino de Química envolve um mundo de difícil compreensão e para facilitar na absorção dos conteúdos, faz-se necessário o uso de recursos didáticos auxiliares nas aulas, sejam eles cartilhas, jogos ou meios tecnológicos com o objetivo de melhorar no processo de ensino-aprendizagem. Dentre as metas desse novo ensino, cabe a melhoria no processo de formação de docentes, possibilitando-os a confrontar a teoria com a prática, construindo seu próprio conhecimento. Isto pode ocorrer através de estágios que apliquem na prática conceitos vistos em sala de aula, melhorando o processo de formação dos acadêmicos.

**Palavras - chave:** Recursos didáticos, Ensino-aprendizagem, Estágio.

## ABSTRACT

FELTRIN, Priscila. Development of teaching materials for chemistry classes based on stages made in the area of baccalaureate. 2013. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Licenciatura em Química Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2013.

The teaching of chemistry involves a world difficult to understand and facilitate the absorption of the contents, it is necessary to use auxiliary classes teaching resources, be they textbooks, games or technological means in order to improve the teaching-learning. Among the goals of this new school, it is in the process of improving teacher training, enabling them to confront theory with practice by constructing their own knowledge. This can occur through stages which apply in practice concepts seen in class, improving the training of academics.

**Keywords:** Resources Textbooks, Teaching-learning, Stage.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 Objetivo geral.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>9</b>
<b>5 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
<b>6 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
<b>Cartilha 3: Análise de Qualidade do Leite.....</b>	<b>41</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>42</b>
3.4 Peroxidase e Fosfatase.....	43
3.4.1.1 Análise de Peroxidase.....	44
3.4.2.1 Análise de Fosfatase.....	45
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANIMAL-RIISPOA. BRASÍLIA, DF, 1997.....</b>	<b>47</b>
<b>3.3 SOLUÇÃO DE NÍQUEL .....</b>	<b>50</b>
<b>BASEIA-SE NA MISTURA DE SULFATO E CLORETO DE NÍQUEL EM ÁGUA</b>	
<b>QUENTE (60°C). EM SEGUIDA, AUMENTA-SE O PH DA SOLUÇÃO PARA 5,2</b>	
<b>UTILIZANDO CARBONATO DE NÍQUEL. APÓS, ADICIONA-SE ÁCIDO BÓRICO,</b>	
<b>FILTRANDO E BAIXANDO O PH PARA 4,2 COM ÁCIDO SULFÚRICO DILUÍDO</b>	
<b>(GALVANO, 2011).....</b>	<b>50</b>
<b>3.12 FUNÇÃO DE ALGUNS COMPONENTES.....</b>	<b>53</b>
<b>.....</b>	<b>59</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>
<b>ZUCCO, César, et al. Diretrizes curriculares para os cursos de Química. Vol 22.</b>	
<b>Química Nova: São Paulo – SP, 1999.....</b>	<b>61</b>

## LISTA DE TABELAS

15

## 1 INTRODUÇÃO

Frequentemente ouvem-se críticas relativas a perda de qualidade da educação no Brasil e o ensino de química não é uma exceção. Devido a isso, algumas escolas ou alguns professores buscam através de recursos didáticos alternativos a melhoria no processo de ensino-aprendizagem, tornando as aulas mais interessantes, propiciando maior aquisição de conhecimento, pois levam o aluno a pensar, refletir, compreender o mundo em discussão.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química “os currículos vigentes estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo aos formativos, fazendo com que o estudante saia do curso de graduação com “conhecimentos” já desatualizados e não suficientes para uma ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão” e sugerem que o ensino deve “ênfatizar questões como globalização, ética, treinamento em equipe interdisciplinar, necessidade de atualização e ampliação constantes dos conhecimentos, incluindo aspectos regionais”.

Não diz respeito somente a Química, mas todas as ciências deveriam desenvolver no aluno o pensamento científico, analisando, criticando, estimulando-o a diferenciar o conhecimento que se obtém no cotidiano do conhecimento objetivo, obtido em sala de aula.

É o professor o grande articulador do processo educacional, pois qualquer melhoria da qualidade do ensino de Química passará por ele. Sem uma didática em sala de aula, as aulas se tornam exaustivas e cada vez menos interessantes. Muitas vezes, se preocupam somente em cumprir o conteúdo programado, é o que chamamos de valorizar somente a quantidade e não a qualidade, deixando de lado a preocupação com uma aprendizagem significativa.

A melhoria do processo de ensino-aprendizagem é obtida através da utilização de vários recursos didáticos, como elaboração de materiais, e até o uso de meios tecnológicos, ou seja, recursos que despertem o interesse do aluno em conhecer, entender o mundo por meio da Química. Estes recursos vêm a auxiliar no processo de ensino-aprendizagem em aulas de Química, envolvendo o aluno cada vez mais neste mundo com inúmeras curiosidades. Através destes, é possível trabalhar os conteúdos de uma forma mais clara e interessante, porém, estes devem

abordar todos os assuntos, não valorizando alguns enquanto outros tão poucos são comentados.

Este trabalho tem por objetivo a elaboração de material didático a fim de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, através da abordagem em atividades realizadas em estágios na área de bacharelado em Química (análises químicas, reações químicas) a realização dos mesmos nas aulas de Química, como reações químicas.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

Elaborar materiais didáticos alternativos (recursos didáticos) que poderão auxiliar em aulas de Química.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Através de estágios de bacharelado em Química, verificar quais são as áreas de atuação mais desejadas pelos estudantes;
- Verificar conteúdos que possam ser desenvolvidos, a partir das reações envolvidas no processo, abordados nos estágios de Bacharelado em Química (modelos);
- Elaborar materiais alternativos que visem a melhoria no processo ensino-aprendizagem nas aulas de Química.

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

Novas atividades no ensino de Química, ao longo do tempo, têm evidenciado uma insatisfação crescente por parte de professores e de alunos que, muitas vezes, acabam sendo reprovados em grande número devido não sentirem motivação. Assim como a metodologia de trabalho nem sempre é a mais adequada para se atingir o desenvolvimento intelectual do aluno (CHASSOT et al., 1993).

Com base neste contexto, dizemos que a construção de material didático se torna importante neste processo, pois vincula o mundo do aluno com o da Química, através de atividades que o levem a refletir, compreender, discutir e agir sobre esse mundo. Trabalhar no que chamamos de Desenvolver a Química do Cotidiano (CHASSOT et al., 1993).

Vale ressaltar que o recurso didático é todo material que possa ser utilizado como apoio nas aulas pelo professor, ajudando no processo de ensino-aprendizagem, mas não aquele material que deve servir como base. Ele vem para complementar, facilitar o entendimento de certos conteúdos (SOUZA, 2007).

Para Passos (2007), a elaboração destes materiais, bem como abordando reações, é de extrema importância para este processo, pois o aluno procura relacionar com o cotidiano, buscando fatos que possam ser abordados em sala.

Assim, entendemos que a melhoria da qualidade do ensino, passa pela definição de uma nova metodologia, centrada em alguns princípios básicos (CHASSOT et al., 1993):

- Adequação a realidade econômica, política e social do meio onde a escola está situada;
- Desenvolvimento de uma Química que se utiliza da experimentação como uma forma de aquisição de dados da realidade, utilizados para reflexão crítica sobre o mundo e para aprimoramento do desenvolvimento cognitivo;
- Utilização do ensino de Química como um meio de educação para a vida, relacionando os conceitos aprendidos com o cotidiano dos alunos e com outras áreas do conhecimento.

Para a concretização das idéias de uma abordagem cotidiana, usando recursos para despertar interesse dos alunos e, principalmente do professor, o ensino de Química contém algumas metas (CHASSOT et al., 1993):

- Contribuir para a formação de um sólido conhecimento científico interdisciplinar;
- Incentivar o aluno a fundamentar o seu conhecimento, avaliá-lo criticamente e saber defender seus posicionamentos;
- Promover a resolução de problemas específicos;
- Elaborar e utilizar modelos como meio de explicação da realidade objetiva;
- Desenvolver métodos de trabalho no campo das ciências;
- Destacar o papel da Química nas atividades humanas e no cotidiano;
- Desenvolver habilidades referente a área da Química.

A melhoria do ensino depende do grande articulador do processo, o professor, se ele não sentir motivação em ensinar, os alunos não sentirão motivação em aprender. Segundo Marcano (2012), muitas vezes os alunos chegam as salas de aula cheios de questionamentos, há interesse em conhecer o mundo da Química, mas se o professor ignorar esse interesse, a desmotivação do aluno ocorrerá rapidamente e de forma que não haja mais interesse em entender os fenômenos que ocorrem em nosso cotidiano.

Apesar de haver a necessidade da realização de um ensino motivador, contextualizado, que traga ganho para os alunos, muitas vezes o professor não encontra condições apropriadas para que este ensino seja desenvolvido. Por isso, o desenvolvimento de novos recursos pode contribuir para que ele desenvolva um ensino de acordo com novas tendências educacionais.

O que o ensino precisa é de uma reforma, a começar pela formação dos professores. Tendo mais conhecimento sobre os assuntos abordados em sala de aula, uma vivencia destes temas, não sentindo insegurança em sala de aula, despertando interesse nos alunos e ambos tendo um estímulo maior.

O professor tendo uma ampla formação tem competência para utilizar os recursos didáticos com criatividade, até mesmo discutir com seus alunos, elaborando juntos novos modelos, pois ninguém melhor do que os próprios alunos para informarem seu melhor método de aprendizagem. Relacionando a sua experiência com determinados assuntos, conduz melhor a aula, obtendo melhor resultado em relação a aprendizagem dos alunos. Um ensino mais agradável e interessante.

O que falta é uma ponte entre teoria e prática, pois aplicando na prática o que se estuda na teoria resultara em uma melhor forma de ministrar aulas. Preocupação em apenas formar professores, mas não educadores, os agentes que venham a transformar o ensino, uma real educação e fazer disto uma atividade social, beneficiando a todos. Através do estágio é possível testar o conhecimento obtido em sala de aula, tendo domínio do assunto, construindo seu próprio conhecimento, gerando base para uma nova forma de ensino, comprobatório, com experiências, construindo educadores com capacidade de ensinar, sendo que, com esta experiência, ele saberá como trabalhar com seus alunos, a melhor forma destes aprenderem o conteúdo.

Formar um professor que ajuste a sua didática as novas realidades da sociedade (LIBÂNEO, 1998). Tenha sempre conhecimento sobre os acontecimentos. Para um professor, não basta apenas ensinar, tem que gostar do que faz, estar sempre se atualizando, pesquisando, inovando, aprendendo.

A utilização de recursos lúdicos, que inclui jogos, brincadeiras, pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, pois desperta o raciocínio e o prazer nos alunos, faz com que eles busquem o entendimento de muitas ações.

Durante o processo de ensino-aprendizagem, o que se entende é que as ciências devem promover aos alunos o pensamento científico, analítico, crítico e criativo, além de aprimorar a habilidade de comunicação e estimular neles a capacidade para diferenciar entre informações e conhecimentos objetivos (EICHLER, 1998).

Evidencia-se muito que alunos de ensino médio possuem dificuldades de compreensão dos fenômenos químicos, por exemplo, não interpretam as diferentes interações das substâncias envolvidas nos processos físico-químicos. No âmbito da escola básica, seja através de falas ou por livros didáticos, o que se evidencia é que os termos científicos têm seu significado ou sua estrutura sintática modificados, sendo que estas modificações podem provocar confusões conceituais ou problemas de aprendizagem (SILVA, 2003).

Segundo Chateau (1993), a utilização do ludismo pode não representar de imediato um aprendizado, mas pode vir a desenvolver potenciais no sujeito, até mesmo quando são encaradas como passatempo, proporcionando mais oportunidades de se abastecer intensamente de informações, de conhecimentos, com base nas várias simulações e fantasias que executa.

Já a ideia que Piaget (1975) nos transmite, é de que os jogos não carregam a capacidade de desenvolvimento conceitual, porém considera que eles acabam suprimindo certas necessidades e funções vitais ao desenvolvimento intelectual e conseqüentemente, da aprendizagem. De acordo com essa visão, o ludismo, representa um acesso a mais no desenvolvimento cognitivo, ao enriquecer e diversificar as possibilidades experimentais do sujeito.

Quanto mais recursos forem utilizados, melhor é o processo de aprendizado, pois contribuem para a melhoria do desenvolvimento cognitivo do aluno. Como a utilização de experimentos nas aulas, o que gera melhor aprendizado, estabelece relação entre a teoria e a prática, comprovando ou não o que é dito na teoria, podendo relacionar com situações, aplicações no cotidiano.

Também se torna interessante a utilização de filmes, documentários, pois assim os alunos podem ter mais entretenimento e educação, consistindo em uma forma saudável e não cansativa de aprendizagem, afastando-se um pouco das aulas convencionais. O uso de filmes e da linguagem audiovisual possibilita desenvolver múltiplas atitudes perceptivas, envolve a imaginação entrando em uma mediação primordial no mundo, enquanto que a linguagem escrita desenvolve mais o rigor, a organização, a abstração e a análise lógica (LUIS, 2011).

Segundo Freire (1996):

*Não há docência sem discência. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou construção.*

Para ele, o educador não pode se negar a reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão, desenvolvendo assim, não somente o papel de ensinar os conteúdos, mas também ensinar a pensar corretamente, tornando um educador crítico. Não há ensino sem pesquisa nem pesquisa sem ensino.

Segundo Karling (1991), ensinar é procurar descobrir interesses, gostos, necessidades e problemas do aluno, escolher técnicas conforme o conteúdo, elaborar materiais adequados para cada situação, criando um ambiente favorável para o estudo. Criando condições favoráveis para a aprendizagem do aluno, estimulando-o a relacionar com os fatos do cotidiano, facilitando a aprendizagem.

Bons alunos são formados possibilitando a eles argumentar, pesquisar, analisar o que lhes é repassado em sala de aula, buscar informações que construam seu próprio conhecimento por diversas maneiras.

A escola que esperamos é aquela que forma cidadãos com formação cultural e científica para a vida social, profissional e cidadã, possibilitando um caráter crítico, se construindo. Cidadãos que participem da vida social, relacionando os conhecimentos obtidos em sala de aula com os fatos históricos e atuais, assim, não serão excluídos da sociedade globalizada. Ou seja, a escola deve se tornar um espaço de integração e síntese (LIBÂNEO, 1998).

Conforme artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a educação escolar deve estar sempre vinculada ao mundo do trabalho e a prática social. Ou seja, a educação deve formar o cidadão desde a infância para as diversas situações que encontrara durante sua evolução como ser humano e produtivo. Tratando como um processo formativo e evolutivo. Pois cada indivíduo interage com o ambiente desenvolvendo aprendizagem através dos acontecimentos, evoluindo o pensamento.

Como recurso didático, a cartilha oferece vantagens, pois desperta interesse e interesse nos alunos, estimulando seu senso crítico e isso é algo que o educador deve fazer em sua prática de docência.

## **6 MATERIAL E MÉTODOS**

### **6.1 Tabulação dos estágios de bacharelados**

Através de uma leitura dos relatórios de estágios realizados, fez-se uma tabulação dos mesmos segundo a área, período de realização e aqueles que apresentaram equações químicas.

Tabela 1: Dados da área solicitada para realização dos estágios, quantos estágios em cada área e período de realização.



## **6.2 Definição das áreas de estágio**

Em seguida, definiram-se os relatórios de estágios a serem utilizados como referência e leitura, estes contendo equações químicas do processo industrial.

As áreas de estágio que apresentaram descrição do processo utilizando de equações químicas foram:

- Agronômica;
- Indústria de alimentos;
- Indústria de bebidas;
- Galvanoplastia.

## **6.3 Elaboração de textos como materiais didáticos e elaboração das cartilhas**

A partir das informações contidas nos relatórios, foram elaborados materiais de apoio que possam ser utilizados como exemplos de aplicação da química, em sala de aula.

Através das áreas selecionadas, as seguintes cartilhas foram produzidas:

- Análise do solo;
- Indústria de vinho;
- Galvanoplastia;
- Análise de Qualidade do Leite.

## **6.4 Cartilhas produzidas**

### **Cartilha 1: Análise do Solo**

#### **1 INTRODUÇÃO**

O solo é a base das plantas, pois através dele, estas recebem os nutrientes necessários para seu desenvolvimento e boa produtividade. Para melhor

conhecermos a composição do solo, análise elementar química é realizada com pequena quantidade deste, identificando sua composição.

## **2 OBJETIVOS**

Através de estágios de bacharelado em Química, elaborar materiais didáticos alternativos auxiliares em aulas de Química.

## **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1 O Solo**

O solo é a parte superficial da crosta terrestre que sofre intemperismo, contendo matéria orgânica e seres vivos. Nele se desenvolvem os vegetais, obtendo através das raízes, a água e os nutrientes (VAN RAIJ, 1987). Do ponto de vista agrícola, é uma mistura de materiais minerais e orgânicos da superfície da terra que serve de ambiente para o crescimento das plantas (COELHO, 1973).

### **3.2 Composição do solo**

Os solos possuem quatro componentes principais: matéria mineral, matéria orgânica, ar e água, sendo que esses componentes não se encontram isolados uns dos outros (FERREIRA, 1986). Da proporção entre eles, depende a produtividade do solo. Uma dose de solo ideal para o crescimento das plantas teria as proporções de água em 25%, ar em 25%, matéria mineral em 45% e matéria orgânica em 5% (COELHO, 1973).

A parte sólida do solo é constituída de duas partes: mineral e orgânica. A parte mineral fornece textura ao solo, relacionada a capacidade em reter água e conseqüentemente retendo nutrientes. A parte orgânica, constituída pela matéria orgânica, sendo o húmus responsável por diminuir efeitos nocivos de alumínio e manganês sobre a planta e é importante fornecedora de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e enxofre (COELHO, 1973).

### **3.3 Características do solo**

As características do solo são divididas em características físicas, biológicas e químicas (FERREIRA, 1986).

As principais características físicas do solo são (COELHO, 1973):

- Textura: propriedade relacionada com o tamanho das partículas do solo, classificando-o em areia, argila e limo;
- Estrutura: é a organização ou agrupamento dos sólidos do solo. Influi na permeabilidade e resistência a erosão;

Os microorganismos são responsáveis pela humificação da matéria orgânica e pelas reações químicas para o aproveitamento do nitrogênio para as plantas (FERREIRA, 1986).

### **3.4 Nutrientes essenciais para as plantas**

Originados das seguintes fontes: dos minerais do solo, da matéria orgânica do solo, da associação de algumas espécies de plantas com microorganismos, dos fertilizantes previamente adicionados e da atmosfera, através das descargas elétricas (ERNANI, 2008).

Os elementos nutritivos são divididos em dois grupos, com base na quantidade por elas absorvido: macronutrientes (elementos absorvidos em grandes quantidades pelas plantas) e micronutrientes (elementos absorvidos em pequenas quantidades). Dentro os macronutrientes são considerados dos subgrupos: principais e secundários (COELHO, 1973).

Os nutrientes com a sua respectiva classificação são os seguintes:

- Macronutrientes principais: nitrogênio e potássio;
- Macronutrientes secundários: cálcio, magnésio e enxofre;
- Micronutrientes: ferro, manganês, cobre, zinco, boro, molibdênio e cloro.

### **3.5 Nitrogênio (N)**

Responsável pelo crescimento vigoroso das plantas, necessário para a produção de clorofila e para a absorção de nutrientes, aumenta a produção de massa verde, determina a cor verde nas folhas e potencializa a utilização da água. O Nitrogênio faz parte das moléculas dos aminoácidos e da clorofila. Ajuda na absorção e metabolização de outros nutrientes (SOUZA et al, 2011).

Nitrificação e Desnitrificação:

Outros dois processos importantes com relação as diferentes formas de N presentes no solo e a proporção com que eles se encontram são a nitrificação e a desnitrificação.

A nitrificação é uma sequência do processo de mineralização. A nitrificação, ou oxidação do nitrogênio amoniacal a nitrato, é realizada no solo por bactérias quimiautotróficas que obtêm energia no processo e que podem sintetizar todos os seus constituintes celulares a partir do CO<sub>2</sub> (NOVAIS, 2007).

Nesse processo o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> é consumido pelos nitrificadores e rapidamente oxidado a NO<sub>2</sub><sup>-</sup> e, posteriormente, a NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (CANTARELLI, 2007 citado por COSTA et al, 2009; NOVAIS, 2007).

A desnitrificação é definida como um processo respiratório, que acontece na ausência de O<sub>2</sub>, na qual óxidos de nitrogênio servem como receptores finais de elétrons (CANTARELLI, 2007 citado por COSTA et al, 2009; NOVAIS, 2007). A desnitrificação é o principal processo biológico pelo qual o nitrogênio reativo retorna a atmosfera na forma de N<sub>2</sub>.

Também alcaliniza o solo. O processo acontece em quatro etapas (NOVAIS, 2007).

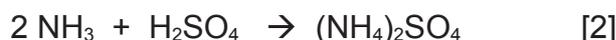
Equação:



### 3.6 Determinação de nitrogênio

Envolve a adição de ácido sulfúrico, o qual transforma todas as formas de nitrogênio da amostra na forma amoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), formando assim o sulfato de amônio.

Equação:

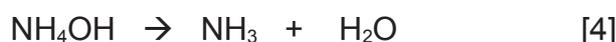


Após, adiciona-se hidróxido de sódio utilizando do processo de destilação. Sendo o obtido misturado com ácido bórico. Esta etapa de adição de hidróxido de sódio faz com que ocorra a liberação da amônia na forma de hidróxido, pois envolve aquecimento.

Equações:



Δ



Δ

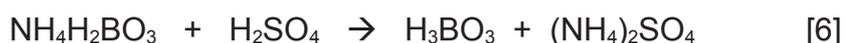
A solução de ácido bórico vai se transformando em borato de amônio, pois inicialmente apresentava coloração rósea e no final azul.

Equação:



E por fim, através de um processo de titulação, utilizando de uma solução ácida de ácido sulfúrico, obtém-se o nitrogênio na forma amoniacal podendo-o quantificar.

Equação:



### 3.7 Potássio (K)

Altas concentrações de K são necessárias para a ativação de muitas enzimas que participam do metabolismo da planta. Vital para a fotossíntese. Em situações de sua deficiência, ocorre redução da fotossíntese e aumento da respiração da planta. Isso reduz a acumulação de carboidratos e o crescimento e produção da planta (NOVAIS et al., 2007).

Macronutriente fundamental para um ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas. Os teores adequados para tal crescimento situam-se entre 2 a 5% do peso seco, dependendo da espécie e do estágio de desenvolvimento (BISSANI, 2004).

### 3.8 Determinação de Potássio

A concentração de potássio presente no solo é determinada através de fotometria de chama, apenas diluindo uma quantidade do solo, sem usar reagente. Apenas calibrando o espectrofotômetro com solução padrão de potássio.

### 3.9 Cálcio (Ca)

Oriundo das rochas e minerais (COELHO, 1973). Concentração exigida pelas plantas varia em função das culturas, mas os principais níveis variam de 10 a 200 kg/ha de Ca (COMERCIAL RIO VERDE, 2011). Seu teor no tecido vegetal varia geralmente entre 0,05 e 2,5% (TEDESCO, 1995).

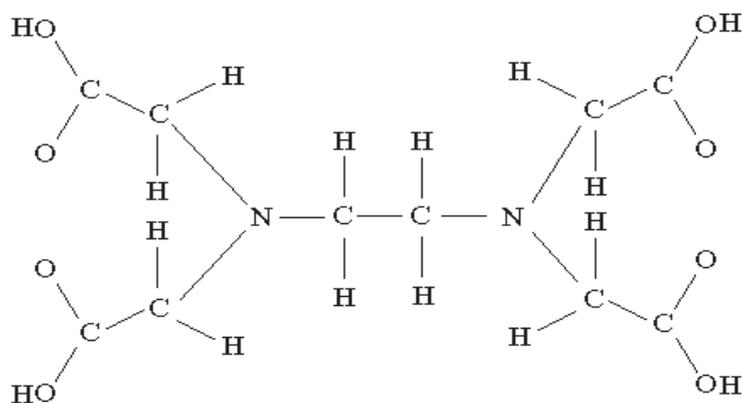
O íon Ca livre atua como regulador intracelular importante em numerosos processos bioquímicos e fisiológicos (NOVAIS; et al, 2007).

O Ca existe tanto como cátion como parte insolúvel dos minerais do solo. As formas disponíveis  $\text{Ca}^{2+}$  são adsorvidas nos colóides do solo. Pela troca de cátions, elas passam para a solução do solo e depois são absorvidas pelas plantas (GISMONTI,

2011). A maior parte do Ca do tecido vegetal se encontra sob formas não solúveis em água e sais cálcicos de baixa solubilidade, como carbonatos, sulfatos, fosfatos, silicato, citrato, malato e oxalato (NOVAIS; et al., 2007). Requerido em grandes quantidades pelas bactérias fixadoras de nitrogênio (NOVAIS; et al, 2007).

### 3.10 Determinação de cálcio

Retira-se uma alíquota de 20 mL do extrato de KCl após as 12 horas de repouso e coloca-se em um erlenmeyer. Coloca-se 20 mL de água destilada e 5 mL de solução coquetel para cálcio. Adiciona-se, então, 4 gotas do indicador calcon e titula-se com EDTA 0,01 mol L<sup>-1</sup> em uma bureta até a viragem da cor de rosa para azul. O resultado é expresso em miliequivalente em 100 mL de solo.



Molécula do ácido etilenodiaminotetracético

**Figura 1: Estrutura EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) (MATOS, 2011).**



### 3.11 Magnésio (Mg)

O Mg encontra-se no solo nas formas: trocável, não-trocável e na solução do solo (NOVAIS; et al, 2007).

Entre as principais funções do Mg nas plantas destaca-se a sua participação na clorofila, na qual o Mg corresponde a 2,7 % do peso molecular. Outra importante função deste macronutriente é a ativação de um grande número de enzimas (NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2011). Atua como "carregador" de fósforo, de modo que, na presença do Mg, a absorção de fósforo pelas plantas é maior (COMERCIAL RIO VERDE, 2011).

Também está disponível na forma de íon, qual é deslocado pelo complexo coloidal, ficando então retido no solo na forma de íon magnésio trocável (COELHO, 1973). O Mg é absorvido pelas plantas na forma  $Mg^{2+}$ .

### 3.12 Determinação de Cálcio e Magnésio

Uma quantidade do extrato do solo é utilizada. Adicionando no recipiente contendo o extrato água destilada e solução de Estrôncio em ácido clorídrico.

A solução de estrôncio, basicamente tem a função de evitar interferências devido a presença de fosfatos e de alumínio, os quais reagem com magnésio e cálcio, formando compostos termicamente estáveis.

Por fim, através do espectrofotômetro de absorção atômica determina-se a absorção do cálcio. Em seguida, adiciona água destilada naquele volume e mede-se novamente obtendo a absorção do magnésio (TEDESCO, 1995).



### 3.13 Presença de alumínio (Al) no solo

Quando o solo é muito ácido, o Al que está preso nos minerais da argila dissolve-se no solo como partículas tóxicas e eletricamente carregadas dificultando o desenvolvimento da maioria das plantas (FAÉ, 2011).

### 3.14 Determinação de Alumínio

O alumínio esta relacionado com a acidez do solo, ou seja, quanto maior sua concentração no solo, maior será a acidez do mesmo.

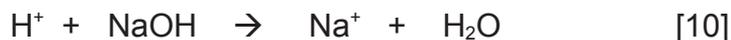
Uma quantidade da solução de cloreto de potássio é utilizada, juntamente com água destilada e o indicador azul de bromotimol para determinação de alumínio a amostra de solo. E através de um processo de titulação ácido-base com hidróxido de sódio, onde a reação completa obtida é verificada pela coloração azul intenso.

A acidez trocável compreende aquela causada pela hidrólise do Al em solução e pelo íon hidrogênio trocável. Em concentrações relativamente altas, o potássio (proveniente da solução extratora KCl) desloca principalmente íons alumínio do solo para a solução, os quais se hidrolisam liberando íons hidrogênio que podem ser titulados com uma base. Como o  $Al^{3+}$  é determinado por titulação

ácido-base, os componentes ácidos do solo extraídos com KCl são referidos como  $\text{Al}^{3+}$  trocável, indistintamente de sua natureza (TEDESCO; et al, 1995).

A seguir está representada a equação da reação de neutralização do  $\text{Al}^{3+}$  e do  $\text{H}^+$ .

Equações:



### 3.15 Matéria Orgânica (MO)

Os materiais orgânicos são constituídos principalmente por carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio e por quantidades normalmente pequenas de outros minerais (ERNANI, 2008). A fração orgânica existe em várias formas no solo, representando 5% dos constituintes sólidos, desde resíduos orgânicos recentemente adicionados (fração não húmica), até frações húmicas que já sofreram grandes transformações pelos microrganismos (ERNANI, 2008).

A MO afeta positivamente a atividade microbiana, a capacidade de retenção de água, a estrutura do solo, a capacidade de troca de cátions, a capacidade de formar quelatos, seu poder tampão e a adsorção específica de cátions e de vários metais poluentes (ERNANI, 2008). Parâmetro de grande utilidade na avaliação da fertilidade do solo, sendo considerado uma estimativa da disponibilidade de nitrogênio do solo e na consequente recomendação de adubo nitrogenado (TEDESCO et al., 1995).

### 3.16 Determinação de matéria orgânica através do carbono

Baseia-se na interação de uma quantidade do extrato da amostra com alguns reagentes. Primeiramente, adiciona-se dicromato de potássio, em seguida, ácido sulfúrico concentrado, deixando repousar. Após isso, adiciona-se água destilada, ácido fosfórico concentrado e o indicador difenilamina para titulação. Para titulação utiliza-se de uma solução de sulfato ferroso até a viragem da coloração de vinho/marrom para verde.

O dicromato de potássio em presença de ácido sulfúrico é responsável pela oxidação da matéria orgânica do solo, utilizando como catalisador da oxirredução o calor desprendido na diluição do ácido sulfúrico. Posteriormente, ocorre a titulação do excesso de dicromato de potássio com sulfato ferroso, usando o ácido fosfórico

para visualizar a cor do indicador. O ácido fosfórico elimina a cor amarela da solução de  $\text{Fe}^{3+}$  por meio da formação de um complexo  $[\text{Fe}(\text{PO}_4)_2]^{3-}$ .

A quantidade gasta de sulfato ferroso na titulação é a quantidade do excedente de dicromato de potássio na amostra analisada (TEDESCO et al., 1995). A matéria orgânica oxida-se a  $\text{CO}_2$  por íons dicromato, em meio fortemente ácido, conforme a equação.

Equação:



Na reação considera-se o dicromato reduzido equivalente ao carbono orgânico existente na amostra de solo e o excesso de dicromato é titulado com íons  $\text{Fe}^{2+}$  obtidos da solução de sulfato ferroso, conforme a reação a seguir (TEDESCO, et al, 1995).

Equação:



### 3.17 Acidez do solo

O potencial de hidrogênio do solo é indicado pelo valor do pH da solução do solo e representa a atividade do íon hidrogênio (ERNANI, 2008; FERREIRA, 1986). Um valor de pH inferior a 7,0 indica um solo ácido, um valor igual a 7,0 indica um solo neutro e um valor acima de 7,0 indica um solo alcalino (FERREIRA, 1986).

Existem dois tipos de acidez no solo: a ativa e a potencial. A acidez ativa é representada pela atividade de  $\text{H}^+$  na solução, relacionada com a disponibilidade de nutrientes no solo (ERNANI, 2008). A acidez potencial é constituída pelo somatório de todas as fontes de  $\text{H}^+$  que existem nos componentes sólidos do solo, principalmente o alumínio trocável e os grupos funcionais orgânicos e inorgânicos (ERNANI, 2008).

As principais causas da acidez do solo são (COELHO, 1973):

- As águas das chuvas que contém ácido carbônico;
- Cultivo intensivo, o solo vai se empobrecendo de bases trocáveis como cálcio e magnésio, ficando em seu lugar íons de hidrogênio;
- Erosão, removendo a camada mais superficial do solo, favorece a acidificação do solo, expondo as camadas mais ácidas do subsolo;

- Adubação continua com sulfato de amônio ou nitrato de amônio ocasiona a formação de ácidos minerais que acidificam o solo;
- Matéria orgânica.

### **3.18 Determinação do pH do solo (acidez ativa)**

Adiciona-se em quantidade de solo seco, solução de cloreto de cálcio, deixando em repouso e após agita-se em agitador mecânico horizontal. Após, faz-se a leitura em phmetro previamente aferido. Este método é simples e consiste basicamente em medir a variação do potencial em um eletrodo de vidro com a variação da atividade hidrogeniônica da solução em que ele está mergulhado, usando um eletrodo de referência.

### **3.19 Determinação do pH em SMP (acidez potencial)**

Utilizando da suspensão em que foi determinado o pH em cloreto de cálcio, adiciona-se solução tampão SMP, agitando e deixando em repouso. Após um dia, agita-o novamente, repousando e por fim, faz-se a leitura em phmetro aferido.

## **4 CONTEÚDOS ABORDADOS EM AULAS DE ENSINO MÉDIO**

Dentre os assuntos abordados anteriormente, verifica-se a relação dos mesmos com conteúdos abordados em aulas do Ensino Médio.

Tendo como base o livro de Ricardo Feltre utilizado atualmente como complemento as aulas de Química.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. Vol único. 1 ed. Moderna: São Paulo – SP, 1990.

### **1º ano**

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 2: Matéria e energia:

Elementos Químicos: Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Alumínio.

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 6: Funções Químicas:

pH, Acidez.

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 7: Reações Químicas:

Nitrificação e Desnitrificação

### 3º Ano

Conteúdos abordados na Unidade III, capítulo 24: Reações Orgânicas: Nitrificação e Desnitrificação.

### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BISSANI, Carlos A.. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Departamento de solos UFRGS: Porto Alegre – RS, 2004.

BRAGA, Gatão N. M.. **OS NUTRIENTES DAS PLANTAS - O CÁLCIO (CA), MAGNÉSIO (MG) E ENXOFRE (S)**. Disponível em: <<http://recantodasletras.uol.com.br/tutoriais/1394531>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2011.

COELHO, Fernando S. **Fertilidade do solo**. 2 ed. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola: São Paulo - SP, 1973.

COMERCIAL RIO VERDE. **Fertilizantes**. Disponível em: <[www.comercialrioverde.com.br/fertilizante/fosfato/fosfatosimples.php](http://www.comercialrioverde.com.br/fertilizante/fosfato/fosfatosimples.php)>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2013.

COSTA, Adriana Rodolfo; et. al. **Uso do Nitrogênio na Agricultura e suas Implicações na Emissão do Gás de Efeito Estufa Óxido Nitroso (NO<sub>2</sub>)**. Embrapa Arroz e Feijão: Santo Antônio de Goiás – GO, 2009.

ERNANI, Paulo R. **Química de solo e disponibilidade de nutrientes**. 1 ed. Lages - RS, 2008.

FAÉ, Aline. **ALUMÍNIO NO SOLO**. Disponível em: <[http://globalrelva.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=297:soil-aluminum&catid=78:cultural-practices&Itemid=88](http://globalrelva.org/index.php?option=com_content&view=article&id=297:soil-aluminum&catid=78:cultural-practices&Itemid=88)>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2013.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. Vol único. 1 ed. Moderna: São Paulo – SP, 1990.

FERREIRA, Pedro H. de M. **Princípios de manejo e de conservação do solo**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986.

MATOS, Maria A.C. **Titulações por Complexação**. 2011. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nupis/files/2011/04/aula-7-Volumetria-de-Complexa%C3%A7%C3%A3o-2011.11.pdf>>. Acesso em: 10 de março de 2013.

NOVAIS, Roberto F.; et. Al. **Fertilidade do solo**. 1 ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa, 2007.

NUTRIÇÃO DE PLANTAS. **Magnésio**. Disponível em: <<http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/culturas/algodao/funcoes.php>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2013.

SOUZA, Flavio de França; et al.. **Cultivo do Feijão Comum em Rondônia**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijaoComumRO/calagem.htm>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2013.

TEDESCO, Marino J. et. al. **Análise de solo, planta e outros materiais**. 2.ed revisada e ampliada. Porto Alegre: Departamento de Solos UFRGS, 1995.

## **Cartilha 2: Indústria de Vinho**

### **1 INTRODUÇÃO**

Hoje a viticultura, no Brasil ocupa uma área de, aproximadamente, 77 mil hectares, com vinhedos estabelecidos desde o extremo sul do país, até regiões situadas muito próximas ao equador (IBRAVIN, 2013).

O Brasil tem desenvolvido uma capacidade excepcional para a produção de vinhos de qualidade. Atualmente é considerado uma das melhores regiões no

mundo para o cultivo de uvas destinadas a produção de vinhos espumantes (IBRAVIN, 2013).

Neste contexto, são exigidos controles de qualidades rigorosos para a produção de vinhos no país. A Instrução Normativa nº 229, de 25 de Outubro de 1988 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento regulamenta padrões legais para alguns parâmetros físico-químicos em vinhos, que asseguram a qualidade no processo de produção dessa bebida. Para a qualidade dos vinhos, faz-se necessária análises físico-químicas dos mesmos, fornecendo características importantes, adequando ou não a bebida para consumo.

## **2 OBJETIVOS**

Através de estágios de bacharelado em Química, elaborar materiais didáticos alternativos auxiliares em aulas de Química.

## **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1 VINHOS**

Vinho é a bebida da fermentação alcoólica do mosto de uva sã, fresca e madura (BRASIL, 1988).

### **3.2 Classificações e Padrões de Qualidade dos Vinhos**

Segundo a Instrução Normativa nº 229, de 25 de Outubro de 1988 do MAPA, os vinhos são classificados e têm seus padrões de identidade.

- Quanto a classe: vinho leve, vinho de mesa, vinho espumante, vinho licoroso e vinho composto;
- Quanto a cor: tinto, rosado, rose ou clarete e branco;
- Quanto ao teor de açúcar: seco, meio doce e suave.

### **3.3 Vinho leve**

Vinho Leve é aquele com graduação alcoólica de 7 a 9% em volume, obtido exclusivamente pela fermentação dos açúcares naturais da uva, produzido durante a vindima, na região produtora.

### 3.4 Vinhos de mesa

Vinho de mesa é o vinho com graduação alcoólica de 10 a 13°GL, a 20°C.

Vinho frizante ou vinho gaseificado é o vinho de mesa de sabor seco ou adocicado, com uma gaseificação máxima de 1,5 atmosfera e mínima de 0,5 atmosfera, a 10°C, e graduação alcoólica não superior a 12,5°GL a 20°C;

Os ingredientes básicos são uvas frescas, sãs e maduras, e fica opcional a adição de sacarose e/ou mosto de uva para adoçamento.

### 3.5 Vinho espumante natural

Vinho espumante natural é o vinho cujo anidrido carbônico é resultante unicamente da sua própria fermentação alcoólica natural.

- Champanha (champagne) é o vinho espumante cujo anidrido carbônico seja resultante de uma segunda fermentação alcoólica do vinho, em garrafa ou grande recipiente, com graduação alcoólica de 10 a 13°GL, a 20°C e a pressão mínima de 03 atm, a 10°C.

- Vinho Moscatel Espumante ou Vinho Moscato Espumante é o vinho com graduação alcoólica de 07 a 10°GL a 20°C, resultante de uma única fermentação alcoólica do mosto de uva da variedade moscatel em garrafa ou autoclave, devendo apresentar a 10°C e a pressão mínima de 02 atm.

Quanto ao teor de açúcares totais calculados em g L<sup>-1</sup> de glicose, o champanha será designado de:

- Bruto: teor máximo de 15,0 g L<sup>-1</sup>;
- Extra seco ou seco: com teor variando de 15,1 a 20,0 g L<sup>-1</sup>;
- Meio seco ou meio doce: teores de 20,1 a 60,0 g L<sup>-1</sup>;
- Doce: teores superiores a 60,1 g L<sup>-1</sup>.

### 3.7 Licoroso

É o vinho doce ou seco, com graduação alcoólica de 14 a 18 °GL. Adicionado ou não de álcool potável, mosto concentrado, caramelo e sacarose (CARVALHO, 2012).

### 3.8 Composto

É bebida com graduação alcoólica de 15° a 18 °GL obtida pela adição ao vinho de macerados e/ou concentrados de plantas amargas ou aromáticas, substâncias de origem animal ou mineral, álcool etílico potável e açúcares. São o vermute, o quinado, o gemado, a jurubeba, a ferroquina e outros (CARVALHO, 2012).

### **3.9 Vinho Tinto**

Produzido a partir de variedades de uvas tintas. Sendo a diferença de tonalidade atribuída ao tipo de fruto e maturidade do mesmo (CARVALHO, 2012).

### **3.10 Rosado**

Produzido de uvas tintas, porém após breve contato, as cascas que dão a pigmentação ao vinho são separadas. Obtém-se também um vinho rosado a partir da mistura, de um vinho branco com um vinho tinto (CARVALHO, 2012).

### **3.11 Branco**

Produzido a partir de uvas brancas ou tintas, a fermentação é feita com ausência das cascas (CARVALHO, 2012).

### **3.12 Vinho Seco**

Possui até 5 gramas de açúcar por litro.

### **3.13 Vinho Meio Doce**

Possui de 5 gramas a 20 gramas de açúcar por litro.

### **3.14 Vinho Suave**

Possui mais de 20 gramas de açúcar por litro.

### **3.15 Controle de qualidade em vinhos**

A Legislação Brasileira prevê um controle de qualidade para vinhos estabelecendo limites para alguns parâmetros físico-químicos.

Essas análises, conhecidas como análises clássicas, correspondem ao conjunto de determinações efetuadas em mostos e nos vinhos e são exigidas para a comercialização da bebida. Estas contribuem para a formação de uma primeira impressão geral dos vinhos, além de informarem sobre aspectos importantes, tais

como cor, estrutura, qualidades e possíveis alterações causadas por agentes microbiológicos ou pela utilização de práticas e de produtos enológicos inadequados no vinho (RIZZON, 2010).

### **3.16 Parâmetros Físico-Químicos**

#### **3.16.1 Acidez total:**

A quantidade de ácido de um vinho é importante do ponto de vista do sabor e pelos seus efeitos, cor, estabilidade e vida média. A acidez total é determinada pelo método titulométrico e fundamenta-se na reação de neutralização dos ácidos com solução padronizada de álcali, até pH 8,2.

A acidez no vinho se deve a presença de ácidos componentes da uva e aqueles provenientes da fermentação. Os principais ácidos orgânicos de vinho provenientes da uva são: ácido tartárico, málico e cítrico, já os ácidos provenientes da fermentação são: ácido succínico, láctico e acético (AQUARONE; et al, 1983).

O limite adequado de acidez total em vinhos segundo a portaria n.229 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é 130 mEq L<sup>-1</sup>.

#### **3.16.2 Determinação de Acidez total em Vinhos**

A análise da acidez total em vinhos é a determinação da quantidade de ácidos totais tituláveis, realizada por método acidimétrico. O princípio da análise fundamenta-se na reação de neutralização dos ácidos com solução padronizada de álcali, até o ponto de equivalência ou potenciômetro até pH = 8,2, utilizando-se um indicador de pH correspondente.

Para determinação da acidez do vinho, uma quantidade de 10 mL da amostra é transferida para um erlenmeyer ou béquer de 250 mL contendo 100 mL de água destilada, livre de dióxido de carbono, previamente neutralizada. Em seguida deve-se titular com solução de Hidróxido de Sódio 0,1 N até coloração rosa, ou em casos de vinhos tintos a coloração deverá ficar verde escuro, usando 2-3 gotas de fenolftaleína como indicador, ou em pHmetro até pH 8,2.

A acidez total é expressa em meq L<sup>-1</sup> pela fórmula:

$$At = (1000 \times n \times N) / V$$

Onde:

At = Acidez total em meq/L;

n = Volume (mL) da solução de Hidróxido de Sódio gasto na titulação;

N = Normalidade da solução de Hidróxido de Sódio;

V = Volume (mL) da amostra;

### 3.16.3 Acidez volátil

A acidez volátil no vinho corresponde a quantidade de ácidos voláteis, que são produtos secundários da fermentação, um dos principais em quantidades é o ácido acético. Bactérias lácticas exibem a capacidade de converter o ácido málico em ácido láctico, mas podem também conferir ao vinho, uma série de características indesejáveis. O aumento da acidez volátil é um destes problemas porque deprecia a qualidade do vinho. No suco de uvas não há ácidos voláteis, porém, em vinhos, atribui-se a presença da acidez volátil ao ácido acético formado como produto secundário da fermentação alcoólica (SILVA, MURATORE, 2003).

Concentrações de acidez volátil acima 20 mEq L<sup>-1</sup> impedem sua comercialização. O destino de tais vinhos é geralmente a destilação. Uma quantidade balanceada de acidez volátil é importante para o aroma e sabor. O excesso de acidez volátil é sinal de vinhos com problemas (SILVA, MURATORE, 2003).

### 3.16.4 Determinação de Acidez volátil em Vinhos

Determinada por métodos titulométricos, o método baseia-se na titulação dos ácidos voláteis, separados da amostra através de arraste do vapor d'água e retificação dos vapores (a acidez do dióxido de enxofre livre e combinado no destilado conjuntamente não está compreendida na acidez volátil e deve ser separada da acidez do destilado, assim como a acidez do ácido sórbico, caso presente na amostra). Na titulação do destilado com solução de hidróxido de sódio.

Após eliminar todo o CO<sub>2</sub> presente na água, destila-se por arraste a vapor a amostra de vinho, utilizando-se água destilada previamente neutralizada, recolhendo o destilado. Em seguida, realiza-se a titulação com hidróxido de sódio em presença de fenolftaleína. Após a titulação acidimétrica do destilado, acidifica-se o meio com uma gota de ácido clorídrico (1:3), adicionando solução de amido indicador e titular com iodo 0,01 N o SO<sub>2</sub> livre até coloração azul, sendo o volume gasto de iodo nesta etapa chamado de n<sub>2</sub>. Em seguida, torna-se o meio alcalino (até rosa) com solução saturada de bórax. Acrescenta-se um cristal de iodeto de potássio para sensibilizar a

viragem do amido e titula-se com solução de iodo 0,01 N o SO<sub>2</sub> combinado, até a coloração azul estável. Sendo este n<sub>3</sub> o volume em mL de iodo gasto.

A acidez volátil bruta pode ser obtida em miliequivalentes por litro (meq L<sup>-1</sup>) pela fórmula de acidez total.

Equação:

$$A_t = (n_1 \times N \times 1000) / V$$

Onde:

n<sub>1</sub>: volume (mL) de iodo gasto da primeira etapa;

N: normalidade da solução de hidróxido de sódio;

Para a acidez volátil ser corrigida em meq L<sup>-1</sup> faz-se necessária a modificação da fórmula acima:

$$A_{vc} = 10 (n_1 - 0,1n_2 - 0,05n_3)$$

Onde:

n<sub>2</sub>; n<sub>3</sub>: volume (mL) de iodo gasto.

### 3.16.5 pH

O pH do vinho corresponde a concentração de íons de hidrogênio dissolvidos no mesmo. O valor do pH de vinhos brasileiros imposto pelo MAPA varia de 3,0 até 3,6, dependendo do tipo de vinho (branco ou tinto) da espécie de uva e da safra (REIS, 2004).

Determinado pelo método potenciométrico, onde se mede a diferença de potencial entre dois eletrodos mergulhados no líquido estudado. Um dos eletrodos tem um potencial que é uma função definida do pH deste líquido, o outro tem um potencial fixo e conhecido e constitui o eletrodo de referência (BRASIL, 1996).

### 3.16.6 Método para determinação do pH em vinhos

O princípio do método baseia-se na medida da diferença de potencial entre dois eletrodos mergulhados na amostra de vinho em análise. Um eletrodo de referência com um potencial constante e outro de medida com potencial determinado pelo pH do meio.

O aparelho deve ser calibrado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, a temperatura de 20 °C. Lava-se o eletrodo novamente com água destilada,

introduzindo-o na amostra, aguarda-se a estabilização do aparelho e então se obtém a leitura que indicará o pH da amostra de vinho.

### **3.16.7 Anidrido sulfuroso**

A ação eficaz do  $\text{SO}_2$  depende do meio e das condições de conservação de cada produto. Aos sais liberados em solução aquosa (como o vinho) denominamos  $\text{SO}_2$  livre (STEFENON, 2013).

Uma de suas fontes mais comuns é o metabissulfito de potássio (REIS, 2004). Inicialmente, o  $\text{SO}_2$  exerce uma ação seletiva que varia em função do microrganismo, ou seja, bactérias são mais sensíveis do que leveduras autóctones e estas sofrem mais a ação deste conservador do que as leveduras selecionadas (comerciais). Posteriormente, sua atividade antioxidásica bloqueia a ação de enzimas oxidantes, principalmente no início do processo de elaboração (obtenção do mosto), evitando reações de oxidação e o consequente escurecimento do vinho (STEFENON, 2013).

Além desta proteção enzimática, o  $\text{SO}_2$  reage fortemente com o oxigênio devido a alta afinidade do dióxido de enxofre por este substrato. Ao impedir a reação do oxigênio com os compostos orgânicos do vinho, ele protege polifenóis e ésteres de processos de oxidação, preservando a qualidade geral e a longevidade dos vinhos (STEFENON, 2013).

Seu uso, entretanto, deve ser racional, pois em doses elevadas pode retardar ou provocar paradas de fermentação, diminuir a intensidade de cor dos vinhos tintos e rosados, promover o surgimento de aromas desagradáveis além de oferecer riscos a saúde (STEFENON, 2013). O teor de anidrido sulfuroso total estabelecido pela Portaria n.229 do MAPA (1988) é de no máximo  $30 \text{ meq L}^{-1}$ .

### **3.16.8 Avaliação de Anidrido Sulfuroso**

Baseia-se em uma acidificação enérgica, depois o dióxido de enxofre é oxidado diretamente pelo iodo, utilizando o amido como indicador. A análise deve ser feita logo após a abertura da garrafa para reduzir a oxidação do  $\text{SO}_2$  livre.

Inicialmente deve-se realizar uma hidrólise ácida para que o anidrido sulfuroso combinado seja liberado e posteriormente titular com iodo. O ponto final da

reação é determinado quando houver uma viragem para azul forte, devido a falta de sulfito para consumir o iodo molecular, formando um complexo com o amido de coloração azul intensa.



Para a realização da análise deve-se misturar uma quantidade de vinho com ácido sulfúrico a 60% e solução de amido. Em seguida, é feita a titulação da amostra com uma solução de iodo até o aparecimento da cor azulada persistente. A quantidade de dióxido de enxofre livre é obtida através da fórmula:

$$\text{Dióxido de enxofre livre} = (v \cdot N \cdot 32 \cdot 1000) / V$$

Onde:

v: volume da solução de iodo gasto na titulação em mL;

N: normalidade da solução de iodo;

V: volume da amostra de vinho em mL.

### 3.16.9 Teor alcoólico

Obtido por meio de um método densimétrico, correspondente ao número de litros de álcool etílico em 100 litros de vinho, o fornecimento da porcentagem de álcool em volume, isto é, mL de álcool em 100 mL de solução, é dada na unidade Gay Lussac (°GL) (REIS, 2004).

Os teores alcoólicos permitidos pela legislação variam de acordo com a classificação do vinho, tendo um mínimo de 7 a 9 °GL em vinhos leves que varia até a faixa entre 14 e 18 °GL em vinhos licorosos.

### 3.16.10 Avaliação do Teor alcoólico por destilação

O teor alcoólico corresponde ao número de litros de álcool etílico em 100 litros de vinho. O princípio do método é a destilação do vinho e posterior medida do grau alcoólico por densimetria.

Para a realização do procedimento uma quantidade do vinho é colocado, a temperatura de 20 °C em um balão de destilação. Adicionando solução de óxido de cálcio, para neutralizar a acidez do vinho e evitar a passagem dos ácidos voláteis ao destilado, o que provocaria um aumento da densidade, diminuindo o grau alcoólico.

Recolhem-se três partes do destilado, adicionando água destilada. Determina-se a densidade do destilado a 20 °C em um alcoômetro com teores pequenos (10 a 20 °GL) calibrado para uma temperatura de 20 °C.

### 3.16.11 Açúcares redutores

Os monossacarídeos, glicose e frutose são açúcares redutores por possuírem grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Os dissacarídeos que não possuem essa característica sem sofrerem hidrólise da ligação glicosídica são denominados de açúcares não redutores. A análise desses açúcares é uma atividade rotineira nos laboratórios das indústrias alimentícias (SILVA et al, 2003).

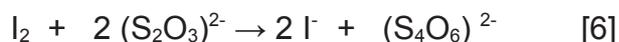
A quantidade de açúcares redutores presentes no vinho têm uma influência na evolução, na conservação e qualidade do produto final. Além de ser propícios ao crescimento de microrganismos, causando aumento da acidez do vinho (CESCA, 2009).

Os teores de açúcares permitidos pela legislação variam de 2 a 5 g L<sup>-1</sup> de açúcares totais residuais em sua composição, de acordo com o tipo de vinho.

### 3.16.12 Análise de Açúcares redutores

O princípio do método baseia-se na reação do açúcar contido no vinho com o cobre presente em uma solução cuproalcalina. Os íons cúpricos são determinados por iodometria.

Açúcares redutores são aqueles que, quando aquecidos em meio alcalino na presença de minerais, têm a propriedade de reduzir esses metais, reduzindo dessa forma os íons de cobre da solução cuproalcalina, nessa análise o açúcar redutor se oxidará e os íons Cu<sup>2+</sup> se reduzirão a Cu<sup>+</sup>, que precipitará como Cu<sub>2</sub>O. O excesso de íons Cu<sup>2+</sup> se determina iodometricamente, segundo as reações que seguem.



Na presença de amido o iodo molecular forma um complexo de cor azul escuro, o mesmo não ocorre quando o iodo esta na forma de iodeto, sendo assim,

determinado o ponto final da titulação quando todo o iodo molecular é consumido, a solução passa para uma coloração branca leitosa.

Para a análise é necessário misturar duas soluções, reagente Fehling A e reagente Fehling B com uma quantidade da amostra de vinho, fervendo-as. Após fervura, deve-se resfriá-las até 15 °C, adicionando iodeto de potássio e ácido sulfúrico. Titula-se com tiosulfato de sódio, utilizando como indicador amido, que forma um complexo de cor lilás e que passa para uma coloração esbranquiçada no momento da viragem.

Reagente de Fehling A:

- Sulfato cúprico.

Reagente de Fehling B:

- Hidróxido de sódio;
- Tartarato de potássio e sódio;
- Água destilada.

Este reativo é considerado uma mistura de uma solução alcalina de tartarato duplo de sódio, potássio e solução de  $\text{CuSO}_4$ , o qual apresenta uma coloração azul escura, que possui um íon complexo de cobre II (COLÉGIO WEB, 2012).

A solução a ser testada é aquecida junto ao licor de Fehling, em um precipitado de cor vermelho marrom de óxido cuproso, indicando a presença de um aldeído. Enquanto as cetonas não reagem.

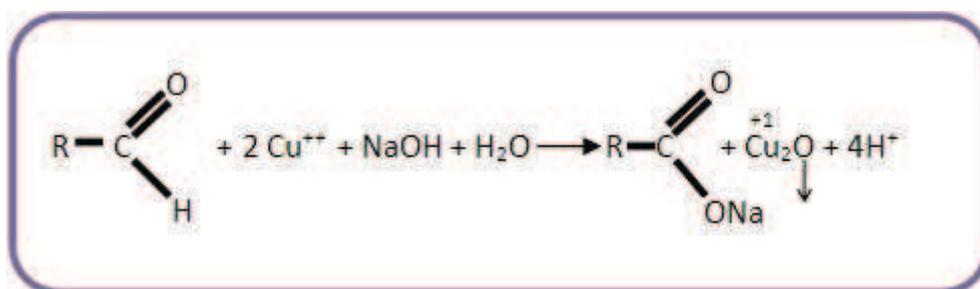
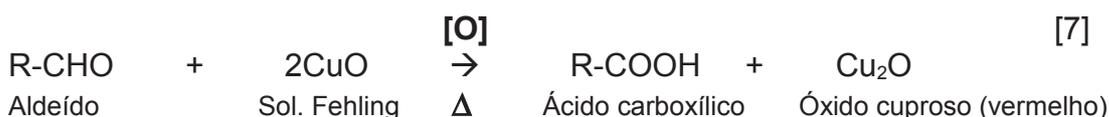


Figura 1: Reação com reagente Fehling.

### 3.16.13 Densidade

A densidade do vinho é consequência da graduação alcoólica e da quantidade de açúcar residual (RIZZON, 2010). Apresentando valor próximo a um  $1 \text{ g/cm}^3$ , sendo que a do álcool é de  $0,7943 \text{ g cm}^{-3}$ , sendo que o álcool diminui a densidade dos vinhos e açúcares e extratos aumentam a densidade dos mesmos.

Segundo consta na Portaria n.229 do Ministério da Agricultura (1988), o intervalo permitido para a densidade em vinhos é de  $0,993$  a  $0,997 \text{ g cm}^{-3}$ .

#### **3.16.14 Análise da Densidade**

A determinação da densidade relativa é a relação expressa de massa volumétrica ( $\text{gcm}^{-3}$ ) do vinho a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Determinada por um densímetro graduado.

Para a análise, ajusta-se uma amostra do vinho a temperatura específica, homogeneizando bem. Em uma proveta, introduz-se o densímetro na amostra, quando o mesmo estiver em repouso e na temperatura adequada, anota-se o valor da densidade relativa do vinho.

### **4 CONTEÚDOS ABORDADOS EM AULAS DE ENSINO MÉDIO**

Dentre os assuntos abordados anteriormente, verifica-se a relação dos mesmos com conteúdos abordados em aulas do Ensino Médio.

Tendo como base o livro de Ricardo Feltre utilizado atualmente como complemento as aulas de Química.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. Vol único. 1 ed. Moderna: São Paulo – SP, 1990.

#### **1º ano**

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 6: Funções Químicas: pH, Acidez.

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 7: Reações Químicas: Anidrido Sulfuroso e Açúcares Redutores.

#### **3º Ano**

Conteúdos abordados na Unidade III, capítulo 24: Reações Orgânicas: Anidrido sulfuroso e Açúcares redutores.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUARONE, Eugênio; et al. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. Vol 5. Edgard Blücher Ltda: São Paulo – SP, 1983.

BRASIL. Ministério da Agricultura Abastecimento e Pecuária. **Exame laboratorial de mercadoria - Procedimentos de coleta, prazo de guarda, destinação de amostras e emissão de laudo técnico**. Instrução normativa n. 25 de 03 de junho de 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. Portaria nº 55 de 27/07/2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos analíticos oficiais para bebidas e vinagres**. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 1986. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília – DF, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 229, de 25 de Outubro de 1988. **Regulamento Técnico sobre Padrões físico-químicos para bebidas e vinagres**. Diário Oficial da União, Brasília – DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. LANARA. **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes**. Brasília - DF, 1981.

CARVALHO, Kallyana M. **Tecnologia da Panificação e Derivados**. Módulo II. Disponível em:  
<<http://www.ciencialivre.pro.br/media/ac7759cfd92cbb92ffff8166fffd502.pdf>>.  
Acesso em: 20 de janeiro de 2013.

CESCA, Morgana. **Comparação inter-laboratorial de análises físico-químicas do vinho**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul: Bento Gonçalves - RS, 2009.

COLÉGIO WEB. **Reagente de Fehling**. 2012. Disponível em: <<http://www.colegioweb.com.br/quimica/reativo-de-fehling.html>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2013.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. Vol único. 1 ed. Moderna: São Paulo – SP, 1990.

IBRAVIN. **Histórico do vinho no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2013.

REIS, Henrique S.. **Caracterização físico-química de vinhos argentinos, chilenos e brasileiros**. Universidade Católica de Goiás: Goiânia – GO, 2004.

RIZZON, Luiz A.. **Metodologia para análise de vinho**. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília – DF, 2010.

SILVA, Gildo. A.; MURATORE, Liliane. **Influência da Fermentação Maloláctica Espontânea sobre a Evolução da Acidez Volátil em Vinhos Cabernet Sauvignon**. EMBRAPA – Uva e Vinho: Bento Gonçalves – RS, 2003.

STEFENON, Cláudia A.. **O papel do dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) nos vinhos**. Revista Adega. Disponível em: <<http://revistaadega.uol.com.br/edicoes/31/artigo90832-1.asp>>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2013.

### **Cartilha 3: Análise de Qualidade do Leite**

#### **1 INTRODUÇÃO**

As análises de qualidade do leite são muito importantes, pois através destas podemos verificar se houve adulteração e se as praticas de boa higiene estão sendo realizadas, seja desde a produção até o processamento de seus derivados (queijos, iogurtes, etc.). Garantindo a qualidade dos produtos e segurança ao consumidor.

#### **2 OBJETIVOS**

Através de estágios de bacharelado em Química, elaborar materiais didáticos alternativos auxiliares em aulas de Química.

### **3 REFERÊNCIAL TEÓRICO**

O leite é o produto da secreção das glândulas mamárias de uma fêmea mamífera domesticada pelo homem. Sendo composto por água, açúcar (lactose), gordura, proteína (caseína), minerais e gases.

#### **3.1 Leite fraudado**

Entende-se por falsificação a adição ou subtração parcial ou total de qualquer substância na composição de um produto. Considera-se fraudado, adulterado ou falsificado o leite que (BRASIL, 1997):

- For adicionado de água;
- Tiver sofrido subtração de qualquer dos seus componentes, exceto a gordura nos tipos “C” e “magro”;
- For adicionado de substâncias conservadoras ou quaisquer elementos estranhos a sua composição;
- For de um tipo e se apresentar rotulado como de outro de categoria superior;
- Estiver cru e for vendido como pasteurizado;
- For exposto ao consumo sem as devidas garantias de inviolabilidade.

##### **3.1.1 Prova para fraude - Teste do Alizarol/Álcool**

Esta análise possibilita a determinação rápida e aproximada da acidez do leite por colorimetria, identificando se o leite está fraudado. Trata-se de uma combinação da prova do álcool com a determinação colorimétrica do pH através do indicador alizarina permitindo observar de forma simultânea a floculação da caseína e a viragem da cor devido a mudança de pH (MAPA, 2011). O álcool quando adicionado no leite produz uma desidratação parcial ou total de colóides hidrofílicos do leite, podendo haver perda de equilíbrio e consequente floculação, desde que o leite apresente acidez superior a 20 °D ou pH 6,3 a 6,4.

A estabilidade da fração protéica do leite diminui com o aumento da acidez.

Interpretação:

- Cor pardo-avermelhado sem coagulação 14 a 18 °D;

- Cor pardo avermelhada com coagulação fina 19 a 21 °D;
- Amarelo com coagulação maior 21 °D;
- Violeta menor 14 °D (leite alcalinizado ou fraude com água).

### 3.2 Acidez

Apresenta pH próximo da neutralidade, pH 6,8 e acidez entre 14 a 18 °D.

#### 3.2.1 Acidez titulável - Método Dornic

Esta análise é utilizada quando se necessita conhecer a acidez do leite com exatidão. Envolvendo uma titulação ácido/base com soluções de NaOH e indicador fenolftaleína.

Cada 0,1 mL de solução gasto na titulação, corresponde a 1 °D ou a 0,1g de ácido láctico/litro.

### 3.3 Densidade

Relação entre peso e volume. Assim, um litro de leite normal pesa de 1.024 a 1.028 gramas. Abaixo ou acima desse intervalo, o leite pode ter a sua qualidade comprometida e ser recusado pelas indústrias. Deve-se considerar que um leite com um alto teor de gordura, como por exemplo, acima de 4,5%, terá provavelmente uma densidade abaixo de 1.028 gramas. Para evitar fraudes por aguagem, a densidade do leite é medida, diariamente, na indústria (VIEIRA, 2005). Por fim, a densidade do leite apresenta valores entre 1,024 g cm<sup>-3</sup> a 1,028 g cm<sup>-3</sup> a 15 °C.

#### 3.3.1 Determinação da densidade do leite

Utiliza de um densímetro, sendo introduzido em uma proveta contendo o leite.

### 3.4 Peroxidase e Fosfatase

O leite contém várias enzimas de elevada especificidade, que atuam como catalisadores bioquímicos, provocando importantes modificações em baixas concentrações. De maior interesse industrial são a peroxidase e a fosfatase alcalina que são úteis para diferenciar se o leite foi submetido ao processo de pasteurização ou ao processo de esterilização (TRONCO, 2008).

Tabela 3: Testes de controle do grau de aquecimento do leite.

Tipo do leite	Fosfatase alcalina	Peroxidase
Leite cru	Positiva	Positiva

Leite pasteurizado	Negativa	Positiva
Leite esterilizado, superaquecido ou fervido	Negativa	Negativa

### 3.4.1 Peroxidase

A peroxidase serve para controlar o tratamento térmico do leite a uma temperatura de 85-90 °C durante 20 segundos aproximadamente. Trata-se de uma enzima oxidante, capaz de liberar oxigênio do peróxido de hidrogênio e de ser destruída a 80 °C por alguns segundos. Possui propriedade de desdobrar a água oxigenada e liberar oxigênio ativo, o qual pode fixar-se a uma substância oxidável, como o guaiacol, produzindo uma oxidação de cor salmão (rosado). Essa coloração é apresentada em caso positivo. Já em caso negativo, todo o leite permanecerá branco (TRONCO, 2008).

#### 3.4.1.1 Análise de Peroxidase

Em um tubo de ensaio, adiciona-se guaiacol e a amostra de leite em estudo, agitando por 30 segundos. Em seguida, adiciona-se 3 gotas de peróxido de hidrogênio. Segundo Tronco (2008) a peroxidase presente no leite desdobrará a água oxigenada em água e oxigênio oxidante; transferida para a molécula de guaiacol, o oxigênio ficará oxidado.

Equação:



Se a solução apresentar uma coloração salmão pode-se concluir que a enzima peroxidase está presente de forma ativa no leite, o que indica que o produto não sofreu um superaquecimento, ou seja, que não ultrapassou a temperatura de pasteurização.

### 3.4.2 Fosfatase alcalina

A fosfatase é muito usada na indústria para controlar a pasteurização do leite, processo que se baseia na liberação do fenol de compostos fosforados. O fenilfosfatodissódico, em presença de fosfatase, libera fenol, detectado mediante reações colorimétricas. A fosfatase alcalina é normalmente encontrada no leite cru e destruída pelo calor produzido no processo de pasteurização (72 °C por 15 minutos ou 63 - 65 °C por 30 minutos). A presença desta enzima em uma amostra de leite

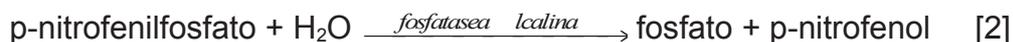
pasteurizado constitui indicativo de que o leite não sofreu tratamento térmico adequado, podendo ter ocorrido mistura ou recontaminação de leite cru (TRONCO, 2008).

#### 3.4.2.1 Análise de Fosfatase

Num tubo de ensaio, adiciona-se leite e o reagente para análise de fosfatase.

Este reagente é preparado através da mistura do reagente 1 e reagente 2, o reagente 1 é composto por 2-amino-2-metil-1-propanol 1,1 mol.L<sup>-1</sup> com pH de 10,4; acetato de magnésio 2,0 mmol.L<sup>-1</sup>; sulfato de zinco 0,5 mmol.L<sup>-1</sup> e HEDTA 2,5 mmol.L<sup>-1</sup>. O reagente 2 é composto por p-nitrofenilfosfato 80 mmol.L<sup>-1</sup>.

A reação mediada pela ação da enzima fosfatase está representada na Equação 2.



Se a solução apresentar uma coloração amarela escuro, pode-se concluir que a enzima fosfatase está presente de forma ativa no leite, o que indica que o produto não passou por tratamento térmico, ou seja, que não foi pasteurizado.

Se a solução apresentar uma coloração amarela claro pode-se concluir que a enzima fosfatase não está presente de forma ativa no leite, o que indica que o produto sofreu um tratamento térmico que desativou a enzima, ou seja, que a temperatura de pasteurização foi atingida.

### 3.5 Gordura – Lipídeos

É o componente mais importante do leite. O leite enviado a indústria deve conter, no mínimo, 3% de gordura. Na indústria, a gordura dá origem a manteiga, sendo o seu teor responsável pelo diferencial no preço do leite pago ao produtor (VIEIRA, 2005).

Lipídeos são compostos de carbono, hidrogênio e oxigênio encontrado nos alimentos em forma de gordura ou óleo. Estes são formados por três moléculas de ácidos graxos ligados a uma de glicerol.

#### 3.5.1 Análise de Lipídeos pelo Método de Gerber

O método de Gerber utiliza a hidrólise ácida para extrair a gordura do alimento, sendo utilizado em leites e produtos lácteos. Esse método retira a gordura que está presente na forma de emulsão óleo/água cercada por um filme de proteína

e esta é liberada após a adição de ácido sulfúrico e álcool amílico, que facilita a separação da gordura e reduz o efeito de carbonização do ácido sulfúrico sobre a gordura (CECCHI, 2003).

Utiliza-se ácido sulfúrico e álcool isoamílico, misturados em uma amostra do leite. Agitando para total mistura.



Após centrifuga-se e leva a banho-maria com a rolha do butirômetro para baixo. Lê-se o deslocamento da gordura na parte inferior do menisco, indicando a percentagem de gordura.

De acordo com MAPA (2011), se este teste apresentar 3,4 % de gordura, o leite esta dentro dos padrões previstos.

### 3.6 Extrato Seco Total - EST

Extrato seco total é representado pela gordura, açúcar, proteínas e sais minerais. Quanto maior esse componente no leite, maior será o rendimento dos produtos.

#### 3.6.1 Determinação do extrato seco total

Este teste é determinado pelo Método de Ackermann. Este se baseia em um disco contendo os valores de densidade e gordura, relacionado os dois obtém-se o extrato seco total.

### 3.7 Extrato Seco Desengordurado - ESD

Extrato seco desengordurado compreende todos os componentes, menos a gordura (leite desnatado) (VIEIRA, 2005).

#### 3.7.1 Determinação do Extrato seco desengordurado

% ESD = %EST - % gordura

O valor obtido deve ser de no mínimo 8,4%.

#### 4 CONTEÚDOS ABORDADOS EM AULAS DE ENSINO MÉDIO

Dentre os assuntos abordados anteriormente, verifica-se a relação dos mesmos com conteúdos abordados em aulas do Ensino Médio.

Tendo como base o livro de Ricardo Feltre utilizado atualmente como complemento as aulas de Química.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. Vol único. 1 ed. Moderna: São Paulo – SP, 1990.

##### 1º ano

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 6: Funções Químicas: Ácidos e Bases.

##### 2º Ano

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 7: Reações Químicas: Reações Químicas.

##### 3º Ano

Conteúdos abordados na Unidade III, capítulo 24: Reações Orgânicas: Reações Químicas.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto n. 30.691, de 29 de março de 1952, alterado pelos Decretos n.ºs.1255, de 25 de junho de 1962, n. 1236, de 2 de setembro de 1994, n.1812, de 8 de fevereiro de 1996, e n. 2.244, de 4 de junho de 1997. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem ANIMAL-RIISPOA. BRASÍLIA, DF, 1997.**

CECCHI, Heloísa M.. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2 Ed. Editora da UNICAMP: Campinas - SP, 2003.

VIEIRA, Luiz C.; et al. **Qualidade do Leite**. Embrapa Amazônia Oriental: Belém – PA, 2005.

MAPA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 62, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2011.**

TRONCO, Vania M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2008.

## **Cartilha 4: Galvanoplastia**

### **1 INTRODUÇÃO**

A galvanoplastia é um tratamento de superfície que consiste em depositar um metal sobre outro, através da redução química ou eletrolítica para proteção, melhor condutividade e melhor capacitação para se soldar sobre a superfície tratada. Sendo utilizada também para melhorar a aparência, resistência ao atrito, melhorar a dureza superficial, entre outras (CRQ4, 2012).

### **2 OBJETIVO**

Através de estágios de bacharelado em Química, elaborar materiais didáticos alternativos auxiliares em aulas de Química.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

A galvanoplastia é um processo químico ou eletroquímico de deposição de uma fina camada de um metal sobre uma superfície, que pode ser metálica ou não, com o objetivo de embelezar as peças e também protegê-las contra a corrosão, aumentando sua durabilidade, melhorando as propriedades superficiais e características de resistência, espessura, condutividade e capacidade de estampar. A galvanoplastia é aplicada em vários ramos da atividade econômica: na indústria automobilística, na indústria de bijuterias, na construção civil, na indústria de utensílios domésticos, na informática, na indústria de telefonia e na recuperação de objetos decorativos. Para ganhar uma camada externa metálica, as peças são submetidas a um ou mais banhos, que podem ser de cromo, níquel, ouro, prata, cobre, zinco ou estanho (CRQ4, 2012).

O processo de galvanoplastia é realizado em três etapas: pré-tratamento, tratamento e pós-tratamento das peças. O pré-tratamento consiste na preparação da superfície da peça para que tenha aderência, favorecendo também a uniformidade e a aparência do metal que será depositado. Podendo ser realizado por escovação,

lixamento, polimento, decapagem e jateamento para remoção de rebarbas, sulcos, tintas, graxas e ferrugem.

Na etapa de tratamento a peça é submetida a um ou mais banhos de metais para que adquira uma fina camada metálica. Nessa fase, a peça é ligada ao pólo negativo de uma fonte de corrente contínua tornando-se cátodo, no qual ocorre a deposição do metal. Para a cromeação, por exemplo, a peça passa por um banho de cobre, outro de níquel e ao final recebe uma camada de cromo. O pós-tratamento consiste em um processo de lavagem com água fria ou quente, secagem em centrífuga, estufa ou jatos de ar, banho de óleo para embalagem, proteção e pintura ou envernizamento (CRQ4, 2012).

### **3.1 Mecanismos de Eletrodeposição**

A deposição ocorre pela dissociação do sal na solução, produzindo cátions e ânions, que serão atraídos pelos ânodos e cátodos respectivamente. No cátodo onde é ligado o pólo negativo, ocorre a redução de cátion, que se torna sólido, depositando-se sobre a superfície da peça que está sendo utilizada. No ânodo onde é ligado o pólo positivo, ocorre a oxidação do átomo metálico, que se torna um cátion, associando-se ao ânion que está sendo atraído (CAPARROZ, 2011).

### **3.2 Eletrodepósitos de Níquel**

O níquel é um material protetor de grande importância devido as suas propriedades físicas e químicas e é considerado o metal mais importante da galvanoplastia. Metal de cor prateado-clara, com boa resistência ao ataque químico. Os revestimentos de níquel possuem características de cor, resistência contra corrosão, dureza e ductibilidade (DILETA, 2004). São também sensíveis as ações do tempo, principalmente em atmosferas industriais, o que torna a camada sem refletividade especular, devido a formação de uma fina película de sulfato de níquel. Esse brilho é mantido, pela adição de uma fina camada de cromo, não alterando o efeito protetor, somente conferindo o brilho a peça.

Um dos grandes problemas dos processos galvânicos são as contaminações por materiais metálicos e orgânicos que, quando presentes, causam defeitos visíveis nas camadas, afetando o brilho, dureza, nivelamento e resistência a corrosão das peças produzidas (SARTORI, 2007).

Para a saúde também causam sérios problemas, uma vez que o níquel e seus compostos são absorvidos pela respiração, ficando retidos (DIVINO, 2008).

### 3.3 Solução de Níquel

Baseia-se na mistura de sulfato e cloreto de níquel em água quente (60°C). Em seguida, aumenta-se o pH da solução para 5,2 utilizando carbonato de níquel. Após, adiciona-se ácido bórico, filtrando e baixando o pH para 4,2 com ácido sulfúrico diluído (GALVANO, 2011).

### 3.4 Composição dos Banhos de Níquel

As substâncias presentes nos banhos de níquel são as seguintes e suas funções são as seguintes (GALVANO, 2011):

- Sulfato de níquel: fornece íons do metal na solução, que deverá ser depositado na peça;
- Cloreto de níquel: favorece a passagem de corrente proporcionando também a corrosão anódica;
- Ácido bórico: funciona como solução tampão catódico, ou seja, um regulador do pH na superfície catódica e na solução.

### 3.5 Colocação dos Anodos

Os ânodos eletrolíticos podem ser pendurados diretamente nos barramentos anódicos. Tanto os ânodos como as cestas devem ser ensacados com polipropileno, para se evitar que pequenas partículas que saiam dos ânodos entrem diretamente na solução (GALVANO, 2011).

### 3.6 Análise de níquel metálico

Para análise de níquel, coleta-se uma quantidade do banho adicionando a esta hidróxido de amônio e indicador murexida (purpurato de amônio ou sal de amônio do [ácido purpúrico](#)). Em seguida, titula-se com EDTA até uma coloração púrpura.



**[níquel metálico]** = V( mL) gastos de EDTA x 5,869

O indicador murexida é conhecido quimicamente como purpurato de amônio ou sal de amônio do [ácido purpúrico](#), possui a fórmula molecular  $\text{NH}_4\text{C}_8\text{H}_4\text{N}_5\text{O}_6$  ou  $\text{C}_8\text{H}_5\text{N}_5\text{O}_6\cdot\text{NH}_3$ , e é [indicador](#) para análise de metais em [compleximetria](#) (MERCK, 2011). A coloração púrpura observada ao final da titulação é proveniente do indicador, pois como observa-se este apresenta em sua composição ácido purpúrico, o qual demonstra a reação completa entre o níquel metal e o agente complexante EDTA.

### 3.7 Análise de Cloreto de Níquel

Utiliza-se de uma quantidade da amostra, adicionando cromato de potássio, titulando com nitrato de prata até coloração levemente amarronzada.

$$[\text{cloreto de níquel}] (\text{g L}^{-1}) = V \times 11,884$$

Onde:

V: volume ( mL) de  $\text{AgNO}_3$  gastos na titulação.

Multiplica-se o volume de nitrato de prata gasto por um fator 11,884, pois é proveniente da estequiometria da reação, ou seja, dos constituintes envolvidos na reação.

Equação:



Nesta análise, os cloretos são titulados usando-se uma solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) usando como indicador o cromato de potássio. Ao final da reação observa-se um precipitado marron-avermelhado de cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ).

Equação:



### 3.8 Sulfato de Níquel

Para obter-se a concentração de sulfato de níquel, deve-se manter uma relação com a concentração de níquel metálico e a concentração de cloreto de níquel, medidos anteriormente. A relação consiste:

$$[\text{Sulfato de Níquel}] = C \times 0,247 \quad (\mathbf{A})$$

$$(\text{g L}^{-1} \text{ níquel metálico} - A) \times 4,79 = \text{g/L de sulfato de níquel};$$

Onde:

C: concentração ( $\text{g L}^{-1}$ ) de cloreto de níquel.

Através da relação estabelecida afirma-se que a concentração de sulfato de níquel depende da concentração de níquel metálico e cloreto de níquel. No cálculo, os fatores multiplicados correspondem a percentagem de sulfato livre em solução, fornece íons do metal que deverá ser depositado na peça. Por isso a relação entre níquel metal e sulfato de níquel.

### 3.9 Análise de Ácido Bórico em Banho de Níquel

Em uma quantidade do banho, adiciona-se de 2 a 3 gotas de púrpura de bromocresol e manitol P.A. até formar uma pasta homogênea e firme. Em seguida, titula-se com hidróxido de sódio até coloração azul.

$$[\text{ácido bórico (g L}^{-1}\text{)}] = V \times 6,189$$

Onde:

V: volume (mL) de NaOH gastos na titulação.

Este constituinte é usado com a finalidade de reduzir a variação do pH, atuando como tampão. O ácido bórico é um ácido fraco, mantendo-se na solução como uma mistura de íons borato e ácido bórico não dissociado. Portanto multiplica-se o volume de titulante por 6,189, que indica a concentração de íons borato e ácido bórico não dissociado. Quando os íons hidrogênio são removidos pela sua redução, o ácido bórico, não dissociado, dissocia-se mantendo o pH. Quando há adição de ácido, íons borato se combinam com íons hidrogênio adicionais, formado ácido bórico não-dissociado.

### 3.10 Eletrodepósitos de cobre ácido

Os banhos de cobre ácidos de base de sulfato de cobre baseiam-se sobre as seguintes características (GALVANO, 2011):

- Alta velocidade de eletrodeposição;
- Alto nivelamento;
- Camadas dúcteis;
- Alto brilho de camada de cobre;
- Processo econômico.

### 3.11 Composição dos Banhos de Cobre Ácido

- Sulfato de cobre puro: concentração entre 175 – 250 g L<sup>-1</sup>;

- Ácido sulfúrico: concentração entre 50 – 70 g L<sup>-1</sup>;
- Ácido clorídrico: concentração entre 0,1 – 0,15 mL L<sup>-1</sup>;
- Cobre Metálico: concentração depende da quantidade de íons Cu<sup>2+</sup> presente no banho, os quais são oriundos do desgaste dos anodos;
- Cianeto de Cobre: concentração determinada pelo fornecedor do produto. (DILETA, 2011).

### 3.12 Função de alguns componentes

- Cianeto De Cobre: após sua dissolução em cianeto de sódio ou potássio, é o complexo fornecedor de íons cobre, ou seja, a fonte metálica;
- Cianeto Livre: a concentração do cianeto livre influi positivamente na adesão, penetração, aparência e na dureza do cobre depositado. É também necessário para combinar com os íons cuprosos formando o sal de complexo solúvel (GALVANO, 2011).

### 3.13 Colocação dos ânodos

Para os banhos de cobre ácidos foram desenvolvidos ânodos de cobre especiais chamados ânodos "fosforados". Estes formam um filme preto durante a eletrólise, o qual não aumenta a resistência elétrica e permite ao ânodo se dissolver uniformemente (GALVANO, 2011).

### 3.14 Eletrodepósitos de Cobre Alcalino

O banho de cobre alcalino é utilizado para fornecer uma camada que serve de base ao processo de cobre ácido. Durante o processo de deposição o cobre depositado é repostado pela corrosão anódica (SURTEC, 2011).

Utilizando um ânodo do tipo livre de oxigênio, que se dissolve regularmente e reduz a possibilidade de formação de camadas ásperas (SURTEC, 2011).

### 3.15 Eletrodepósitos de Estanho

Oferece alto brilho e alta velocidade de deposição em soluções ácidas de estanho, podendo ser usado tanto em aplicações da indústria eletrônica, como em aplicações decorativas. Esse processo deposita camadas brilhantes diretamente do banho e distingue-se por sua estabilidade, facilidade de operação e excepcional

uniformidade de brilho, inclusive em zonas de baixa densidade de corrente (ELECTRO, 2011).

O teor de estanho metal deve ser mantido em função do aumento ou da diminuição da área anódica. Devem-se efetuar análises semanais para verificar a concentração de sulfato de estanho, estanho metálico e ácido sulfúrico (ELECTRO, 2011).

### 3.16 Banho de Estanho

Utiliza-se de água destilada de boa qualidade, adicionando a mesma ácido sulfúrico, deixando em repouso para que esteja a temperatura ambiente. Adicionando aditivos específicos (ELECTRO, 2011).

### 3.17 Análises realizadas em banho de Estanho

#### Análise de estanho metálico e cálculo de sulfato de estanho em banho de estanho ácido

Uma quantidade da amostra deve ser misturada com água destilada, ácido clorídrico e solução de amido. Titulando com solução de iodo até coloração azul.



$$[\text{Estanho Metálico (g/L)}] = V \times 1,187$$

$$[\text{Sulfato de estanho (g L}^{-1}\text{)}] = [\text{Estanho Metálico (g L}^{-1}\text{)}] \times 1,808$$

Onde:

V: volume (mL) de solução de iodo gasto na titulação.

A solução de sulfato de estanho é o eletrólito na solução, pois quando ocorre passagem de corrente elétrica, os íons positivos de estanho ( $\text{Sn}^{2+}$ ) migram através da solução até o aço, formando uma camada de estanho em sua superfície.

### 3.18 Análise do Ácido Sulfúrico em Banho de Estanho Ácido

Para a análise, coleta-se uma amostra do banho de estanho, adicionando água destilada e algumas gotas do indicador vermelho de metila. Titulando em seguida, com hidróxido de sódio até coloração amarelada.

$$[\text{Ácido Sulfúrico (g L}^{-1}\text{)}] = V \times 4,9$$

Onde:

V: volume (mL) de NaOH gasto na titulação.

O fator estabelecido no cálculo é devido a relação estequiométrica da reação. Ocorre uma relação de equilíbrio com a titulação.

Equação:



Portanto mede-se a concentração de íons sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) presente na solução. Nesse caso, quando o ácido sulfúrico é adicionado ao banho este se ioniza, formando íons  $\text{H}^+$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Os íons sulfato irão ligar-se com os íons  $\text{Sn}^{2+}$  liberados através da corrosão anódica provocada pelos íons  $\text{H}^+$ , formando sulfato de estanho, que é quantificado na análise.

### 3.19 Análise de Ácido Clorídrico

Nesta análise está sendo medida a concentração em percentagem de ácido muriático presente na solução.

Coleta-se uma quantidade do banho, adicionando água destilada e algumas gotas do indicador metilorange. Titulando com hidróxido de sódio até coloração amarelada.

Equação:



[Ácido Muriático (%)] = V (mL) gastos de NaOH x %

Como a concentração ideal é 50%, quanto mais próxima desse valor for a concentração medida, menos reforço será necessário efetuar. Para efetuar-se o reforço nos tanques, deve-se calcular a quantidade necessária a ser reforçada. Para calcular o reforço, efetuar o seguinte cálculo: padrão (50%) - resultado análise em %, o resultado obtido multiplicar por (volume do tanque / 100), este será o reforço em kg. Para reforço em litros, dividir o reforço em kg por 1,6, e então teremos o reforço em litros de ácido clorídrico, na concentração 50%.

### 3.20 Eletrodepósitos de Cromo

As camadas de cromo apresentam baixo coeficiente de fricção, alta resistência a temperatura e a corrosão, alta dureza. Essas são algumas das características que fazem deste revestimento um dos mais utilizados (CROMO DURO, 2011).

A resistência a corrosão é dada pela formação de uma fina camada de óxidos que se forma muito rapidamente e apresenta excelentes características anti-corrosivas. A resistência química das camadas de cromo é alta na maioria dos meios agressivos, seja ácidos ou álcalis, mantendo as características anticorrosivas mesmo com o aumento da temperatura (CROMO DURO, 2011).

### **3.21 Análise de Ácido Crômico por Aerômetro de Baumé**

Através de uma quantidade de amostra, com auxílio de um aerômetro é possível fazer a leitura da concentração em graus Baumé (°Bé),

A concentração padrão de ácido crômico deve ficar em  $300 \text{ g L}^{-1}$  nos banhos de cromo. Cada grau Baumé medido estabelece uma regra com a concentração de ácido crômico, ou seja, cada 1 °Bé equivale a  $12 \text{ g L}^{-1}$ .

## **4 CONTEÚDOS ABORDADOS EM AULAS DE ENSINO MÉDIO**

Dentre os assuntos abordados anteriormente, verifica-se a relação dos mesmos com conteúdos abordados em aulas do Ensino Médio.

Tendo como base o livro de Ricardo Feltre utilizado atualmente como complemento as aulas de Química.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. Vol único. 1 ed. Moderna: São Paulo – SP, 1990.

### **1º ano**

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 5: Ligações Químicas: Eletronegatividade, Oxi-redução.

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 6: Funções Químicas: Ácidos e Bases, Sais, Óxidos.

### **2º Ano**

Conteúdos abordados na Unidade II, capítulo 13: Propriedades Coligativas: Soluções iônicas.

Conteúdos abordados na Unidade II, capítulo 17: Eletroquímica:

Eletrólise.

Conteúdos abordados na Unidade I, capítulo 7: Reações Químicas:  
Reações Químicas.

### **3º Ano**

Conteúdos abordados na Unidade III, capítulo 24: Reações Orgânicas:  
Reações Químicas.

## **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CRQ4: Conselho Regional de Química – IV Região. **Processo de Galvanização**. Conselho Regional de Química: São Paulo, 2012.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. Vol único. 1 ed. Moderna: São Paulo – SP, 1990.

CAPARROZ, Fernando. **Galvanoplastia**. Disponível em <<http://www.fernandocaparroz.kit.net/rotogravura/galvanoplastia.htm>>. Acesso em: 05 de março de 2013.

CROMO DURO. **Eletrodepósitos de cromo**. Disponível em: <[http://www.cromosl.com.br/cromo\\_duro.html](http://www.cromosl.com.br/cromo_duro.html)>. Acesso em: 10 de março de 2013.

DILETA. **Manual do Processo de Niquelagem e Cromagem**. São Paulo, 2004.

DIVINO, Daniela Amor. **Minimização do teor de níquel e cromo em resíduos de indústrias galvânicas**. Pato Branco: Trabalho de Conclusão de Curso – UTFPR, 2008.

ELECTRO. **Eletrodepósitos de Estanho**. Disponível em: <[http://www.electrolimeira.com.br/sp/ferramentas/apoio/imagem/produto/Boletim\\_Tecnico%20Q0057.pdf](http://www.electrolimeira.com.br/sp/ferramentas/apoio/imagem/produto/Boletim_Tecnico%20Q0057.pdf)>. Acesso em: 12 de março de 2013.

GALVANO. **Eletrodepósitos de Cobre**. Disponível em:  
<<http://www.galvano.com.br/eletrodep cobre/eletrodep cobre.htm>>. Acesso em:  
09 de março de 2013.

GALVANO. **Eletrodepósitos de Níquel**. Disponível em:  
<<http://www.galvano.com.br/eletrodepniquel/eletrodepniquel.htm>>. Acesso em:  
09 de março de 2013.

MERCK. **Indicador Murexida**. Disponível em:  
<[http://www.merck-chemicals.com/brazil/murexida/MDA\\_CHEM-106161/p\\_0u2b.s1LthYAAAEWtOEFVhTI](http://www.merck-chemicals.com/brazil/murexida/MDA_CHEM-106161/p_0u2b.s1LthYAAAEWtOEFVhTI)>. Acesso em: 09 de março de 2013.

SARTORI, Edinéia P. **Estudo da influência dos aditivos nas camadas de Níquel Eletrodepositadas**. UTFPR: Ponta Grossa - PR, 2010.

SARTORI, Edinéia P.. **Estudo da influência de contaminantes, metálicos e orgânicos, nos eletrodepósitos de Níquel**. UTFPR: Pato Branco – PR, 2007.

SURTEC, Manual do Fornecedor. **Toxicologia do Níquel**. Disponível em:  
<<http://www.surtec.com.br/bts/Eletro/ST852Br.pdf>>. Acesso em: 09 de março de 2013.



## 7 REFERÊNCIAS

BUENO, Bruna F. W.; PARODE, Marciele F.. **Realidade Docente e a utilização de aulas práticas como recursos didáticos**. Revista Visão Acadêmica - Universidade Estadual de Goiás: Goiás – GO, 2011.

CHASSOT, Attico I.; et al. **Química do cotidiano: pressupostos teóricos para elaboração de material didático alternativo**. Unijuí: Ijuí – RS, 1993.

CHATEAU, Jean. **O Jogo e a Criança**. São Paulo: Summus, 1984.

EICHLER, Marcelo L.; et al. **Atividades integradas na produção de material instrucional em Química**. Vol 1. UFRGS: Porto Alegre – RS, 1998.

FERREIRA, Sheila M. M.. **Os recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem**. Universidade Jean Piaget de Cabo Verde: Cabo Verde – Praia, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários a prática educativa**. 35 ed. Paz e Terra: São Paulo – SP, 1996.

GALIAZZI, Maria do Carmo, et al. **Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências**. Vol 7. Ciência e Educação: Bauru - São Paulo, 2001.

KARLING, Argemiro A.. **A didática necessária**. Ibrasa: São Paulo – SP, 1991.

LDB: LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL. Lei Nº 9394, Título I, Art 1º. MEC: Brasília – DF, 1996.

LIBÂNEO, José C.. **PROFISSÃO PROFESSOR OU ADEUS PROFESSOR, ADEUS PROFESSORA? Exigências educacionais contemporâneas e novas atitudes docentes**. Cortez: São Paulo - SP, 1998.

LUIS, Susana Maria B. **Intervenções pedagógicas do PIBID para a melhoria do ensino da disciplina de Química na Escola de Educação Básica Professor Pedro de França Reis**. Associação Norte-Nordeste de Química: Natal – RN, 2011.

MANDELLI, Mariana. **O perfil do bom professor**. Todos pela Educação: São Paulo – SP, 2012.

MARCANO, Karina D. N.. **Tendências da Pesquisa sobre Ensino de Química em Práticas Pedagógicas de Professores**. Universidade Metodista de Piracicaba: Piracicaba – SP, 2012.

PASSOS SÁ, Luciana, et al. **Estudos de Caso em Química**. Vol 30. Química Nova: São Paulo – SP, 2007.

PIAGET, Jean. **A Formação do Símbolo na Criança**. Zahar Editores: Rio de Janeiro, 1975.

SCHNETZLER, Roseli P.. **A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquista e perspectivas**. Vol 25. Química Nova: São Paulo – SP, 2002.

SILVA, Shirley M. et al. **As percepções dos professores de química geral sobre a seleção e a organização conceitual em sua disciplina**. Vol 26. UFRGS: Porto Alegre – RS, 2003.

SOUZA, Salete E.. **O USO DE RECURSOS DIDÁTICOS NO ENSINO ESCOLAR**. Arquivos Mudi - UEM: Maringá – PR, 2007.

ZUCCO, César, et al. **Diretrizes curriculares para os cursos de Química**. Vol 22. Química Nova: São Paulo – SP, 1999.

