



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

CURSO DE QUÍMICA



TRABALHO DE LICENCIATURA

Proposta de uma ficha prática de química analítica para o curso de engenharia química, relacionada com actividades industriais



AUTOR: Milton Jorge Rungo

Maputo, Setembro de 2011



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS



DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

Proposta de uma ficha prática de química analítica para o curso de engenharia química, relacionada com actividades industriais



SUPERVISORA: Prof^a. doutora. Ana del Carmen Cartas Fuentes

CO-SUPERVISORA: dra. Natália Helena Magaua

AUTOR: Milton Jorge Rungo

Maputo, Setembro de 2011

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, JORGE RUNGO e ANGÉLICA MIGUEL, aos meus amados irmãos, Artimiza, Lucrêncio, Hérдио, Pércio, meu sobrinho Vasco, por todo o apoio que me prestaram e a todos irmãos em Cristo que em orações me ajudaram a trilhar por este longo caminho.

AGRADECIMENTOS

Porque sem ajuda e incentivo dos outros, não teria chegado a este momento na minha vida, devo e sinto-me na obrigação de agradecer a todos os que directa ou indirectamente contribuíram nesta minha caminhada a saber:

- A Deus onnipotente, omnipresente e onnisciente, que pelo seu poder fez-me homem forte, pela sua presença protegeu-me e pela sua onnisciência fez-me um homem com sabedoria;
- Aos meus pais, meus padrinhos Mário F. Chivale e Maria dos Anjos Chivale e toda a família Mbalango, pos contribuíram grandemente para que eu conclui-se os estudos;
- À Prof^ª. doutora Ana del Cármen Cartas Fuentes e à dra. Natália Helena Magaua pela confiança, orientação, críticas e pelas excelentes sugestões durante a realização do presente trabalho;
- À Coca-cola Company, Protal e Ginwala & Filhos por aceitarem a realização da visita e a respectiva entrevista o que tornou possível a realização do presente trabalho;
- A todos os técnicos do laboratório de qualidade, tratamento de água e salas de xaropes da Coca-Cola Company, pelo apoio e ensinamentos que me deram durante a minha estadia, em especial a dra. Leonélia, Sr. Sérgio Natal, Dona Alda, Dona Laura e a Dona Regina;
- Aos docentes da engenharia química e do departamento de química (D.Q.) que aceitaram a entrevista por mim solicitada, facto que contribuiu na efectividade do presente trabalho;
- A todos os meus colegas, pelo apoio, convivência, amizade e irmandade durante os anos de faculdade, em especial o Juvenal, Maxalela, Vaz, Conjo, Zucula, Nhamuave e Matxinhe;
- Aos senhores Macuacua, Sérgio e Américo do D.Q. por terem estado sempre disponíveis para me ajudar, pela paciência e todo o apoio prestado, e a todos os que estão no meu coração muito obrigado que Deus vos abençoe;

DECLARAÇÃO SOB COMPROMISSO DE HONRA

Eu, Milton Jorge Rungo, declaro por minha honra que o presente trabalho nunca foi apresentado, e que para a realização deste, servi-me dos conhecimentos adquiridos ao longo dos anos que passaram, das consultas bibliográficas, das visitas às indústrias e entrevistas.

(Milton Jorge Rungo)

RESUMO

O propósito deste trabalho era de propor uma ficha prática de química analítica para o curso de Engenharia Química, da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) relacionada com as técnicas analíticas usadas em algumas indústrias Moçambicanas.

Actualmente esta cadeira é leccionada sem auxílio de algumas fichas práticas relacionadas com actividades industriais, o que torna menos eficiente o processo de ensino-aprendizagem, as aulas são baseadas apenas em alguns livros teóricos e práticos com exercícios sem relação directa com a prática industrial.

A elaboração deste material de apoio enquadra-se no propósito declarado no novo currículo de Engenharia Química, que é de aumentar a vinculação do estudante com a prática industrial, isto é, haver uma relação directa entre o que se lecciona e a actividade industrial.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi empregado o método de investigação qualitativo. Esta pesquisa foi desenvolvida através de inquéritos, entrevistas e revisão da bibliografia, etc e forneceu informação importante para a elaboração da ficha prática que é o objectivo deste trabalho. Foram obtidos dados sobre como são leccionadas as aulas e o método usado, encontrou-se as técnicas analíticas usadas na indústria assim como na cadeira de química analítica e a sua relação.

Identificadas e visitadas as indústrias que aplicam as técnicas analíticas usadas nas faculdades, a saber Coca-Cola Company, Ginwala & filhos e Protal, e seleccionados os métodos de análise de substâncias tais como a água, os refrigerantes, os óleos e o leite é proposta uma ficha prática com três partes, a primeira com métodos de análises gravimétricos, a segunda com métodos de análises volumétricos e a terceira com métodos de análises instrumentais, esta ficha é composta por 7 (sete) exercícios, distribuídos proporcionalmente, também contém informação sobre os procedimentos laboratoriais usados nas indústrias, que poderão ajudar na prática e na interpretação dos resultados.

Esta proposta de elaborar fichas práticas relacionadas com a actividades industriais também enquadra-se num modelo de ensino da actualidade que é o Método de Ensino Centrado no Estudante e Baseado em Problemas.

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
DECLARAÇÃO SOB COMPROMISSO DE HONRA.....	iii
RESUMO.....	iv
ABREVIATURAS.....	x
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objectivos do estudo.....	2
Geral:.....	2
Específicos:	2
1.2. Origem do estudo.....	3
1.3. Problema e descrição do problema	3
1.4. Justificativa/Relevância do trabalho	3
1.5. Limites do trabalho	4
1.6. Estrutura do trabalho.....	4
CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Análise Gravimétrica	5
2.1.1. Determinação de Sulfatos (método gravimétrico).....	5
2.1.2. Humidade (H)	6
2.1.3. Análise Titrimétrica/Volumétrica	6
2.1.4. Tipos de Volumetria e de titulações:	7
2.1.5. Determinação da Dureza Total em Águas	8
2.1.6. Dureza total (método titrimétrico com EDTA).....	10
2.1.7. Dureza cálcica (método titrimétrico com EDTA).....	11
2.1.8. Determinação de cálcio em leite	11
2.1.9. Análise de óleos e gorduras	11

2.2. Índice de Iodo (I.I.)	12
2.2.1. Índice de Saponificação (I.S.)	12
2.2.2. Índice de Acidez (I.A).....	13
2.2.3. Métodos Espectrofotométricos	13
2.2.4. Espectrofotometria de absorção atómica “AAS”	13
2.2.5. Espectrofotometria de absorção molecular “EAM”	14
2.2.6. Fotometria da chama (FC)	14
2.3. Modelos de Ensino/Aprendizagem	15
2.3.1. Modelo pedagógico.....	15
2.3.2. Currículo	15
2.3.3. Métodos de ensino	16
2.3.4. Métodos experimentais	16
2.3.5. Meios didácticos	17
2.3.6. Características dos meios didácticos.....	17
2.4. Aprendizagem centrado no estudante e baseada em problemas.	18
2.4.1. Aprendizagem centrada no estudante	18
2.4.2. Condições necessárias para a aprendizagem centrada no estudante	20
2.4.3. Contacto com os problemas	20
2.4.4. Autenticidade do Facilitador.....	20
2.4.5. Compreensão Empática	20
2.4.6. Disponibilidade dos Recursos.....	21
2.4.7. Avaliação	21
2.4.8. Esquema da aplicação do método centrado no estudante.	21
CAPÍTULO III: METODOLOGIA	23
3.1. Técnicas de recolha de dados.....	24
3.2. População e amostra	24

3.3. Descrição da amostra	24
3.4. Instrumento de recolha de resultados.....	24
3.5. Escolha das técnicas e métodos a incluir na ficha	24
3.6. Validação dos resultados.....	24
CAPÍTULO IV: ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS	25
4.1. Resultado da revisão bibliográfica.....	25
4.2. Resultado das entrevistas	27
4.2.1. Resposta do inquérito aos Docentes	27
4.2.2. Resposta do inquérito às indústrias.....	29
4.2.3. Relação dos resultados obtidos	32
4.2.4. Trabalho de preparação da ficha	33
4.2.5. Ficha Prática.....	34
Exercícios sobre gravimetria.....	34
Exercícios sobre volumetria.....	35
Exercícios sobre métodos instrumentais	37
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	39
5.1. Conclusão.....	39
5.2. Recomendações.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

ÍNDICE DO ANEXO:

ANEXOS	I
ANEXO-I.....	II
I.Determinação do cloro livre usando método industrial ou Lovibond	III
II.Determinação da dureza total e cálcica usando o método de titulação	IV
III.Determinação da humidade do óleo.....	VIII
IV..Determinação do Índice de Iodo	IX
V. Extracção da gordura	X
VI. Determinação da sacarose.....	XII
VII. Determinação da perda ao rubro (P.R.)	XV
VIII. Determinação de resíduo insolúvel incluindo a sílica (R.I.+SiO ₂)	XVI
IX. Determinação da Sílica	XVII
ANEXO-II.....	XVIII
RESOLUÇÃO DA FICHA DE EXERCÍCIOS	XVIII

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Parametros da dureza de água.....	9
Tabela 2: De análises, fórmulas e teor admissível na CCC	II
Tabela 3: De objectivos de Brix e volume do gás (CO ₂) usadas na CCC.....	VI
Tabela 4: Dos valores dos índices de óleos	VII
Tabela 5: Parâmetros físico-químicos.....	XV
Tabela 6: Composição química (%p/p) dos calcários.....	XV

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Disco comparador de Lovibond, duas células e comprimidos DPD.....	IV
Figura 2: DSA-5000.....	VII
Figura 3: Buretas usadas na titulação.....	X
Figura 4: Extracção da gordura no leite.....	XI

ABREVIATURAS

Ordem numérica	Propriedade	
1	a	Absorptividade
2	A	Absorvância do meio
3	ABP	Aprendizagem Baseado em Problemas
4	EDTA	Ácido Etileno-diamino-tetracético
5	Indicador M	Alaranjado de metilo
6	CCC	Coca-Cola Company
7	DQ	Departamento de Química
8	EQ	Engenharia Química
9	EAM	Espectroscopia de Absorção Molecular
10	AAS	Espectroscopia de Absorção atômica
11	FacVet	Faculdade de Veterinária
12	FacEd	Faculdade de Educação
13	FC	Fotometria de Chama
14	FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
15	DPD	N, N-dietil-p-fenilindiamina
16	Indicador P	Phenolftalein (fenolftaleína)
17	TDS	Sólidos totais dissolvidos
18	UEM	Universidade Eduardo Mondlane

LISTA DE EQUACÕES

- (1)- Equação da reacção para determinação de sulfatos pelo método gravimétrico

- (2)- Equação da precipitação do carbonato de cálcio

- (3)- Equação da reacção dos iões $Mg^{2+}_{(aq)}$ com o indicador negro de ericromo

- (4)- Equação da reacção dos iões Ca^{2+} com o titulante EDTA

- (5)- Equação da reacção dos iões Mg^{2+} com o titulante EDTA

- (6)- Equação da reacção entre o indicador negro de ericromo e o titulante EDTA

- (7)- Equação de precipitação dos iões Mg^{2+} sob a forma de hidróxido

- (8)- Equação da reacção dos iões Ca^{2+} com o titulante EDTA

- (A)- Equação do cálculo da dureza total

- (B)- Equação do cálculo do Índice do Iodo

- (C)- Equação do cálculo do Índice de Saponificação

- (D)- Equação do cálculo do Índice de Acidez

- (E)- Equação do cálculo da Absorvância

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

A qualidade de ensino é proporcional à qualidade dos graduados formados por uma instituição de ensino, mas também as indústrias e fábricas que absorvem estes graduados, avaliam e confirmam a sua qualidade.

O modelo de ensino centrado no estudante e baseado em problemas é uma das formas de ensino que galvanizam o processo de ensino e aumentam a qualidade dos graduados, facto que levou a UEM a introduzir este modelo pedagógico. No Seminário Pedagógico do 2007 onde foi recomendado o emprego deste modelo, e nos seguintes seminários foram avaliadas as primeiras experiências feitas em cada faculdade.

O departamento de Engenharia Química está a fazer um trabalho de revisão do currículo para o curso de Engenharia Química com o propósito de actualizar o ensino de acordo com as orientações da direcção da UEM. Uma das questões a destacar é a vinculação do ensino com a prática industrial, como via para melhorar a qualidade dos graduados. Na cadeira de Química Analítica para o curso de Engenharia Química pode dar uma contribuição em acrescentar a relação da teoria com a prática industrial.

O presente trabalho faz menção de uma das formas de ensino recomendadas pela UEM, pois trata-se da elaboração de uma ficha de exercícios, com temas reais que fazem o estudante viver a realidade industrial. As situações apresentadas na ficha podem ser empregadas ou resolvidas em diferentes modalidades dos métodos problemáticos ou ensino centrado no estudante.

Os exercícios da ficha têm uma relação directa com a prática industrial, a fim de trazer a realidade ou a prática do dia-a-dia industrial aos estudantes o que lhes permitirá uma aprendizagem eficaz, sendo também uma forma de dar um contributo para a melhoria da formação dos engenheiros químicos.

Com este trabalho vai-se dar continuidade à experiência no Departamento de Química relacionada com a preparação dos meios de ensino, pois é feita a proposta de uma ficha de exercícios como um dos vários meios didácticos para o processo de ensino - aprendizagem. Também tem como finalidade contribuir para o aumento da qualidade dos graduados desta universidade apesar das dificuldades económicas que se enfrentam.

1.1. Objectivos do estudo

Geral:

Propor uma ficha prática de química analítica para o curso de Engenharia Química relacionada com as técnicas analíticas mais usadas em algumas indústrias Moçambicanas.

Específicos:

- Efectuar uma revisão bibliográfica sobre métodos analíticos e modelos de ensino centrado no estudante;
- Elaborar uma proposta de ficha de exercícios de química analítica com os métodos analíticos mais usados em algumas indústrias Moçambicanas;
- Estabelecer uma relação entre o conteúdo teórico, os exercícios, a técnica analítica de resolução e a indústria onde é aplicada;

1.2. Origem do estudo

Uma das queixas que a indústria tem apresentado em relação à qualidade dos graduados formados pela Faculdade de Engenharia Química é o fraco conhecimento da prática relativamente ao conhecimento teórico [21]. Este trabalho surge na tentativa de responder à esta situação reportada pelas indústrias que absorvem estes quadros.

1.3. Problema e descrição do problema

A falta de um enquadramento acelerado enfrentado pelos graduados no mercado de trabalho no que diz respeito à integração à prática laboral, as inquietações apresentadas pelas indústrias no que concerne à sua qualidade, que tem como causa a falta de uma relação directa entre os métodos e meios de ensino usados nas faculdades, como o caso da cadeira de química analítica na formação de engenheiros químicos da Faculdade de Engenharia da UEM.

1.4. Justificativa/Relevância do trabalho

A elaboração desta proposta de ficha prática de métodos analíticos mais usados nas indústrias Moçambicanas irá ajudar bastante os estudantes, pois vão-se inteirar do assunto tratado nas indústrias ainda na faculdade, irá também minimizar a inquietação das indústrias em relação à qualidade dos graduados, pelo facto destes manifestarem pouco conhecimento prático laboral relativamente aos conhecimentos teóricos.

Com a implementação do Ensino Centrado no Estudante e Baseado em Problemas, os estudantes vão saber lidar com problemas reais da sua área e desenvolver a sua capacidade de análise. Mas também vem responder aos objectivos do curso de Engenharia Química que é de formar quadros capazes de responder pela produção de diversos tipos de bens de consumo, alimentos e bebidas, materiais de construção, combustíveis, medicamentos, adubos, pesticidas, intervir decisivamente no processamento de minerais, gestão ambiental e energética, o que é possível com maior contacto com os processos industriais.

1.5. Limites do trabalho

O presente trabalho encontra-se limitado em três principais temas da Química Analítica, que são Métodos Clássicos (Gravimetria e Volumetria) e Métodos Instrumentais (Espectrofotometria).

- A Gravimetria como o segundo tema leccionado na cadeira, neste capítulo limitou-se na gravimetria de precipitação e de volatilização;
- A Volumetria como o terceiro tema da cadeira, onde se escolheu a volumetria de precipitação, neutralização e complexação;
- A Espectrofotometria como o sétimo tema da cadeira, onde se escolheu a fotometria de chama, espectrofotometria de absorção atómica e molecular;

1.6. Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

(i) **Introdução** onde temos a origem do trabalho, o problema e a sua descrição, a justificação ou a relevância do trabalho, os objectivos gerais e específicos;

(ii) **Revisão bibliográfica**, nesta parte do trabalho encontram-se diversas fontes que ajudaram na realização deste trabalho, fontes escritas, os livros e textos elaborados e orais que são as entrevistas;

(iii) **Metodologia** é a parte do trabalho que apresenta os meios e os métodos que foram usados para a elaboração deste trabalho;

(iv) **Análise dos resultados** faz uma análise de todos os dados recolhidos, relaciona-los para melhor sustentabilidade do objectivo do trabalho;

(v) **Conclusão e Recomendações** é nesta parte onde se apresentam as conclusões do trabalho e faz-se algumas recomendações para futuros estudos;

(vi) **Anexos**, nesta parte encontram-se os instrumentos usados nos inquéritos aos docentes e profissionais das indústrias, os procedimentos laboratoriais, as especificações de qualidade dos produtos das indústrias visitadas e consta também a ficha de exercícios elaborada.

CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Análise Gravimétrica

Em uma análise gravimétrica utiliza-se uma série de operações para se determinar a quantidade de um constituinte de uma amostra, tanto por pesagem directa do elemento puro, quanto por um seu derivado, cuja composição é conhecida e bem definida. As principais vantagens da análise gravimétrica constituem-se em operações unitárias de fácil execução e utilizam-se equipamentos simples; entretanto, as desvantagens são: tempo muito longo para sua execução e sujeito a uma série de erros acumulativos.

Na análise gravimétrica existem dois tipos que são: gravimetria por precipitação e por volatilização

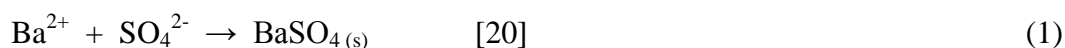
Na **gravimetria por precipitação** o constituinte a analisar é separado na forma de um precipitado que pode contê-lo ou tem relação química com ele. No procedimento de uma análise gravimétrica por precipitação deve-se observar as etapas sucessivas que compõem esse tipo de análise, a saber:

- Preparação da Amostra;
- Preparação da Solução – Ataque da Amostra;
- Precipitação e Digestão;
- Filtração;
- Lavagem;
- Calcinação ou Secagem;
- Pesagem;
- Cálculos. [5]

Os cálculos têm como base a relação estequiométrica entre a substância a determinar e a substância pesada.

2.1.1. Determinação de Sulfatos (método gravimétrico)

O ião sulfato é precipitado em meio ácido como sulfato de bário, por adição de cloreto de bário.



A precipitação é realizada próxima da temperatura de ebulição e, depois de um período de digestão, o precipitado é filtrado, lavado com água destilada quente até estar isenta de cloretos, calcinado e finalmente pesado sob a forma de sulfato de bário (BaSO_4). Aconselha-se este método para concentrações maiores que 10mg/L SO_4^{2-} .

Na **gravimetria de volatilização** o anólito é isolado dos outros componentes da amostra pela conversão a um gás de composição química conhecida. Na determinação da água existem dois métodos, directos e indirectos. Na determinação directa, o vapor de água é colocado em qualquer um dos vários sólidos dessecantes e a sua massa é estipulada a partir da massa ganha pelo dessecante. No método indirecto, a quantidade de água é estabelecida pela perda da massa da amostra durante o aquecimento, este é menos satisfatório porque precisa de ser considerado que a água seja o único componente volatilizado [17].

2.1.2. Humidade (H)

Geralmente a humidade representa a água contida na amostra, que pode ser classificada em:

- i) Humidade da superfície – que refere à água livre ou presente na superfície externa da amostra, facilmente evaporada.
- ii) Humidade adsorvida – refere-se à água líquida, encontrada no interior da amostra, sem combinar quimicamente com a mesma.

A humidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida. Ela é calculada com base na diferença entre o peso da amostra antes e depois de ter passado pela estufa, onde a amostra é secada, evaporando-se a água [3].

2.1.3. Análise Titrimétrica/Volumétrica

Titrimetria refere-se à análise química quantitativa efectuada pela determinação do volume de uma solução de concentração conhecida, que reage quantitativamente com um volume conhecido da solução que contém a substância a ser determinada. A solução de concentração exactamente conhecida é a solução padrão. O peso da substância a ser determinada calcula-se a partir do volume da solução padrão que foi

usado e das massas moleculares relativas dos compostos que reagem na respectiva equação de titulação[7].

O término da titulação é percebido pela modificação visual nítida ou alteração da cor ou turvação do líquido que está sendo titulado. Numa titulação ideal, o ponto final visível deve coincidir com o ponto final estequiométrico ou teórico, o que pode não acontecer devido ao erro de titulação [7].

A solução de concentração conhecida pode ser preparada directamente pesando uma certa quantidade de uma substância e dissolvendo-o num volume conhecido da solução. Neste caso tem-se um padrão primário que deve ser suficientemente puro, estável e, de preferência, com peso molecular elevado, mas existem titulantes secundários como por exemplo o HCl que não satisfazem às condições de um padrão primário, pois são resultado de operações designadas por “standardização” ou padronização [13].

2.1.4. Tipos de Volumetria e de titulações:

- Volumetria ácido-base

Titulações de neutralização são amplamente empregadas para determinar a quantidade de ácidos e bases. Podem ser usadas para monitorar o progresso de reacções que produzem ou consomem iões de hidrogénio [20].

- Volumetria de precipitação

A titulação por precipitação é baseada nas reacções que produzem compostos iónicos de solubilidade limitada. Devido à baixa velocidade de formação da maioria dos precipitados há somente poucos agentes precipitantes que podem ser usados na titulação [23].

- Volumetria de complexação

Reacções de complexação são amplamente usadas na química analítica. Uma das primeiras reacções de complexação é de titulação de catiões, usando reagentes orgânicos denominados complexonas. Uma das complexonas mais empregada é o sal dissódico do ácido etilenodiamino tetracético (EDTA). O EDTA forma com muitos

metais complexos internos que são muito estáveis e solúveis. Os indicadores usados na formação de complexos com o EDTA e para determinar o ponto final da titulação são indicadores metalocrómicos tais como murexida, negro de eriocromo T, etc [7, 20].

- Volumetria redox

É uma titulação que baseia-se numa reacção de oxidação-redução entre o anólito e o titulante, tem como restrição básica a necessidade de uma grande diferença entre os potenciais de oxidação e redução, de modo a permitir resultado do andamento e final da reacção mais nítidos. Tais resultados e andamentos são medidos por meio de indicadores químicos ou através de diversos métodos de medição relacionados a corrente eléctrica (métodos electrométricos), que seriam indicadores físicos para o comportamento da reacção [13].

- Volumetria directa.

É um processo em que determina o volume de uma solução padrão utilizada para consumir o anólito. Nesta técnica a solução titulante é, geralmente, adicionada directamente à solução a titular. O ponto final da titulação é visualizado por uso de um indicador [25].

- Volumetria indirecta ou de retorno

Titulação de retorno é um processo em que o excesso de uma solução padrão utilizada para consumir um anólito é determinado pela titulação com uma segunda solução padrão. É frequentemente requerida quando a velocidade de reacção entre o anólito e o reagente é vagarosa ou quando falta estabilidade à solução padrão, ou não existe indicador apropriado. Nesta volumetria faz-se reagir a espécie que se pretende dosar, com um volume em excesso de um reagente adequado e titula-se em seguida um dos produtos da reacção, este tipo de titulação é usado na determinação dos índices de iódo, saponificação, acidez, etc [23].

2.1.5. Determinação da Dureza Total em Águas

Dureza é a denominação genérica dada à soma das concentrações dos iões de metais polivalentes presentes na água, tais como: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), ferro (Fe^{2+})

/ Fe^{3+}), alumínio (Al^{3+}), manganês (Mn^{2+}) e outros. Entretanto, o termo “dureza” tem significado restrito, referindo-se apenas à presença dos iões Ca^{2+} e Mg^{2+} . Deste modo, a “dureza total” corresponderá à soma das durezas cálcica e magnésiana.

$$\text{D.T.} = \text{D}(\text{Ca}) + \text{D}(\text{Mg}) \text{ em mg/L CaCO}_3$$

A dureza é classificada em dois tipos: temporária ou dureza carbonatada (carbonatos) e permanente ou não carbonatada, não associada à presença de iões carbonato (CO_3^{2-}) ou bicarbonato (HCO_3^-).

Quando a dureza total é maior que a soma das alcalinidades de carbonato e de bicarbonato (dureza carbonatada ou temporária), a diferença entre elas corresponderá à dureza permanente ou não carbonatada.

Os sais existentes numa água dura são principalmente os hidrogenocarbonatos, sulfatos e cloretos de magnésio e cálcio.



A dureza devido à presença de hidrogenocarbonatos, designa-se temporária, pois desaparece por ebulição, enquanto que os catiões $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$ e $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$ associados a outros iões como $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ e $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ designa-se dureza permanente; a soma das duas é igual à dureza total da água, sendo elas expressas em ppm de carbonato de cálcio.

A dureza da água é classificada em quatro categorias, a tabela 1 apresenta os parâmetros da dureza em termos de ppm de CaCO_3 .

Tabela 1- Parametros da dureza de água [5].

DUREZA TOTAL (ppm CaCO_3)	CLASSIFICAÇÃO
Até 15	Muito branda
De 16 a 50	Branda
De 51 a 100	Moderadamente dura
De 101 a 200	Dura
>201	Muito dura

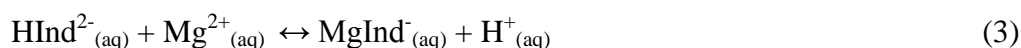
Esta é uma das técnicas mais importantes na análise química, é também mais usada nas indústrias de refrigerantes como Coca-Cola e de águas.

2.1.6. Dureza total (método titrimétrico com EDTA)

Para determinar esta dureza, utiliza-se como titulante uma solução de EDTA, ou, mais concretamente, o seu sal dissódico, sendo o ponto de equivalência detectado pela viragem do indicador de ião metálico – negro de eriocromo.

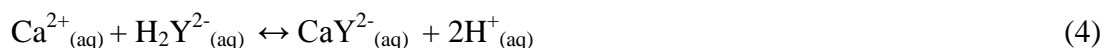
Este indicador muda de cor quando se liga a um ião metálico. Abreviadamente o negro de eriocromo apresenta-se por NaH_2Ind . O EDTA forma complexos muito solúveis com os catiões de magnésio e cálcio.

A titulação de uma solução contendo iões de Mg^{2+} e Ca^{2+} faz-se por um valor de $\text{pH} = 10$ numa solução tamponada com $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$. Nestas condições verifica-se a reacção de $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$ com o indicador, segundo a equação química:



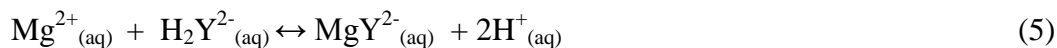
tornando a solução cor vermelha.

Durante a titulação, os iões $\text{H}_2\text{Y}^{2-}_{(\text{aq})}$ reagem primeiro com os iões $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$, até que a concentração nestes iões atinja valores muito baixos, segundo a equação química:



Onde os iões H_2Y^{2-} representam o EDTA (H_4Y) depois de perder dois protões H^+ .

Em seguida, dá-se a reacção dos iões $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$, traduzida por:



E finalmente, os iões $\text{H}_2\text{Y}^{2-}_{(\text{aq})}$ reagem com o indicador na forma de MgHInd^{-} que passa de vermelho a azul que determina o ponto final da reacção:



O desaparecimento da cor vermelha para azul do indicador assinala o ponto termo ou o fim da titulação. [2, 13].

2.1.7. Dureza cálcica (método titrimétrico com EDTA)

Quando se pretende determinar a concentração de iões $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$, recorre-se a outro indicador, como murexida ou purpureáto de amónio, que forma com os iões de $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$ um composto complexo corado, sendo este composto destruído pela adição da solução titulante de EDTA.

Portanto, trabalha-se com uma solução não tamponada e para valores de $\text{pH} > 12$. Nestas condições os iões $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$ vão precipitar sob a forma de hidróxido, segundo a equação química:



As determinações da dureza da água são feitas por exemplo, na Coca Cola Company [2].

2.1.8. Determinação de cálcio em leite

O ião cálcio pode ser titulado directamente com solução de EDTA adicionando-se essa solução padrão a outra que contenha aqueles iões, ocorrendo a seguinte reacção:



Com a libertação de 2H^+ , por causa do complexo Ca-EDTA, o pH do meio diminuirá progressivamente prejudicando a formação do complexo. Assim, essa titulação deve ser efectuada na faixa alcalina havendo, portanto, necessidade de se tamponar a solução a ser titulada [5].

A determinação complexométrica de cálcio no leite é feita por exemplo na Protal.

2.1.9. Análise de óleos e gorduras

Na análise de óleos e gorduras são feitas várias determinações, geralmente chamadas de índices, que são expressões de propriedades físicas ou químicas. As determinações do índice de refração, índice de saponificação, índice de iodo, índice de acidez, Humidade, etc. são feitas normalmente no controlo de qualidade, pois fornecem um conjunto de dados que serve para avaliar e identificar os óleos e gorduras [5].

A título de técnicas de análise, serão abordados apenas índices de iodo, de saponificação e de acidez, pois estes são tratados na Ginwala que é uma indústria de óleo em Maputo.

2.2. Índice de Iodo (I.I.)

O índice de iodo é a medida do grau de insaturação de um óleo ou gordura, expresso como a massa do iodo absorvida por 100g da amostra.

Para cada óleo existe um intervalo característico do valor do índice do iodo, dependendo do método empregado na sua determinação. O método de Wijs usa a solução de tricloreto de iodo; o de Hanus faz uso do monobrometo de iodo e o método de Hubl, descrito a seguir, emprega-se uma solução de iodo adicionada em excesso e em presença do cloreto de mercúrio, para finalmente titular com a solução do tiosulfato de sódio o iodo que não foi consumido na reacção por óleos e gorduras.

Sabe-se que o iodo reage lentamente a frio, com óleos e gorduras, mais experimentalmente observa-se que, em solução alcoólica e em presença de cloreto de mercúrio, os óleos absorvem de maneira definida uma quantidade de iodo, havendo, portanto, a formação de derivados saturados iodados resultantes da combinação com ácidos gordos insaturados dos glicéridos contidos no óleo.

$$I. I. = \frac{(V_2 - V_1) \times M \times 12.692}{P_a}$$

M = é a molaridade da solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

V_1 = é o volume em mL gasto na titulação da amostra

V_2 = é o volume em mL gasto na titulação do branco

P_a = é o nº g da amostra [5].

O valor 12,692 representa $\text{Eqg}(\text{I}_2)/10$ tendo em conta os factores de conversão do volume de ml a l e dos g da amostra em 100g que é a definição do índice de iodo.

2.2.1. Índice de Saponificação (I.S.)

O índice de saponificação, definido como o número de mg de KOH necessário para neutralizar os ácidos gordos, resultante da hidrólise de um grama da amostra, é inversamente proporcional à massa molar média dos ácidos gordos dos glicéridos presentes.

Este índice serve para verificação do peso molecular médio da gordura e da alteração por outros óleos. De referir que durante a saponificação são formados sabões.

$$I. S. = \frac{(V_2 - V_1) \times M \times 56.1}{P_a}$$

V_1 = volume gasto na titulação da amostra

V_2 = volume gasto na titulação do branco

M = molaridade da solução de HCl

P_a = n° de g da amostra

56.1 – é equivalente grama de KOH [5].

2.2.2. Índice de Acidez (I.A)

É o número de mg de hidróxido de potássio (KOH) necessário para neutralizar os ácidos gordos livres de 1g da amostra. Este índice revela o grau de conservação do óleo.

A decomposição dos glicéridos, através da lipase, é acelerada pela luz e calor, com formação de ácidos gordos livres que causam o odor, sabor desagradável.

Este índice é característico para cada óleo, pois é a quantidade (em peso) dos ácidos gordos livres em relação a um ácido gordo específico e predominante.

$$I. A. = \frac{V \times M \times 56.1}{P_a}$$

onde:

I.A. = índice de acidez (mg de KOH/g de óleo)

V = é o volume de NaOH gasto na titulação (mL)

M = é a molaridade da solução de NaOH

P_a = é o peso da amostra (g)

56.1 – é o equivalente grama de KOH [5].

2.2.3. Métodos Espectrofotométricos

2.2.4. Espectrofotometria de absorção atômica “AAS”

A espectrofotometria de absorção atômica baseia-se na absorção de radiação por átomos livres do anólito no estado gasoso e estacionário.

Nas determinações em “AAS” as amostras são normalmente atomizadas pelo uso de chama ou pelo aquecimento electrotérmico, contudo, nalgumas análises feitas pelo método de geração de hidretos dispensa-se o uso de fontes térmicas para se conseguir átomos livres no estado gasoso. É um método usado para análises com excelentes precisões e de fácil manipulação [4, 20].

2.2.5. Espectrofotometria de absorção molecular “EAM”

A Espectrofotometria de absorção molecular correlaciona a quantidade de energia absorvida em função do comprimento de onda da radiação incidente. Trata-se do estado da absorção da radiação nas zonas do visível e ultravioleta por moléculas.

A absorção da radiação luminosa depende do número de moléculas no estado fundamental e é proporcional à concentração do anólito na solução. Esta proporcionalidade é descrita pela lei de Lambert-Beer:

$$A = \log I_0/I_1 = a*b*C$$

onde:

A: Absorvância

a: absorptividade

I_0 : feixe luminoso incidente

b: caminho óptico de cuveta

I_1 : feixe luminoso emergente

C: concentração

As limitações reais da lei de Lambert-Beer são:

- A lei é válida somente para concentrações baixas.
- A alta concentração ocorre interacção entre as moléculas afectando a distribuição da carga e alterando a absorptividade.
- A absorptividade pode alterar com variação do índice de refração [4, 6, 20].

2.2.6. Fotometria da chama (FC)

Este método baseia-se na emissão de radiação por átomos de anólito quando estes regressam ao estado fundamental após terem sido excitados à temperatura de uma chama. A principal aplicação da fotometria de chama é a determinação dos metais alcalinos, normalmente o Na, K e Li, excitáveis por uma chama de baixa temperatura.

Fazendo aspirar para a chama uma solução contendo iões de potássio estes são convertidos em átomos gasosos, a maioria no estado fundamental.

Alguns, porém, passam ao estado excitado, tornando-se capaz de, depois, ao regressarem ao estado fundamental, de emitir radiações electromagnéticas nos comprimentos de onda 589 e 766,5 nm [4, 6, 17].

2.3. Modelos de Ensino/Aprendizagem

2.3.1. Modelo pedagógico

Um modelo pode ser definido como uma representação de uma ideia, um objecto, um processo ou um sistema. Um modelo pedagógico é construído com o propósito de promover a educação, inclui os processos de mediação didáctica, isto é, os processos de transformação de conhecimento científico em conhecimento escolar. Um modelo pedagógico será um sistema esquemático, baseado em teorias de aprendizagem, que representa, explica e orienta a forma como se aborda o currículo e que se concretiza nas práticas pedagógicas e nas interações professor-aluno-objecto [27].

2.3.2. Currículo

Currículo é o modelo organizado de programa ou uma série estruturada de resultados de aprendizagem que se tem em vista num processo educacional, prescrevendo o que se pretende ensinar e os resultados almejados [15].

De facto, o currículo define-se como o que se planeia ensinar, o que se pretende que os estudantes aprendem em vez de se descrever como experiência ou aprendizagem que realmente se proporciona, sem cuidar da eventual relação com o que se previa antes da experiência havida.

Currículo é o de matérias, geralmente organizadas como disciplinas escolares que foram escolhidas para serem ensinadas a alguém mas também é visto como um programa publicado ou um guia para professores de uma disciplina ou conjunto de disciplinas [14].

Os currículos não só são aplicados nas escolas mas também noutros sectores onde se pretende ensinar, é importante notar que o currículo deve ter como principal objectivo, alcançar a aprendizagem de quem aprende criando todos os meios para o estimular.

Os elementos do currículo concretizam-se num plano de estudos de cada nível de ensino, nos programas das disciplinas, nas aulas através dos objectivos, conteúdos, métodos, actividades e avaliações.

2.3.3. Métodos de ensino

Método de ensino é um conjunto de acções, passos, condições externas e procedimento que o professor usa para dirigir e estimular o processo de ensino em função da aprendizagem dos estudantes [8].

Concordando com este investigador os métodos de ensino devem estimular a aprendizagem dos estudantes, mas também devem criar espaço para o estudante desenvolver as suas habilidades, propondo-lhe problemas reais do seu dia-a-dia.

O método de ensino é a categoria mais dinâmica do processo de ensino-aprendizagem, já que é determinado por objectivos que mudam em função do dinamismo da realidade sociocultural em que o processo está inserido. Além disso, o método de ensino trabalha com conteúdos que, pelo mesmo motivo, também sofrem permanente revisão. O método ainda depende dos meios de ensino disponíveis em cada contexto educativo e, principalmente, das características gerais da clientela a que se dirige (número de alunos, sua idade, seu nível de desenvolvimento prévio, o estrato sociocultural a que pertencem, sexo, entre outros). Considerando tudo isso, os métodos de ensino, por mais que alguns deles tenham obtido êxito comprovado em algumas situações, não podem ser nunca encarados como respostas definitivas para os mais sérios problemas educacionais, como modelos estandardizados de longo alcance. Há que se ter muito cuidado com as generalizações em um campo que sofre a influência de tantas e tão complexas variáveis [26].

2.3.4. Métodos experimentais

O processo de ensinar não é sinónimo de guiar, dar ordens, forjar ou modelar a mente, mas sim criar ambientes onde o estudante possa experimentar, manipular, agir, trabalhar e assimilar a informação produzida.

A Química é uma ciência experimental. Assim sendo, o professor deve fazer uso de trabalhos laboratoriais, criando oportunidades para que os estudantes possam manifestar os seus conceitos já conhecidos, explorá-los e reconstruí-los. Dessa forma, o trabalho experimental permite ao estudante a familiarização com a prática, manuseando os instrumentos, realizar experiências de maneira a poder testar a suas próprias ideias.

Os procedimentos laboratoriais feitos nas indústrias visitadas e propostos neste trabalho são exemplo da ciência experimental, que vai ajudar os estudantes na sua aprendizagem.

2.3.5. Meios didácticos

Dentre vários os conceitos de meios didácticos citamos os seguintes:

Meios didácticos são todos os meios e recursos materiais utilizados pelo professor e pelos estudantes para a organização e conclusão metódica do processo de ensino e aprendizagem. Este autor faz menção na sua definição dos recursos materiais usados pelo professor e pelo estudante o que é importante, mas ele não faz distinção dos instrumentos que auxiliam como quadro, giz, apagador, fichas de exercícios, etc [9].

Nérici diz que “meio didáctico é todo e qualquer meio físico, além do professor, utilizado no contexto de um método ou técnica de ensino, a fim de auxiliar o professor a transmitir a sua mensagem e o estudante a realizar mais eficientemente a sua aprendizagem”. Ele faz menção de qualquer meio físico que auxilia seja o professor como o estudante, mas também é importante notar que não só meios físicos auxiliam existe a oralidade e a visualização.

Meios didácticos como “todos os meios materiais que são usados no processo de ensino-aprendizagem e que ajudam a dirigir a atenção dos estudantes para o que devem assimilar”. É importante dizer que não só o professor dirige e desperta a atenção dos estudantes no que deve assimilar, pois nos modelos de ensino centrado no estudante e baseado em problema o estudante procura formas e meios que ajuda-lhe a resolver um determinado problema e o professor auxilia [9].

2.3.6. Características dos meios didácticos

- ✓ Interactividade – permite ao estudante ter um papel activo e proporcionando-lhe uma construção do seu aprendizado (conhecimento) em nível de sensibilização diferenciado;
- ✓ Praticidade – possibilita ao estudante encontrar as informações para entender qualquer ponto que não tenha compreendido;

- ✓ Autonomia – permite que o estudante “navegue” livremente pelo material proposto implicando estruturação própria do seu conhecimento [24].

A implementação de fichas de exercícios relacionadas com a prática industrial como método de ensino centrado no estudante e baseado em problemas, pretende reunir estas três características dos meios didácticos, pois vai permitir a interacção entre estudante e a prática industrial, consolidar a teoria com a prática e vai dar liberdade ao estudante de estruturar o seu próprio conhecimento.

2.4. Aprendizagem centrado no estudante e baseada em problemas.

2.4.1. Aprendizagem centrada no estudante

Rogers propôs uma mudança de postura, em que o professor não é “O mestre”, detentor de todo o conhecimento almejado, cabendo a ele seleccionar o que é significativo no conteúdo para ser ensinado, mas sim um recurso, começando então a desempenhar um papel de facilitador da aprendizagem.

Forisha e Milhollan dizem que “De facto, um facilitador de aprendizagem é principalmente só isso em relação ao aprendiz, um recurso” [19].

Estes autores comungam a ideia de que o professor é um facilitador da aprendizagem, comparam o professor como um dos recursos usados pelo estudante para alcançar o seu conhecimento. Concordando com estes autores os professores sendo sua obrigação criar condições para uma boa aprendizagem do estudante, através de meios didácticos e modelos de ensino que lhe rodeiam, acabam sendo sim recursos para os estudantes.

Aprendizagem centrada em problemas (ABP) é uma metodologia de ensino na qual os tópicos de aprendizagem são identificados a partir da apresentação de um problema real. Frente ao problema o estudante desenvolve meios para solucioná-lo e neste processo identifica lacunas no seu conhecimento, buscando preenchê-las, com o auxílio de recursos de instrução disponíveis. Esta metodologia tem como características principais desenvolver no estudante as habilidades de gerência do seu próprio aprendizado, de integrar conhecimentos, de identificar e explorar áreas novas.

Alguns dos elementos fundamentais no emprego do modelo de ensino baseado em problemas são:

- a) A situação problema deve constituir, do ponto de vista dos estudantes, um problema real, claramente conhecido por eles, propiciando o seu envolvimento emocional na situação e requerendo, sobretudo, a cooperação entre os alunos e meros esforços individuais;
- b) O processo de investigação só se inicia quando os alunos são capazes de formular o problema a investigar, se organizarem para levarem a cabo a tarefa e conhecerem já o método de inquérito nas suas fases de recolha e análise de dados, formulação e verificação de hipóteses;
- c) A interacção no grupo e o seu funcionamento, de modo democrático (participação activa, negociação de ideias e experiências e decisões por consenso), independente e em clima de apoio mútuo são cruciais [14].

Já foi referenciado acima que os modelos de ensino devem estimular a atenção dos estudantes e uma das formas de estimular é evitar situações hipotéticas mas sim propor situações reais. A ficha de exercícios relacionada com a prática industrial é um exemplo dum problema real, claramente conhecida pelos estudantes e pode despertar a sua atenção.

O contacto entre o estudante e os problemas reais pode ajudar na aprendizagem. A prática industrial é um dos exemplos de problemas reais, que transformados em exercícios dão uma visão ao estudante, assim como as aulas laboratoriais como réplica da prática industrial, ajudam na aprendizagem.

É importante notar que o modelo pedagógico ABP tem-se difundido de maneira intensa, nos últimos anos. Na área médica foi inicialmente aplicada na Faculdade de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, em 1960. Logo em seguida, três escolas médicas, nos Estados Unidos, Holanda e Austrália, adoptaram a metodologia. Desde então, observa-se uma verdadeira explosão do uso desta pedagogia no ensino superior de um modo geral. Não apenas na área da saúde, mas também em arquitectura, economia, direito, engenharia, agronomia, ciências políticas, ciências sociais e educação é crescente a opção pelo método [23].

Apesar de ter muita difusão, o sucesso da utilização da metodologia ABP depende de uma série de pré-requisitos e esses podem influenciar na forma de implantação e na exequibilidade do método. Como exemplos de necessidades para a implantação do método ABP podemos citar, dentre outras:

- Necessidade de espaço livre para o auto-aprendizado do estudante;
- Necessidade de revisão do papel do docente no processo de ensino-aprendizagem;
- Revisão do conceito de autonomia departamental;
- Mudança dos critérios de selecção dos estudantes;
- Investimentos financeiros em infra-estruturas [14].

2.4.2. Condições necessárias para a aprendizagem centrada no estudante

2.4.3. Contacto com os problemas

Rogers, diz que a aprendizagem significativa é verificada mais facilmente em questões que o indivíduo entenda como problemáticas a ele. Desse modo, observa-se que a aprendizagem gira em torno do interesse do estudante, diferenciando-se do modelo corrente, no qual o estudante enfrenta “uma experiência cuja ligação com os seus próprios problemas ele muitas vezes não vê” [19].

A posição do Rogers perante esta situação é legítima, mas é difícil inculcar no estudante esta realidade à medida que o seu grande problema é fazer teste e passar de classe. De referir que não é só problema do estudante, é também do sistema, que dá atenção aos testes como forma de avaliar.

2.4.4. Autenticidade do Facilitador

Esse factor é abordado com grande ênfase, devido à importância do facilitador mostrar-se congruente com aquilo que ele está fazendo. Essa autenticidade, percebida pelos estudantes, desempenhará um papel fundamental na relação, pois os estudantes perceberão o professor “como uma pessoa franca e confiarão nele”. Desse modo, o professor “precisa despojar-se do tradicional ‘papel’, ‘máscara’ ou ‘fachada’ de ser ‘O professor’ e tornar-se uma pessoa real com os seus estudantes” [19].

2.4.5. Compreensão Empática

Trata-se da capacidade do professor de perceber o estudante no seu contexto, sentindo as dificuldades dele como se fossem suas e aceitá-las como são. Por esse motivo,

relata-se que “...a aprendizagem significativa é possível se o professor for capaz de aceitar o estudante tal como ele é e de compreender os sentimentos que ele manifesta”. Com esse princípio, o professor estará directamente ligado às potencialidades e dificuldades do estudante e poderá compreendê-lo no seu processo, “valorizando-o como pessoa”, possibilitando assim, um crescimento não só intelectual, mas também do estudante como “ser” [19].

2.4.6. Disponibilidade dos Recursos

Rogers, diz que os recursos para o auto-conhecimento são internos – da educação, pois nesse caso existem inúmeros recursos que “...devem ser postos à disposição dos estudantes e não impostos”. Podendo ele buscar o conhecimento da forma que lhe for melhor assimilado, estando o professor novamente como facilitador para a exploração desse material, estando ali, à disposição para cooperar com o processo de descoberta do estudante. [19].

2.4.7. Avaliação

Uma grande dificuldade encontrada ao conversar com professores quanto a esse método de ensino é referente à avaliação. Justo, afirma que “quase a totalidade dos estabelecimentos de ensino requerem a atribuição ao estudante de uma nota”. Se é o estudante que se determina a buscar o seu conteúdo e a forma como será abordado, logo, ninguém melhor que este para avaliar o conhecimento que adquiriu. Por esse motivo, Piletti, diz que “a avaliação da própria aprendizagem é um dos meios mais eficazes de promover a aprendizagem com liberdade e responsabilidade” [19].

2.4.8. Esquema da aplicação do método centrado no estudante.

Fase I:

- ✓ Identificação do problema
- ✓ Formulação de Hipóteses
- ✓ Solicitação de Dados Adicionais
- ✓ Identificação de Temas de Aprendizado
- ✓ Elaboração do Cronograma de Aprendizado
- ✓ Estudo Independente

Fase II:

- ✓ Retorno ao Problema
- ✓ Crítica e Aplicação das Novas Informações
- ✓ Solicitação de Dados Adicionais

- ✓ Redefinição do Problema
- ✓ Reformulação de Hipóteses
- ✓ Identificação de novos Temas de Aprendizado
- ✓ Anotação das Fontes

Fase III:

- ✓ Retorno ao Processo
- ✓ Síntese do Aprendizado
- ✓ Avaliação

Este esquema foi proposto na **Harvard Medical School** [16].

Em cada uma dessas fases, pequenos grupos de estudantes são acompanhados por tutores que, a partir de objectivos educacionais previamente definidos, orientam o acesso do estudante ao seu conhecimento prévio e o ajuda a detectar as suas limitações deste conhecimento. O grupo de estudantes, identificando a sua deficiência sobre assuntos relevantes para a compreensão e solução do problema apresentado, divide as tarefas na busca de fontes disponíveis na instituição (laboratórios, bibliotecas, centros de processamento de dados, etc.) e os estudantes retornam ao problema.

Como está referenciado acima que muitos países e faculdades estão a aderir a este sistema de ensino, Moçambique especialmente a UEM como uma das melhores universidades da Africa Austral também está a aderir a este ensino centrado no estudante. Foram recomendadas a todas a faculdades desta universidade a implementar este método de ensino num seminário pedagógico de 2007 ministrado na UEM, onde volvidos três anos foi feito o balanço do cumprimento destas recomendações, concluindo-se que embora com dificuldades estão a implementar.

Em suma, o que se tem chamado de método da aprendizagem baseada em problemas (APB), trata-se de um sistema de ensino que dá prioridade ao desenvolvimento, no estudante, da competência para solucionar problemas. Portanto, oferece o acesso aos conhecimentos mais relevantes, propicia o treinamento em habilidades técnicas e sócio-afectivas e estimula a adopção de atitudes éticas, conduzindo o estudante ao desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de aprender [16].

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

A metodologia de investigação qualitativa é que foi usada para a realização do presente trabalho. Foram empregadas de forma crescente as técnicas de revisão de documentos tais como: Currículo do Curso de E.Q., Manual de Química Analítica II, alguns trabalhos de licenciatura da UEM e Websites da Internet.

Conforme foi referido acima, foram analisados documentos tais como currículo de curso de engenharia química, o plano temático da disciplina de química analítica para o curso de E.Q. com o intuito de ver os temas tratados na cadeira de química analítica e nas cadeiras relacionadas com química analítica e ver as recomendações sobre os tipos de aulas e meios usados para alcançar os objectivos; também foram consultados os textos e manuais disponíveis na biblioteca da UEM.

Foram inquiridos o Director do Curso de Engenharia Química, 4 (quatro) docentes, 3 (três) da Faculdade de Engenharia Química e 1 (um) do D.Q. e as visita das fábricas Protal, Ginwala & filhos e Coca Cola todas situadas em Maputo, onde também foram inquiridos 2 (dois) Engenheiros, da Protal e Ginwala & Filhos e (1) um químico da Coca Cola.

Para fazer esta parte do trabalho foram preparados dois tipos de inquéritos: Inquérito aos docentes de química analítica e das cadeiras relacionadas para obter informações sobre os conteúdos que leccionam, tipos de aulas, o que se espera que o estudante saiba depois da cadeira, a sua ideia sobre o ensino centrado no estudante e a sua opinião do que se pode fazer para aumentar a qualidade dos futuros engenheiros;

Inquérito aos profissionais das indústrias sendo um dos objectivos principais descobrir os métodos analíticos mais usados nos seus laboratórios, saber as dificuldades enfrentadas pelos recém-formados pela UEM e obter sugestões para melhorar os métodos de ensino;

A informação obtida foi analisada no desenvolvimento do trabalho e foi feita a escolha dos métodos gravimetria, volumetria e análise instrumental para a elaboração de ficha de exercícios, como um dos métodos mais usados.

Por fim elaborou-se o presente relatório final.

3.1. Técnicas de recolha de dados

A pesquisa decorreu no segundo semestre do ano 2010, na Faculdade de Engenharia, Departamento de Química da UEM, nas indústrias Ginwala e Protal da cidade de Maputo e Coca Cola província de Maputo.

3.2. População e amostra

De toda a população de docentes da UEM e indústrias existentes foram escolhidos como amostra, 4 docentes um que lecciona química analítica e os restantes que leccionam cadeiras relacionadas com química analítica, e 3 indústrias do sector de produtos alimentares e refrigerantes.

3.3. Descrição da amostra

Os docentes que participaram do inquérito são quatro, dois do sexo masculino e os restantes do sexo feminino, apenas um com idade inferior a 40 anos, são docentes à mais de 8 anos dois mestres e dois licenciados, isto é, são profissionais.

Nas indústrias foram inquiridos três, dois do sexo masculino e um feminino, apenas um com idade superior a 40 anos, trabalham no sector de produção, controlo de qualidade à mais de 5 anos e todos com grau de licenciatura.

3.4. Instrumento de recolha de dados

Na recolha de dados usou-se os inquéritos que foram fornecidos aos docentes e aos responsáveis das indústrias seleccionadas.

3.5. Escolha das técnicas e métodos a incluir na ficha

As técnicas e os métodos analíticos que constituem a ficha de exercícios foram seleccionados nas indústrias visitadas. Estas indústrias possuem várias técnicas e métodos, mas foram escolhidos os que têm uma relação directa com o plano da cadeira de química analítica. É de salientar que são propostas outras técnicas instrumentais e industriais que também são importantes para os graduados embora não tratados na cadeira de química analítica.

3.6. Validação dos resultados

Esta tese propõe a elaboração de uma ficha de exercícios relacionados com a prática industrial em resposta do modelo de ensino centrado no estudante e baseado em problemas é importante referir que a efectividade desta proposta depende

exclusivamente dos docentes. Este método já foi lançado pela UEM, deixando desde já ao critério dos investigadores, docentes e outros a levar a cabo e avaliar este desafio.

CAPÍTULO IV: ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Este capítulo apresenta e faz a discussão dos resultados obtidos na revisão bibliográfica, nas entrevistas feitas nas indústrias e aos docentes da Faculdade de Engenharia Química e Departamento de química, UEM, para além do processo de elaboração da ficha prática.

4.1. Resultado da revisão bibliográfica

O processo de ensino-aprendizagem necessita sempre de alguns meios auxiliares que facilitam o mesmo, que podem ser, meios didácticos, experiências, visitas em alguns locais, e fichas práticas que é o objecto de estudo do presente trabalho.

Para sustentar esta pesquisa qualitativa, foram consultadas e analisadas várias referências, a saber: o plano de estudos do curso de engenharia química, o boletim da república, o seminário pedagógico de 2007 da UEM, o programa da reforma académica na UEM, desenvolvimento curricular, planificação e avaliação do ensino e aprendizagem e a Internet.

Uma das inovações que o plano do novo currículo tem é o reforço do contacto entre os estudantes com a indústria, reforço de actividades autónomas dos estudantes com o incremento de trabalhos de grupo e projectos [21].

Havendo necessidade de proceder com a actualização da Lei nº 5/2003, de 21 de Janeiro, renovada pela Lei nº 27/2009, de 29 de Setembro, com vista a adequar o seu conteúdo ao desenvolvimento do ensino superior em Moçambique, esta lei introduziu várias reformas das quais destaca-se as seguintes:

- a) Incentivar a investigação científica, tecnológica e cultural como meio de formação, de solução dos problemas com relevância para a sociedade e de apoio ao desenvolvimento do país, contribuindo para o património científico da humanidade.
- b) Assegurar a ligação ao trabalho em todos os sectores e ramos de actividade económica e social, como meio de formação técnica e profissional dos estudantes.

c) Definir os métodos de ensino, escolher os processos de avaliação e introduzir novas experiências pedagógicas.

d) Na materialização da autonomia, as instituições de ensino superior podem realizar acções em comum com outras entidades [22].

O seminário pedagógico de 2007 de UEM, recomendou-se às faculdades a introdução do método de ensino centrado no estudante, no processo de ensino-aprendizagem volvidos 3 anos foi feita a avaliação da efectividade deste método onde se obteve o seguinte:

Na FAEF esta recomendação foi parcialmente implementada, devido ao fraco conhecimento dos métodos de ensino centrado no estudante pelos descentes, assim como a fraca participação dos docentes nos seminários pedagógicos. Mas também registaram problemas de avaliar o estudante, preparar o estudante para o estudo independente [10].

A FacEd iniciou em 2008, usa o e-mail como meio de interacção e comunicação entre docentes/estudantes e estudantes/estudantes, a maior autonomia por parte da faculdade no que se refere a bibliotecas, equipamento informático e infra-estruturas, maior esforço na formação contínua de docentes e promoção de saberes e troca de ideias. Realizam investigações educacionais, cujos resultados são discutidos em seminários e usados no melhoramento das práticas pedagógicas.

A FacVet tem estado a praticar desde 2004 no ciclo-zootécnico, mas a fraca qualidade dos alunos que ele recebi, necessidade de mais investimentos, criação de facilidades para a investigação, trabalhos práticos e a falta de meios informáticos dificulta a sua implementação [10].

Fazendo uma análise destas referências constata-se que a aposta é a qualidade dos graduados. A Faculdade de E. Q. reformulou o seu currículo de modo a aumentar o contacto do estudante com as indústrias, também a Lei nº 27/2009 enfatiza o mesmo ao assegurar a ligação ao trabalho, como meio de formação técnica e profissional dos estudantes, assim como dá a liberdade de se introduzir novas experiências pedagógicas. É nesse âmbito que a UEM introduziu o novo método de ensino, o ensino centrado no estudante. Estas referências vêm subsidiar este trabalho que

também pretende contribuir no aumento da qualidade dos graduados, fornecendo uma ficha prática relacionada com a actividade industrial ainda no âmbito do ensino centrado no estudante e baseado em problemas.

4.2. Resultado dos inquéritos

4.2.1. Resposta do inquérito aos Docentes

A pergunta 1 tinha como objectivo: Saber o nome da cadeira que o docente está a leccionar.

Foram inquiridos quatro docentes que leccionam as seguintes cadeiras: Química Analítica, Laboratório de Engenharia Química I, Laboratório de Engenharia Química II e Instrumentação e Controlo de Processos I.

A pergunta 2 tinha como objectivo: Saber os anos que o docente tem a leccionar na UEM.

Nesta pergunta constatou-se que só um docente é que tinha menos de 5 anos a leccionar.

A pergunta 3 tinha como objectivo: Saber a idade do docente.

Observou-se que só um docente tinha idade inferior a 40 anos.

A pergunta 4 tinha como objectivo: Saber o nível académico do docente.

Observou-se que todos os docentes tinham o nível de licenciatura com excepção de um que é mestre.

A pergunta 5 tinha como objectivo: Saber os conteúdos da química analítica que os Docentes leccionam ou que têm relação com a Disciplina que está a leccionar.

Observou-se que há vários conteúdos da química analítica que são leccionados a saber: Medições (pesagem), precisão, exactidão das medições, erros das análises, electroquímica e corrosão, valor nutritivo dos produtos, conservação de frutas, gravimetria, titulação, preparação de soluções, métodos instrumentais.

A pergunta 6 tinha como objectivo: Saber os tipos de aulas.

Observou-se que existem três tipos de aulas as teóricas, práticas e laboratoriais, sendo as aulas teóricas as que têm maior carga horária, com excepção de Instrumentação e Controlo de Processos I.

A pergunta 7 tinha como objectivo: Saber o que é necessário que os estudantes saibam fazer no fim da cadeira de química analítica.

Observou-se que no fim destas cadeiras espera-se que os estudantes possam enfrentar a prática industrial, conhecer e saber trabalhar com os principais instrumentos de medição mais usados na indústria química (pressão, temperatura, nível, caudal, velocidade, viscosidade, densidade, índice de refração, etc.), conhecer e usar os métodos de análise de diferentes materiais usando reacções químicas, interpretar os resultados de uma análise e manusear o equipamento de laboratório.

A pergunta 8 tinha como objectivo: Saber o que os Docentes recomendariam que realizar-se na cadeira de química analítica para os futuros engenheiros químicos.

Observou-se que os docentes desejam que se implemente a determinação da dureza da água, a alcalinidade, análises químicas, Demanda Biológica de Oxigénio (DBO), Demanda Química de Oxigénio (DQO), preparação de soluções, capacitar os técnicos de laboratório, o máximo possível de aulas laboratoriais, maior nível de contacto com a prática e possibilitar o contacto com instrumentos modernos.

A pergunta 9 tinha como objectivo: Saber o sentimento dos Docentes perante este novo modelo de ensino proposto pela UEM o Ensino Centrado no Estudante.

Observou-se que todos os docentes são unânimes em dizer que o método de ensino é apropriado para que os graduados tenham maior qualidade virada para o saber fazer, obriga os estudantes a procurar o conhecimento e não servir de receptor, mas ainda não temos docentes preparados para este modelo.

A pergunta 10 tinha como objectivo: Saber o que os Docentes têm feito para levar a cabo este novo modelo de ensino.

Observou-se que o modelo exige que o docente faça um esforço adicional na pesquisa bibliográfica para actualizar os temas e poder recomendar referências acessíveis ao estudante, o uso de Internet, divulgação de materiais didácticos, disponibilizar e

marcar aulas de discussão sobre os conteúdos, dar ao estudante mais aulas práticas e laboratoriais e trabalhos de pesquisa individual ou em grupo.

4.2.2. Resposta do inquérito às indústrias.

A pergunta 1 tinha como objectivo: Saber o nome da instituição:

As instituições que foram inquiridas são Coca-Cola, Ginwala & Filhos e Protal.

A pergunta 2 tinha como objectivo: Saber o sector do trabalho do inquirido:

Observou-se que dos três inquiridos, dois são engenheiros químicos e um químico, formados na UEM e trabalham na área de produção e no controlo de qualidade.

A pergunta 3 tinha como objectivo: Saber os anos de trabalho do inquirido:

Observou-se que todos trabalham à mais de 5 (cinco) anos, o que revela uma boa experiência.

A pergunta 4 tinha como objectivo: Saber a função do inquirido na fábrica:

Observou-se que, um engenheiro está na área de produção e os restantes no controlo de qualidade.

A pergunta 5 tinha como objectivo: Saber o seu género:

São dois do sexo masculino e um feminino.

A pergunta 6 tinha como objectivo: Saber a sua idade:

Observou-se que apenas um é que tem idade inferior a 40 anos

A pergunta 7 tinha como objectivo: Saber o seu nível académico:

Observou-se que todos têm o grau de licenciatura.

A pergunta 8 tinha como objectivo: Saber o tipo de análises químicas que fazem:

Observou-se que os tipos de análise que fazem são: análises gravimétricas, volumétricas e industriais.

A pergunta 9 tinha como objectivo: Saber os dados da química analítica usados:

Observou-se que na Protal os dados importantes para o seu trabalho são: determinação de cálcio, sacarose, viscosidade, sólidos totais, gorduras e refração. Na Coca-Cola, determinação da dureza da água, de cloretos e soda, no refrigerante o brix (teor de açúcar), CO₂, temperatura e pressão. Na Ginwala a determinação dos índices de iodo, acidez, saponificação e humidade.

A pergunta 10 tinha como objectivo: Saber como se obtêm esses dados:

Observou-se que estes dados são obtidos por medições directas e análises químicas.

A pergunta 11 tinha como objectivo: Saber as técnicas que usam nas análises químicas.

Observou-se que nas análises químicas são usadas: Na Protal, titrimetria com EDTA, instrumentais, polaridade, refratometria, viscosidade, filtração e extracção. Na Coca-Cola, titrimetria, gravimetria, instrumentais e industriais. Na Ginwala, balança (pesagem), secagem na estufa, medições directas, titrimetria.

A pergunta 12 tinha como objectivo: Saber a técnica mais usada:

Observou-se que todas as técnicas auxiliam-se, isto é, todas são usadas.

A pergunta 13 tinha como objectivo: Saber o esquema das análises químicas feitas no laboratório.

Observou-se que na Protal a análise parte da: Recolha da amostra → Pesagem → Diluição (mistura) → Secagem → Extracção de dados → Cálculos → Resultado → Interpretação

Na Ginwala: Recolha da amostra → Pesagem antes de secagem → Secagem na estufa → Pesagem depois da secagem → Cálculo da humidade → Resultados (da humidade) → Interpretação

Recolha da amostra → Preparação da solução titulante → Titulação → Cálculos → Resultados (dos índices) → Interpretação

Na Coca-Cola: Recolha da amostra de 4 em 4 horas → Preparação da solução titulante → Titulação ou método industrial → Cálculos ou leituras → Resultados → Interpretação

A pergunta 14 tinha como objectivo: Saber onde eles aprenderam essas técnicas:

Observou-se que todas as técnicas aprenderam na UEM, mas não sabiam como aplicar na prática, só aprenderam na indústria.

A pergunta 15 tinha como objectivo: Saber se conhece outras técnicas, quais e onde aprendeu:

Observou-se que as técnicas usadas nas suas indústrias aprenderam na universidade, com excepção de alguns métodos industriais usados na Coca-cola, como o uso de comprimidos (DPD-1 e DPD-4) na determinação de cloro e da soda na água.

A pergunta 16 tinha como objectivo: Saber se tem recebido estagiários nas suas empresas:

Observou-se que todas as indústrias têm recebido estagiário os anualmente.

A pergunta 17 tinha como objectivo: Saber as técnicas que os estagiários dominam:

Observou-se que os estudantes têm pouco domínio de técnica, mas eles optam por métodos de leituras directas, secagem, pesagem e métodos industriais que são de fácil compreensão e manipulação.

A pergunta 18 tinha como objectivo: Saber o tipo de dificuldades que os estagiários enfrentam:

Observou-se que os estudantes têm uma base teórica não sustentada pela prática devido à falta de aprendizagem relacionada com a prática industrial e têm dificuldades em interpretar os resultados pois só se davam com situações imaginárias.

A pergunta 19 tinha como objectivo: Saber o que se deve fazer para melhorar a qualidade dos graduados:

Observou-se que todos foram unânimes em dizer que deve-se fazer os mesmos trabalhos feitos nas indústrias nos laboratórios da faculdade e transformar as práticas industriais em exercícios para os estudantes resolverem.

A pergunta 20 tinha como objectivo: Saber do que eles sentiram falta na formação que lhes ajudaria no seu trabalho:

Observou-se que todos sentiram a falta das práticas laboratoriais e exemplos práticos relacionados com a prática industrial.

A pergunta 21 tinha como objectivo: Saber as sugestões e recomendações que ajudarão os futuros graduados:

Nesta pergunta observou-se que os engenheiros e o químico das indústrias são unânimes em dizer que os estudantes devem visitar as indústrias de modo a familiarizarem-se com a prática industrial.

4.2.3. Relação dos resultados obtidos

Os inquiridos nas indústrias, foram formados na Faculdade de Engenharia e de Química, têm mais de 5 (cinco) anos a trabalhar na área de produção e controlo de qualidade, são todos licenciados pela UEM, afirmam que tiveram uma base teórica mas não tiveram boa prática laboratorial e exercícios que levasse-lhes a prática industrial, pois muitos exercícios faziam de maneira que dificultava a interpretação dos resultados e os objectivos a alcançar.

Todas as técnicas usadas nas indústrias, teoricamente foram apreendidas nas faculdades com excepção de alguns métodos industriais e instrumentais, mas tiveram dificuldades em se adaptar devido à falta de contacto com estas práticas. Este facto mostra as lacunas que o plano temático de química analítica apresenta, pois aspectos tais como a determinação de Brix e pH é muito importante para as indústrias, e encontram-se ausentes nos planos da disciplina.

Observou-se que eles propõem que se faça os mesmos trabalhos feitos nas indústrias como forma de aprendizagem, problematizar as práticas industriais em exercícios para os estudantes resolverem, aumentar a carga horária das aulas práticas e laboratoriais e efectuar visitas às indústrias de modo a familiarizar os estudantes. Estas sugestões fazem parte de um modelo de ensino centrado no estudante e baseado em problemas, o que leva a concluir que as referências, as entrevistas aos docentes e às indústrias concordam que o método de ensino centrado no estudante e baseado em problemas é recomendável para minimizar os problemas da qualidade dos graduados, ou seja

100% dos inquiridos afirmam que o método é melhor, pois é apropriado para que os graduados tenham maior qualidade virada ao “saber fazer”, obriga o estudante a ir a procura e não servir de receptor, o que faz-lhes concordar com as referências bibliográficas, mas é preciso ressaltar que o método precisa de um pequeno investimento como a disponibilidade dos meios, ter acesso à Internet, biblioteca bem caprichada, laboratórios bem equipados, marcar aulas de discussão sobre os conteúdos e criar laços com as indústrias, etc.

Nas condições em que a faculdade se encontra é preciso apostar mais nos trabalhos práticos, laboratoriais, mais visita às indústrias, elaborar fichas de exercícios relacionados com a prática industrial e trabalhos de pesquisa individual e em grupo.

4.2.4. Trabalho de preparação da ficha

A proposta de uma ficha prática relacionada com actividades industriais era o objectivo central deste trabalho.

Após a análise do currículo de E.Q., análise dos inquéritos e visitas às indústrias, concluiu-se que a ficha estaria composta de métodos gravimétricos, volumétricos e instrumentais.

Os conteúdos temáticos leccionados aos engenheiros químicos que têm relação com a prática industrial são gravimetria na determinação da P.R., CaO, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, e SiO₂ no calcário, humidade no óleo, gordura no leite, etc e a volumetria na determinação da dureza da água, dos índices no óleo, de cloro e cloretos na água e de sulfatos no leite.

A ficha contém exercícios com conteúdos não tratados na cadeira de Química Analítica, mas são importantes para a indústria que são métodos instrumentais e industriais usando DSA-5000 na determinação de Brix no refrigerante, frutas, sumos, açúcar, etc., pH-metro na determinação do pH de diferentes substâncias e Disco comparador de Lovibond na determinação de cloro, cloretos, ferro e soda na água, etc.

A partir dos procedimentos laboratoriais e práticas efectuadas nas indústrias visitadas foi possível elaborar a ficha prática.

A ficha têm 7 (sete) exercícios dos quais 5 (cinco) é sobre análise gravimétrica e volumetria, os restantes não são tratados na química analítica mas são extremamente importantes, por isso são propostos nesta ficha. Estes exercícios são resultado da transformação dos procedimentos laboratoriais das indústrias. Os exercícios com temas não tratados na cadeira de química analítica, são apresentados em forma de proposta para o currículo dos E.Q., para acrescentar e motivar os estudantes a interessarem-se por novos conhecimentos importantes para a prática industrial.

4.2.5. Ficha Prática

Exercícios sobre gravimetria

O primeiro exercício tinha como objectivo: Dar habilidades ao estudante no que diz respeito à determinação da perda ao rubro (P.R.), determinação da humidade das substâncias voláteis e não voláteis, usando a gravimetria de volatilização, assim como interpretar os resultados.

Exercício 1. Um estudante do curso de engenharia química é dado uma amostra de material carbonatado a fim de determinar a sua perda ao rubro (P.R.). Sabendo que o peso do cadinho é de 15,0000g, o peso do cadinho com amostra é de 18,4500g e o peso do cadinho com amostra calcinada é de 17,9500g, determine:

- O peso do gás carbónico com outras substâncias voláteis.
- A perda ao rubro da amostra.
- Com base no valor da perda ao rubro, o que se pode dizer sobre este material?

O segundo exercício tinha como objectivo: Dar habilidades ao estudante sobre a determinação de resíduos insolúveis (R.I.), CaO, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃ e SiO₂ no calcário, usando a gravimetria de volatilização, interpretar os resultados e tomar decisões em função dos resultados.

Exercício 2. Uma companhia de fabrico de cimento, pretende usar o calcário de Inharrime e Magude para a produção de cimento. Para tal foram colhidas duas amostras destes distritos para a posterior análise no Laboratório de Moçambique a fim de avaliar os teores de SiO₂ e R.I. presentes nas amostras. Sabendo que as amostras de Inharrime e Magude depois de tratadas com ácidos, calcinadas na mufla, arrefecidas

no exsicador, pesadas e por fim calculado a $\%(\text{R.I.}+\text{SiO}_2)$ que deu 10,52% e 4,71% respectivamente.

- a. Descrevi o procedimento desta análise.
- b. Se o peso da amostra com cadinho antes da calcinação é de 15,500g, e depois da calcinação é de 15,300g e 15,150g respectivamente, determine o peso do gás carbónico com outras substâncias voláteis perdidas durante a calcinação para cada amostra.
- c. Se a amostra de Inharrime tem 3,50% de SiO_2 , e de Magude 2,71% de R.I. Qual é a percentagem de R.I. para a amostra de Inharrime e de SiO_2 para a amostra de Magude.
- d. Qual das amostras recomendaria para a produção de cimento?

O terceiro exercício tinha como objectivo: Dar habilidades ao estudante no conteúdo sobre gravimetria de volatilização na determinação do teor da gordura no leite e na manteiga, conhecer o teor de gordura aceite nos alimentos, recomendar o consumo ou não de alguns alimentos com gordura.

Exercício-3. Sabendo que o teor da gordura no leite pronto é de 8,00 a 8,30%. Um estudante do curso de engenharia química foi atribuído uma lata do leite da Protal a fim de determinar a percentagem da gordura, da quantidade dada só usou 5,000g para a análise. Depois de tratada laboratorialmente a amostra a fim de separar as fases obteve-se 3,950g de fase inorgânica na primeira extracção, e a fase orgânica após ter passado pela estufa, pelo exsicador e última extracção pelo éter de petróleo perdeu 0,650g de peso.

- a. Sendo assim, qual foi o teor da gordura encontrado no leite pronto por este estudante?
- b. Suponhamos que é o estudante que analisou o que recomendaria à Protal sobre este produto?

Exercícios sobre volumetria

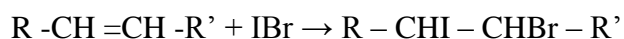
O primeiro exercício tinha como objectivo: Dar habilidades ao estudante no conteúdo sobre volumetria de complexação, no que diz respeito à determinação da dureza da água usando EDTA, na análise de águas em diferentes indústrias, conhecer a qualidade da água para o consumo, segundo os padrões, saber recomendar o consumo ou não da água em diferentes partes do país.

Exercício 1. A água usada na Coca-Cola nas salas de xarope simples, composto e nas enchedoras, deve estar isento de cloro, possuir $\text{pH} \geq 4,90$ e uma dureza não superior a 100ppm. Como responsável da qualidade da empresa, pretendes autorizar o uso da água para a produção, tens uma amostra de água de 50,00mL a 0,002N de iões cálcio para a análise, com uma solução de EDTA a 0,02 N.

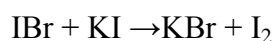
- Considerando que a dureza da água é expressa em mg/L de CaCO_3 , determina a dureza total desta água.
- Como responsável das análises recomendaria o uso desta água para produção de refrigerantes? Justifique detalhadamente a sua resposta.

O segundo exercício tinha como objectivo: Dar habilidades ao estudante no conteúdo sobre volumetria na determinação dos índices de acidez, iodo e de saponificação, no óleo, manteiga e vinagre, interpretar os índices conhecendo o significado dum índice alto e baixo, e saber autorizar ou não o consumo de óleo e manteiga com diferentes valores de índice.

Exercício 2. Na determinação do índice de iodo de um tipo de óleo, foram pesados 0,500g da amostra num erlenmeyer depois de tarar, onde depois de tratada adicionou-se 10mL de reagente de Hanus (KI 15,00%) e 100mL de água destilada, ocorrendo a seguinte reacção:



O excesso de reagente de Hanus é reagido com solução de KI, e o iodo libertado é titulado com solução de tiosulfato de sódio a 0.1M.



Sabendo que na titulação em branco foram gastos 35,000mL de tiosulfato de sódio e na titulação do iodo livre foram gastos 7,500mL.

- Escrevi a respectiva equação de titulação do iodo livre e os nomes dos produtos formados.
- Determine o índice de iodo.
- Se o reagente de Hanus fosse com outros halogénios teria o mesmo valor índice? Justifique a sua resposta.
- A partir do valor do índice de iodo, diga qual é o tipo de óleo provável?

Exercícios sobre métodos instrumentais

O primeiro exercício tinha como objectivo: Familiarizar o estudante no que diz respeito a métodos instrumentais como o uso do disco comparador de Lovibond na determinação do cloro e ferro na água, conhecer as diferentes fases de tratamento da água, saber usar novos métodos e interpretar os resultados.

Exercício 1. Um químico do departamento de qualidade da Coca-Cola recolheu amostras de água nos filtros de areia e de carvão para uma análise do cloro livre, durante um turno das 6 às 14 horas as amostras foram recolhidas num intervalo de uma em uma hora, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 horas. Feitas as análises usando método industrial, o comprimido DPD 1 é um disco comparador de Lovibond, foram lidos os seguintes valores 1,2; 0,01; 0,03; 2,6; 1,9; 0,00; 0,04 e 3.2mg/L em função das horas.

- a) Indique quais das amostras provavelmente foram tiradas depois do filtro de areia e as tiradas depois do filtro de carvão.
- b) A água que sai depois do filtro de carvão é que vai ao processamento de refrigerantes e consumo pelos vários sectores da fábrica. Dentre as águas que provavelmente saíram do filtro de areia quais as que não são próprias para o consumo?
- c) O que se deve fazer com as águas que estão fora dos padrões da fábrica?

O segundo exercício tinha como objectivo: Familiarizar o estudante no que concerne a métodos instrumentais como DSA-5000 na determinação do Brix nos xaropes simples e composto na produção de refrigerantes caso CCC, teor de açúcar nos refrigerantes, frutas e seus derivados como sumos, e nas indústrias açucareiras, etc.

Exercício 2. Um determinado refrigerante da Coca-Cola, 3 minutos após ter saído da enchedora e agitado rigorosamente foi analisado por um engenheiro químico usando método instrumental com ajuda de um DSA-5000. Volvidos 3 minutos o ecran do DSA-5000 visualizou uma temperatura de 20°C, densidade 1,040, volume de gás 2,760 e o Brix de 13,03.

Que tipo de refrigerante se trata? Justifique detalhadamente a sua resposta.

Nesta ficha de exercícios não constam exercícios relacionados com métodos espectrofotométricos, primeiro porque no actual plano da disciplina os temas como fotometria de chama e espectrofotometria de absorção atómica e molecular tem várias aulas práticas e laboratoriais, segundo porque nenhuma das indústrias visitadas usa estes métodos.

Incluiu-se também no trabalho os procedimentos laboratoriais usados nas indústrias visitadas, com algumas determinações tratadas nos exercícios a fim de familiarizar o estudante e foram colocadas tabelas com informação sobre produtos das indústrias para que os estudantes possam fazer a interpretação dos resultados.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusão

Depois de todo o trabalho de pesquisa qualitativa que foi realizado, a análise das referências bibliográficas, das entrevistas aos docentes e visitas às indústrias chegou-se às seguintes conclusões:

- Efectuou-se uma análise das referências bibliográficas em função de todos os temas da cadeira de química analítica leccionados na E.Q., assim como dos modelos de ensino;
- Realizou-se uma pesquisa aos docentes e as indústrias visitadas, onde colheu-se informações sobre modelos de ensino e os temas analíticos aplicados nas indústrias que são métodos gravimétricos, volumétricos, instrumentais e industriais distribuídos em fábricas:
 1. Coca-Cola (Fábrica de refrigerantes) usa os métodos clássicos e industriais no controlo da qualidade da água, que são titulação, complexação e uso de comprimidos DPD-1 e DPD-4, na determinação da dureza total e cálcica, ferro, sulfatos, cloro livre e total. Preparação de soluções e diluições. Medições (pesagem). Métodos instrumentais na determinação do Brix (teor de açúcar), CO₂ e pressão do refrigerante;
 2. Protal (Fábrica de produtos alimentares) usa a gravimetria de volatilização na determinação da gordura no leite, a titulação de complexação na determinação de cálcio, na análise da água e métodos instrumentais na análise de sacarose, viscosidade e sólidos totais no leite;
 3. Ginwala (Fábrica de óleo e sabão) usa a titulação na determinação dos índices de iodo, acidez e saponificação e a gravimetria de volatilização na determinação da humidade no óleo;
 4. Indústrias de cimento usam a gravimetria de volatilização na determinação de R.I., P.R. e de precipitação na determinação de SiO₂, SO₃, Fe₂O₃, Al₂O₃, MgO e CaO

- Elaborou-se uma proposta de ficha prática com 7 (sete) exercícios com os seguintes conteúdos:
 1. Sobre análise gravimétrica que é aplicada na Protal, na determinação de cálcio e gordura, na Ginwala na determinação da humidade e nas indústrias de cimento, foram elaborados 3 (três) exercícios;
 2. Sobre análise volumétrica que é aplicada na Ginwala, na determinação dos índices de acidez, saponificação e acidez e na Coca-Cola na determinação da dureza da água foram elaborados 2 (dois) exercícios;
 3. Sobre os métodos instrumentais foram elaborados 2 (dois) exercícios, usando DSA-5000 na determinação do Brix (teor de açúcar), CO₂ e Pressão na Coca-Cola, usando Disco comparador de Lovibond na determinação de cloro livre na água.
- As técnicas analíticas apresentadas neste trabalho são tratadas na cadeira de Q.A. assim como nas indústrias visitadas, isto é, estabeleceu-se uma relação entre a prática industrial, a Q.A. e a ficha prática elaborada.

5.2. Recomendações

O presente trabalho deixa as seguintes recomendações aos estudantes, docentes e indústrias:

- Recomenda-se à faculdade rever o plano analítico de química analítica, no sentido de aumentar a carga horária das aulas práticas e laboratoriais, criar uma relação com as indústrias Moçambicanas. Recomenda-se também introduzir temas tais como a determinação de Brix e pH pois são importantes nas indústrias.
- Recomenda-se às indústrias Moçambicanas para permitir que os estudantes efectuem visitas de estudos e estágios, o uso novas técnicas de análise como por exemplo os métodos fotométricos.
- Recomenda-se aos docentes à apostarem no ensino centrado no estudante e baseado em problemas, lançado internacionalmente e pela UEM, o uso da ficha proposta neste trabalho e avaliar a sua aplicabilidade, a preparar fichas de exercícios com uma relação directa com a prática industrial, a dar mais peso (nota) aos trabalhos práticos e laboratoriais.
- Recomenda-se aos estudantes à aceitar o ensino centrado no estudante, como o melhor método para a sua aprendizagem, a apostar nos seminários e participarem activamente nas jornadas científicas pois são exemplo deste método.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]. BOECHAT, G. C. *et al.* (2008) Pesquisa Qualitativa. Acessado no dia 04 de Novembro de 2010.

Disponível

em: [www.cin.ufpe.br/.../Apresentacao_Pesquisa%20Qualitativa%20\(cap%201%202%203\).pdf](http://www.cin.ufpe.br/.../Apresentacao_Pesquisa%20Qualitativa%20(cap%201%202%203).pdf) -

[2]. CHISSUMBA, V. G. (2010) Estudo das condições de purificação de água, usando processo de coagulação. Caso: Coca-Cola Company, Trabalho de licenciatura, Departamento de Química, UEM, Maputo, pp. 27-29 e 38-39

[3]. CHOTAI, A. da J. (2007) Extracção e caracterização físico-química do óleo do arilo dos diferentes tipos de mafurra (Trichilia emetica), Trabalho de licenciatura, Departamento de Química, UEM, Maputo, pp. 21-22 e 30

[4]. DIMAS, N. D. (2010). Análise química da cerveja 2M em termos dos teores de Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na e Zn e verificação da contribuição dos teores destes elementos a partir da água e do malte, Trabalho de licenciatura, Departamento de Química, UEM, Maputo, pp. 11-13.

[5]. GAUBEUR, I, *et al.* (2004) Laboratório de Química Analítica Quantitativa. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo. Acessado no dia 25/11/2010

Disponível em:

http://meusite.mackenzie.com.br/nbonettodisciplinasapostila_Laboratorio_Quimica_Analitica_Quantitativa.pdf

[6]. GONÇALVES, M. de L. S. S. (2001) Métodos instrumentais para análise de soluções. Análise Quantitativa. Editora FCG, 4ª edição, Lisboa – Portugal.

[7]. JEFFERY, G. H. *et al* (1992). Vogel. Análise Química Quantitativa. Editora Guanabara Koogans, 5ª Edição, Rio de Janeiro.

[8]. LIBANÊO, J. C. (1994). Didáctica. Editora Cortês, Colecção Magistério 2º grau, série formação do professor. São Paulo.

[9]. MAXALELA, F. A. (2010). Estudo das potencialidades de uso de meios didácticos (cartazes e experiências com material local) na disciplina de química no

ESG, em particular no desenvolvimento do conceito reacção química. Trabalho de licenciatura, Departamento de química, UEM, Maputo, pp. 16-18.

[10]. MUCAVELE, F. (2010) O Processo da Reforma Académica na Universidade Eduardo Mondlane. Por um ensino de melhor qualidade: Experiências e Perspectivas de Implementação. Maputo.

[11]. NÉRICI, I. G. (1988). Didáctica uma introdução, 2ª edição, Brasil, editora Atlas S. A;

[12]. PEIXOTO, J. P. (2010) Aprendizagem baseada em problemas. Acessado no dia 20/10/10. Disponível em:

pt.wikipedia.org/.../Aprendizagem_baseada_em_problemas

[13]. KIN, F. D. (2005). Química Analítica II. Métodos Clássicos de Análise Quantitativas. Universidade Eduardo Mondlane-Departamento de Química. Maputo.

[14]. RIBEIRO, A. C. & Ribeiro, L. C. (1990). Planificação e avaliação do Ensino-Aprendizagem. Universidade Aberta, Lisboa.

[15]. RIBEIRO, A. C. (1999). Desenvolvimento Curricular, Educação Hoje, Texto Editora, 8ª Edição, Lisboa.

[16]. RODRIGUES, M. L. V. & Figueiredo J. F. C.(1996) Aprendizado Centrado em Problemas. Medicina, Ribeirão Preto. Acessado em 01/11/20.

[17]. SKOOG, A. D. *et al.* (2006) Fundamento de Química Analítica, Thomson editora, 8ª edição, São Paulo – Brasil.

[18]. SILVA, C. L. M. da. (2005) Obtenção de ésteres a partir da transesterificação do óleo de andiroba com etanol. Campinas – SP. Acessado em 23/02/11

Disponível em: biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/vtls000376024.pdf

[19]. SILVA R. M. da Ensino Centrado No Aluno: A Aprendizagem Significativa. Acessado no dia 01/11/10.

[20]. VOGEL *et al.* (2000) Análise Química Quantitativa. LTC editora, 6ª edição, Rio de Janeiro - Brasil

[21]. (2001) Guião do curso de engenharia química. Universidade Eduardo Mondlane - Faculdade de Engenharia, Maputo.

[22]. (29 de Setembro 2009) BOLETIM DA REPÚBLICA. 2º SUPLEMENTO. Lei nº 27/2009. I Série – Número 38.

[23]. NextChem Process Analyzers, LLC. Acessado em 21 de Fevereiro de 2011.

Disponível em: [Apresentacao%20modelos%20de%20titulacao%20pwt](#).

[24]. www.boaula.com.br/iolanda/.../me/.../cortelazzoart.do, Acessado no dia 20 de Novembro de 2010

[25] [http://fq.no.sapo.pt/download/Doseamento do acetilsalicilico numa aspirina.pdf](http://fq.no.sapo.pt/download/Doseamento_do_acetilsalicilico_numa_aspirina.pdf)

Acessado no dia 29 de Março de 2011

[26]. <http://www.ufmt.br/revista/arquivo/rev16/machdo.htm#1>

Acessado no dia 27 de Março de 2011

[27]. sites.google.com/site/modelosead/i...e.../modelos-pedagógicos

Acessado no dia 25 de Fevereiro de 2011

ANEXOS

ANEXO-I

Técnicas e análises feitas na CCC

Tabela 2: De análises, fórmulas e teor admissível na CCC

Tipo de análise	Fórmula	Teor admissível	
Análise depois do filtro de areia			
Alcalinidade P	$P = V_{\text{titulante}} \times 10$	$\leq 85 \text{ mg/L CaCO}_3$	
Alcalinidade M	$M = V_{\text{titulante}} \times 10$		
pH	Leitura directa	≥ 4.9	
Turbidez	Leitura directa	$\leq 0.5 \text{ NTU}$	
Cloro livre	Leitura directa	$1 \leftrightarrow 3 \text{ ppm}$	
Análise depois do filtro de carvão			
Dureza cálcica	$DC = V_{\text{titulante}} \times 2$	$< 100 \text{ ppm}$	
Dureza total	$DT = V_{\text{titulante}} \times 2$	$< 100 \text{ ppm}$	
Turbidez	Leitura directa	$< 0.5 \text{ NTU}$	
Cloro livre	Leitura livre	$< 0.02 \text{ mg/L}$	
Cloretos	$\text{Cloretos}_{(\text{em NaCl})} = [(V_{\text{titulante}}) N_{\text{titulante}} \times 1000 \times 58.44] \div 100$	$\leq 250 \text{ mg/L}$	
Ferro total	Leitura directa	$\leq 0.1 \text{ mg/L}$	
TDS	Leitura directa	$\leq 500 \text{ mg/L}$	
pH	Leitura directa	≥ 4.9	
Análise depois do desclassificador			
Dureza cálcica	$DC = V_{\text{titulante}} \times 2$	0 ppm	

Dureza total	$DT = V_{\text{titulante}} \times 2$	0 ppm	
--------------	--------------------------------------	-------	--

I.Determinação do cloro livre usando método industrial ou Lovibond

Na determinação do cloro livre usa-se comprimido designado DPD 1 que mudam a solução para cor rosa. A intensidade da cor é proporcional à quantidade do cloro livre e é determinada por comparação por uma série de números permanentes standartizadas do disco comparador de Lovibond.

Reagentes:

- Amostra
- Comprimido DPD 1

Equipamentos:

- Bureta graduada de 50ml;
- Disco comparador de Lovibond;
- Duas células

Procedimentos:

1. Enche-se as duas células com a amostra, põe-se uma delas do lado esquerdo do compartimento do comparador;
2. Na outra célula do lado direito do comparador, adiciona-se um comprimido que se deixa dissolver por algum tempo;
3. Segura-se o comparador contra a luz solar ou incandescente, compara-se a cor produzida pela solução com o comprimido e da amostra, girando o disco até que as cores se igualem;
4. A leitura faz-se no botão direito da mão direita, regista-se o valor do botão que representa a concentração do cloro em mg/L na água.



Figura 1: Disco comparador de Lovibond, duas células e comprimidos DPD

II. Determinação da dureza total e cálcica usando o método de titulação

Dureza total

Equipamentos:

- ✓ Proveta graduada de 50 ou 100mL;
- ✓ Pipeta de 2 ou 5mL;
- ✓ Erlenmeyer de 100mL;
- ✓ Vareta de vidro;
- ✓ Bureta de 10 ou 25mL;
- ✓ Copo de erlenmeyer;

Reagentes:

- ✓ Amostra;
- ✓ Solução tampão de NH_4Cl ;
- ✓ Indicador de dureza total, negro de eriocromo;
- ✓ Solução titulante de dureza (EDTA) a 0.02N;
- ✓ Água destilada;

Procedimentos:

1. Enxaguar o equipamento a usar com água destilada;
2. Medir 50 mL da amostra para o copo;
3. Adicionar 0.5 mL da solução tampão de NH_4Cl e mexer;
4. Adicionar 3 a 4 gotas do indicador de dureza total e agitar;
5. Se a cor da solução ficar azul significa que a concentração da dureza total é 0 ppm e se a cor for vermelha, agitar devagar e titular até aparecer a cor azul;
6. Ler o volume gasto na titulação e multiplicar por 2 e tem o valor da dureza total;

Dureza cálcica

Equipamentos:

O equipamento é o mesmo usado na determinação da dureza total;

Reagentes:

- Amostra;
- Solução de hidróxido de sódio NaOH a 1N;
- Indicador de dureza total, negro de eriocromo;
- Solução titulante da dureza (EDTA) a 0.02N;
- Água destilada;

Procedimentos:

1. Enxaguar o equipamento a usar com água destilada;
2. Medir 50 mL da amostra para o copo;
3. Adicionar 2 mL da solução de hidróxido de sódio NaOH 1N.
4. Adicionar 3 a 4 gotas do indicador de dureza total e agitar;

5. Se a cor da solução ficar púrpura significa que a concentração da dureza total é 0 ppm e se a cor for rosa, agitar devagar e titular até aparecer a cor púrpura;
6. Ler o volume gasto na titulação e multiplicar por 20 e tem o valor da dureza total;

Tabela 3: De objectivos de Brix e volume do gás (CO₂) usada na Coca-Cola.

Sabor	Tamanho	Brix	CO ₂
Coca-Cola	1000mL	10.37±0.05	3.80±0.10
Fanta laranja	1000mL	13.00±0.05	2.65±0.10
Sprite	1000mL	10.00±0.05	3.90±0.10
Coca-Cola	300mL	10.37±0.05	3.95±0.10
Fanta laranja	300mL	13.00±0.05	2.80±0.10
Fanta uva	300mL	13.00±0.05	2.80±0.10
Fanta ananás	300mL	11.95±0.05	3.20±0.10
Sprite	300mL	10.00±0.05	4.00±0.10
Lemon	300mL	11.74±0.05	2.80±0.10
Maracujá	300mL	12.58±0.05	3.20±0.10
Sparlet	300mL	12.50±0.05	2.80±0.10
Coca-Cola light	300mL	0.00	3.65±0.10
Coca-Cola	500 mL	10.37 ± 0.05	4.20 ± 0.10
Fanta laranja	500 mL	13.00 ± 0.05	2.90 ± 0.10
Sprite	500 mL	10.00 ± 0.05	4.10 ± 0.10
Coca-Cola	2000 mL	10.37 ± 0.05	4.10 ± 0.10

Fanta laranja	2000 mL	13.00 ± 0.05	2.75 ± 0.10
Sprite	2000 mL	10.00 ± 0.05	4.00 ± 0.10



Figura 2: DSA-5000

Técnicas e análises feitas na Ginwala & Filhos

Tabela 4: Dos valores dos índices do óleos

Tipos de óleos	Valor dos Índices		
	I.A.	I.S.	I.I.
Oliva azeitona	1.69	188 – 197	76 – 94
Algodão	0.423	190 – 198	99 – 116
Soja		188 – 198	120 – 141
Girassol	0.423	187 – 195	188 – 141
Mafureira	0.8 0 - 0.92	183 - 201	63 - 78

III.Determinação da humidade do óleo.

Equipamento:

- ✓ Cápsula de porcelana
- ✓ Estufa
- ✓ Dissecador
- ✓ Balança analítica
- ✓ Copo de 250mL

Reagentes:

- ✓ Amostra
- ✓ Cloreto de cálcio anidro

Procedimentos:

1. Recolhe-se a amostra (óleo fresco) nos tanques de enchimento com a ajuda dum copo e pesa-se;
2. Deita-se a amostra do óleo numa cápsula de porcelana previamente aquecida e de seguida leva-se a uma estufa a 105°C durante 1 (uma) hora;
3. Depois de uma hora de aquecimento a amostra é esfriada e põe-se num dissecador com cloreto de cálcio anidro e de seguida pesa-se;
4. Devolve-se a amostra na estufa a uma temperatura de 60°C durante 1 (um) dia.
5. Por fim retira-se a amostra da estufa esfria-se e pesa-se;
6. Pela diferença do peso da amostra fresca e seca, calcula-se a humidade em gramas e depois converter em percentagem.

A expressão matemática para o cálculo da humidade, em percentagem, é:

$$H(\%) = \frac{(\text{peso da amostra fresca} - \text{peso da amostra seca})}{\text{peso da amostra seca}} \times 100\%$$

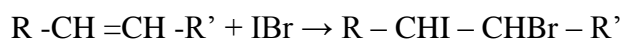
IV.Determinação do Índice de Iodo

Índice de iodo é a medida da insaturação de óleos e gorduras (através da adição de monohaletos de iodo), expressa em número de centigramas de iodo absorvido por grama de amostra (% de iodo absorvido).

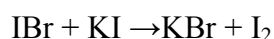
Monobrometo de iodo (método “Hanus”) mais utilizado

O método resume-se em solubilizar a amostra em clorofórmio e um excesso de reagente Hanus é adicionado. Após o tempo de reacção definido, adiciona-se iodeto de potássio, onde liberta-se o excesso de reagente de Hanus como iodo, que é titulado com solução padrão de tiosulfato de sódio e a solução de amido como indicador.

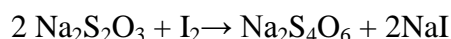
Reacções envolvidas:



O excesso de reagente de Hanus é reagido com solução de KI, e o iodo libertado é titulado com solução de tiosulfato de sódio.



Titulação do iodo liberando com tiosulfato de sódio



Reagentes:

- ✓ Tetracloreto de carbono
- ✓ Solução aquosa de iodeto de potássio 10%
- ✓ Solução aquosa indicadora de amido
- ✓ Solução padronizada de tiosulfato de sódio 0.05 mol/L

Procedimento:

Dissolve-se uma amostra de óleo refinado em 15 mL de tetracloreto de carbono e, sob agitação, adiciona-se 25 mL de solução de Hanus. A solução deve ser tampado e guardada ao abrigo da luz a uma temperatura de 20°C. Após 30min adiciona-se 20 mL de solução de iodeto de potássio 10% e 100 mL de água destilada.

Titula-se a amostra com uma solução padronizada de tiosulfato de sódio 0.05 mol/L sob agitação magnética constante até que a coloração inicial castanha passe para

amarelo esverdeada. Neste momento, interrompe-se a titulação e adiciona-se 2 mL de solução indicadora de amido. Reinicia-se a titulação até que coloração azul índigo da solução desapareça. O mesmo procedimento é usado para a amostra em branco sob as mesmas condições [18].



Figura 3: Buretas usadas na titulação

Técnicas e análises feitas na Protal

V. Extracção da gordura

Equipamento:

- Balança analítica
- Copo de precipitação de 100 mL
- Proveta graduada
- Balão volumétrico de 100 mL
- Vareta
- Conta gotas
- Fogão eléctrico
- Caixa de alumínio
- Estufa
- Excicador
- Banho-maria

Reagentes:

- Amostra de leite
- Fenol
- Etanol (96 ou 98%)
- Água destilada
- Amónia a 25%

➤ Éter de petróleo

Preparação de soluções

Fenol

Pesou-se 1 g de fenol num copo de precipitação de 100 mL, adicionaram-se 50 mL de etanol (96 ou 98%), medidos numa proveta, agitou-se a mistura e transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL e perpez-se o volume com água destilada.

Amónia a 20%

Mediu-se 80mL de amónia a 25% numa proveta graduada de 100mL, e perpez-se o volume com água destilada.

Procedimento experimental

Pesou-se 5 g de leite e adicionou-se 10 mL de água destilada quente, agitou-se a mistura; de seguida adicionou-se 2,5 mL de NH_3 a 20%, 10 mL de etanol e agitar; Adicionou-se 25 mL de éter de petróleo e introduziu-se 3 gotas de fenol, agitou-se o máximo possível, de modo a extrair bem a gordura, e deixou-se a mistura em repouso durante 30 minutos, de modo que a separação entre as fases orgânica e aquosa ficasse bem distinta a parte aquosa é rosa devido ao fenol adicionado e fica no fundo da ampola, e a parte orgânica é transparente, como se pode ver na figura 4.



Figura 4: Extracção da gordura no leite

Passados 30 minutos transferiu-se a parte orgânica para uma caixa de alumínio previamente pesada, e colocou-se a caixa com o conteúdo no banho – maria, de modo a evaporar o álcool e ficar só a gordura.

Repete-se o procedimento da mesma maneira, mas desta vez não se adiciona amónia, e apenas adicionam-se 5 mL de etanol em vez de 10 mL como foi feito inicialmente; Depois de evaporar o álcool, na segunda extracção, transferiu-se a caixa de alumínio para a estufa para completar a evaporação do álcool, durante 15 minutos, e passado esse tempo, a placa é transferida para o excicador, de modo a eliminar humidade, que por qualquer eventualidade possa estar na placa, durante 5 minutos;

A amostra é tratada com amonia e álcool para hidrolisar a ligação proteína-gordura, e a gordura separada é então extraída com éter de petróleo e éter etílico. O álcool precipita a proteína que é dissolvida na amonia e a gordura separada pode ser extraída com éter. A extracção com éter é muito eficiente em amostras com muito açúcar como, por exemplo, leite condensado.

Por fim, pesou-se a placa numa balança, e determinou-se o teor da gordura pela seguinte fórmula:

$$\%Gordura = \frac{m_{gordura}}{m_{leite}} \times 100$$

onde:

$$m_{gordura} = m_{cx+gordura} - m_{cx vazia}$$

$$m_{leite} = m_{placa+pipeta com leite} - m_{placa +pipeta vazia}$$

VI. Determinação da sacarose

Equipamento:

- Balança analítica
- Termómetro
- Copo de precipitação
- Papel filtro
- Vareta
- Balão volumétrico de 200 mL
- Balão volumétrico de 100 mL
- Banho-maria
- Sacarímetros
- Polarímetro

Reagentes:

- Amostra de leite
- Ácido clorídrico a 36%
- Água destilada
- Acetato de cobre mono hidratado
- Ácido acético a 25%
- Amónia 25%

- Sulfato de alumínio deca hidratado
- Acetato de cobre
- Hidróxido de alumínio

Preparação de soluções e suspensão

Ácido clorídrico a 30%

Dilui-se ácido clorídrico a 36% com água destilada, até que o peso específico esteja entre 1,14 e 1,15 a 20°C.

Acetato de cobre 3,2%

Pesou-se 32 gr de $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (acetato de cobre mono hidratado) e dissolveu-se em 1 L de água destilada a 80° C;

De seguida juntou-se 2 mL de ácido acético a 25%, agitou-se a solução, filtrou-se e transferiu-se para um frasco.

Ácido acético a 25%

Dilui-se ácido acético a 50 ou 80%, até peso específico de 1,036 a 15° C.

Amónia a 7%

Mediu-se 28mL de amónia a 25% numa proveta graduada de 100mL, e perpez-se o volume com água destilada.

Suspensão de hidróxido de alumínio

Dissolveu-se 160 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ (sulfato de alumínio deca hidratado) em 1L de água destilada e quente. Depois de arrefecida, juntou-se 80 mL de amónia a 25%, guardou-se numa tina aberta, durante toda a noite, do dia em que foi preparada, e no dia seguinte, retirou-se a camada superior clara, e guardou-se num frasco com tampa.

Procedimento experimental

Num copo de precipitação, pesou-se exactamente 16,25 g de leite e adicionou-se um pouco de água destilada;

De seguida, adicionou-se pouca quantidade de água ao copo, de modo a diluir o leite, e mexeu-se com ajuda de uma vareta, para facilitar a transferência do leite para o balão de 200 mL e adicionou-se 2,5 mL de NH_3 a 7% e deixou-se a mistura em repouso durante 20 minutos;

Passados 20 minutos, juntam-se as seguintes soluções pela ordem seguinte:

10 mL de acetato de cobre a 3,2%

5 mL de ácido acético a 25%

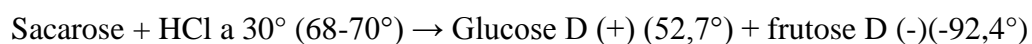
10 ml da suspensão de hidróxido de alumínio; misturou-se vigorosamente depois de cada adição;

De seguida, perpez-se o volume com água destilada e deixou-se a mistura em repouso a 20° C, durante 20 minutos;

Filtrou-se a mistura através de dois papes de filtro. Os primeiros 25 mL do filtrado foram colocados à parte (solução P1);

A seguir, pipetou-se 50 mL da solução filtrada para um balão volumétrico de 100 mL e adicionou-se 5 mL de HCl a 30%;

Levou-se a solução ao banho-maria, e faz-se a inversão da sacarose a uma temperatura de 68-70° C durante 15 minutos. A inversão da sacarose é uma reacção que ocorre na presença de ácido clorídrico diluído (pode ocorrer na presença de outros ácidos, ou na presença da enzima invertase), obtendo quantidades iguais de glucose D (+) e de frutose D (-). A hidrólise é acompanhada de mudança de sinal de rotação, de positivo para negativo, obtendo-se uma mistura de glucose D (+) e de frutose D (-) levógira, segundo a equação:



De seguida arrefeceu-se o balão rapidamente com água fria, até uma temperatura ambiente, isto é, à temperatura da solução P1, sendo esta a solução P2;

Lavaram-se os dois sacarímetros 3 vezes, com as respectivas soluções e introduziu-se as soluções em cada sacarímetro;

Ligou-se o polarímetro, e deixou-se aquecer a lâmpada (a lâmpada muda de rosa para laranja), e fez-se a leitura de P1 e P2;

Para fazer a leitura, colocou-se um dos sacarímetros no polarímetro, e observou-se através do visor duas cores, girou-se rapidamente a alavanca, com o prisma analisador a partir de zero, para direita e para esquerda, e fazendo-o retornar lentamente à posição em que o campo é uniforme;

Realizaram-se 4 leituras após girar para direita e 4 para esquerda, por fim, somaram-se os resultados e tirou-se a média, o resultado é P1 assim procede-se com o outro sacarímetro.

Por fim, determinou-se a percentagem da sacarose no leite pela fórmula:

$$\%S = \frac{[P_1 + (1 \times P_2)] \times 1017,5}{156 - \frac{1}{2} \left(\frac{T_1 + T_2}{2} \right)} - K$$

onde:

P1 é a polaridade da solução sem HCl;

P2 é a polaridade da solução com HCl;

T1 é a temperatura em da solução sem HCl;

T2 é a temperatura em da solução com HCl;

K é a constante para o leite condensado açucarado e é teoricamente 0,19.

Tabela 5: Parametros físico-químicos

Parâmetros	Leite cru	Leite Pronto
Viscosidade (cP)	>1000, <2000	>2000
Refracção (Bx)	70-71	71-72
Gordura (%)	<8,0	8,0-8,3
Sólidos totais (%)	71-72	72-73
Sacarose (%)	43,5-44,5	45-46

Determinações gravimétricas feitas nas fábricas de cimento

Tabela 6: Composição química (%p/p) dos calcários estudados por alguns autores.

Comp.	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	SO ₃	R.I.	P.R.
%PP	40- 55	0.05- 4.07	0.15 – 9.18	0.17 – 8.00	0.07 – 9.4	0.07 – 0.67	0.01 – 2.5	1.43 – 2.73	38 – 47

VII. Determinação da perda ao rubro (P.R.)

- Tarou-se o cadinho de platina vazio, seco e limpo
- Pesou-se cerca de 1.000g da amostra para o cadinho (P₁) tapou-se, colocou-se na mufla a uma temperatura de 975±25°C, durante 20 minutos
- Decorrido aquele tempo, retirou-se da mufla, deixou-se arrefecer num exsiccador

- Pesou-se o cadinho com resíduo (P₂)
- A percentagem da perda ao rubro foi determinada pela fórmula:

$$\%P.R. = \frac{(P_1 - P_2)}{m_a} \times 100\%$$

onde:

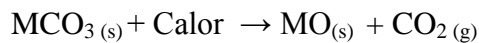
P₁- é o peso do cadinho com amostra antes da calcinação

P₂- é o peso do cadinho com o resíduo após a calcinação

m_a- é a massa da amostra

%P.R – Perda ao rubro em percentagem

Esquema do processo



Onde:

MCO₃ – é o material carbonatado

MO – material isento de carbonatos e de outros materiais voláteis eventualmente presentes.

CO₂ – é o dióxido de carbono libertado juntamente com outros materiais voláteis;

VIII. Determinação de resíduo insolúvel incluindo a sílica (R.I.+SiO₂)

- Pesou-se 0.5000g de calcário para um cadinho de platina e adicionou-se Pt coberto a 950°C na mufla durante 15 minutos;
- Decorrido aquele tempo, transferiu-se o resíduo para uma cápsula de porcelana e humedeceu-se com água destilada;
- Juntou-se 10 mL de HCl concentrado e deixou-se digerir no banho-maria durante 10 minutos;
- Evaporou-se até à secura num banho de areia;
- Aqueceu-se em estufa durante uma hora a 110°C;
- Juntou-se 10 mL de HCl concentrado e deixou-se durante alguns minutos, adicionou-se igual volume de água e tapou-se a cápsula com um vidro relógio;
- Deixou-se em banho-maria fervente durante 10 minutos;
- Filtrou-se para um copo de precipitação, com papel de filtro nº42 e lavou-se com água fria até cerca de 200 a 250 mL;
- Incinerou-se sem deixar inflamar o papel e calcinou-se a 950°C;

- Pesou-se o cadinho contendo o resíduo;
- O peso do resíduo representa resíduo insolúvel mais sílica;

$$\%(\text{R.I.} + \text{SiO}_2) = \frac{(P_2 - P_3)}{m.a} \times 100\%$$

onde:

$\%(\text{R.I.} + \text{SiO}_2)$ – é a percentagem do resíduo insolúvel incluindo a sílica;

P_2 – é o peso do cadinho com a amostra antes da calcinação;

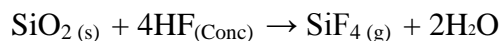
P_3 – é o peso do cadinho com o resíduo após a calcinação;

m_a – é a massa da amostra;

IX. Determinação da Sílica

- Tratou-se o resíduo obtido anteriormente com 5 mL de HF a duas gotas de H_2SO_4 concentrado;
- Deixou-se evaporar no banho de areia até à secura;
- Calcinou-se na mufla a 1100°C durante 5 minutos;
- Deixou-se arefecer no exsiccador e pesou-se.

Equação da reacção



Expressão dos resultados

A percentagem em SiO_2 é dada pela fórmula:

$$\% \text{SiO}_2 = \frac{(P_3 - P_4)}{m.a} \times 100\%$$

onde:

P_3 – é o peso do cadinho antes da calcinação;

P_4 – é o peso do cadinho após a calcinação;

NB: O R.I. foi determinado pela diferença entre o resíduo insolúvel incluindo a sílica ($\text{R.I.} + \text{SiO}_2$) e a sílica (SiO_2)

ANEXO-II

RESOLUÇÃO DA FICHA DE EXERCÍCIOS

Exercícios sobre gravimetria

Exercício 1

Dados:

$$P_{\text{Cadinho vazio}} = 15.0000\text{g}$$

$$P_{\text{Cadinho} + \text{Amostra}} = 18.4500\text{g}$$

$$P_{\text{Cadinho} + \text{Amostra calcinada}} = 17.9500\text{g}$$

Resolução:

$$a) P_{\text{gas}} = P_{\text{Amostra}} - P_{\text{Amostra/calcinada}}$$

$$P_{\text{gas}} = 3.4500\text{g} - 2.9500\text{g}$$

$$P_{\text{gas}} = 0.5000\text{g}$$

$$P_{\text{Cadinho} + \text{amostra}} = P_{\text{Cadinho}} + P_{\text{Amostra}}$$

$$P_{\text{Amostra}} = P_1 = 18.4500\text{g} - 15,0000$$

$$P_1 = 3.4500\text{g}$$

$$P_{\text{Cadinho} + \text{amostra calcinada}} = P_{\text{Cadinho}} + P_{\text{Amostra calcinada}}$$

$$P_{\text{Amostra calcinada}} = P_2 = 17,950 - 15,0000$$

$$P_2 = 17.9500 - 15.0000\text{g}$$

$$P_2 = 2.9500\text{g}$$

$$\%P.R. = \frac{(P_1 - P_2)}{m.a} \times 100\%$$

$$P_1 - P_2 = P_{\text{gas}}$$

$$\%P.R. = \frac{(18.45 - 17.95)}{3.45} \times 100\%$$

$$\%P.R. = 14.49\%$$

- a) Segundo o estabelecido nos padrões a perda ao rubro recomendada de um material está no intervalo entre 38% a 47%, logo este material não é ideal para o uso no fabrico de cimento.

Exercício 2

Dados

$$\begin{aligned} P_{(\text{Amostra} + \text{Cadinho})/\text{calcinar}}\text{Inharr} &= 15.300\text{g} \\ \%(\text{R.I.} + \text{SiO}_2)_{\text{Inharr}} &= 10.52\% \\ \%(\text{R.I.} + \text{SiO}_2)_{\text{Magude}} &= 4.71\% \\ P_{(\text{Amostra} + \text{Cadinho})} &= 15.500\text{g} \\ P_{(\text{Amostra} + \text{Cadinho})/\text{calcinar}}\text{Magud} &= 15.150\text{g} \\ \% \text{SiO}_2(\text{Inhar}) &= 3.5\% \\ \% \text{R.I.}_{(\text{Magu})} &= 2.71\% \end{aligned}$$

Resolução:

a) Descrição do processo laboratorial (vide anexo Pág. 6 a 9)

b) $P_{\text{gas}/\text{Inhar}} = P_{(\text{Amostra} + \text{Cadinho})} - P_{(\text{Amostra} + \text{Cadinho})/\text{calcinar}}\text{Inharr}$

$$P_{\text{gas}/\text{Inhar}} = 15.500\text{g} - 15.300\text{g}$$

$$P_{\text{gas}/\text{Inhar}} = 0.200\text{g}$$

$$P_{\text{gas}/\text{Magu}} = P_{(\text{Amostra} + \text{Cadinho})} - P_{(\text{Amostra} + \text{Cadinho})/\text{calcinar}}\text{Magud}$$

$$P_{\text{gas}/\text{Magu}} = 15.500\text{g} - 15.150\text{g}$$

$$P_{\text{gas}/\text{Magu}} = 0.350\text{g}$$

c) $\%(\text{R.I.} + \text{SiO}_2)_{(\text{Inhar})} = \% \text{R.I.}_{(\text{Inhar})} +$
 $\% \text{SiO}_2(\text{Inhar})$

$$\% \text{R.I.}_{(\text{Inhar})} = \%(\text{R.I.} + \text{SiO}_2)_{(\text{Inhar})} -$$

 $\% \text{SiO}_2(\text{Inhar})$

$$\% \text{R.I.}_{(\text{Inhar})} = 10.52\% - 3.50\%$$

$$\% \text{R.I.}_{(\text{Inhar})} = 7.02\%$$

$$\%(\text{R.I.} + \text{SiO}_2)_{(\text{Mag})} = \% \text{R.I.}_{(\text{Mag})} +$$

 $\% \text{SiO}_2(\text{Mag})$

$$\% \text{SiO}_2(\text{Mag}) = \%(\text{R.I.} + \text{SiO}_2)_{(\text{Mag})} -$$

 $\% \text{R.I.}_{(\text{Mag})}$

$$\% \text{SiO}_2(\text{Mag}) = 4.71\% - 2.71\%$$

$$\% \text{SiO}_2(\text{Mag}) = 2.00\%$$

d) A amostra que recomendaria é a de Magude pois apresenta a %R.I. e %SiO₂ ambos dentro dos parametros estabelecidos.

Exercício 3

Dados

$$\text{Massa}_{(\text{Amostra/leite})} = 5.000\text{g}$$

$$\text{Massa}_{(\text{fase inorg})} = 3.950\text{g}$$

$$\text{Massa}_{(\text{perdida pela fase org})} = 0.650\text{g}$$

Resolução:

$$\text{Massa}_{(\text{Amostra/leite})} = \text{Massa}_{(\text{fase inorg})} + \text{Massa}_{(\text{fase org})}$$

$$\text{Massa}_{(\text{fase org})} = \text{Massa}_{(\text{Amostra/leite})} - \text{Massa}_{(\text{fase inorg})}$$

$$\text{Massa}_{(\text{fase org})} = 5.000\text{g} - 3.950\text{g}$$

$$\text{Massa}_{(\text{fase org})} = 1.050\text{g}$$

$$\text{Massa}_{(\text{gordura})} = \text{Massa}_{(\text{fase org})} - \text{Massa}_{(\text{perdida pela fase org})}$$

$$\text{Massa}_{(\text{gordura})} = 1.050\text{g} - 0.650\text{g}$$

$$\text{Massa}_{(\text{gordura})} = 0.400\text{g}$$

$$\text{a) } \% \text{Gordura} = \frac{m_{\text{gordura}}}{m_{\text{leite}}} \times 100$$

$$\% \text{Gordura} = \frac{0.40}{5} \times 100\%$$

$$\% \text{Gordura} = 8.00\%$$

b) Sendo o químico responsável por esta produção, permitiria a comercialização e consumo deste produto pois está dentro dos parâmetros estabelecidos.

Exercícios sobre volumetria

Exercício 1

Dados

$$V_{(\text{amostra de água})} = 50 \text{ mL}$$

$$C_{(\text{conc. Ca}^{2+} \text{ na água})} = 0.002\text{N}$$

$$C_{(\text{EDTA})} = 0.02 \text{ N}$$

Resolução:

$$a) DC = V_{\text{titulante}} \times 2$$

$$V_{\text{(amostra de agua)}} \times C_{\text{(conc. Ca}^{2+} \text{ na agua)}} = C_{\text{(EDTA)}} \times V_{\text{(EDTA)}}$$

$$V_{\text{(EDTA)}} = \frac{V_{\text{(amostra de agua)}} \times C_{\text{(conc. Ca}^{2+} \text{ na agua)}}}{C_{\text{(EDTA)}}$$

$$V_{\text{(EDTA)}} = \frac{50 \text{ ml} \times 0.002 \text{ N}}{0.02 \text{ N}}$$

$$V_{\text{(EDTA)}} = 5 \text{ mL}$$

$$DC = 5 \times 2$$

$$DC = 10 \text{ ppm}$$

b) Sim. Autorizava o uso desta água pois tem a sua dureza abaixo dos 100ppm.

Exercício 2

Dados

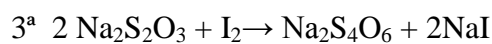
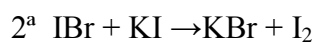
$$P_{\text{amostra}} = 0.500 \text{ g}$$

$$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] = 0.1 \text{ M}$$

$$V_{\text{titulacao/branco}} = 35 \text{ mL}$$

$$V_{\text{titulacao/iodo}} = 7.5 \text{ mL}$$

Resolução:



$$b) I.I. = \frac{(V_2 - V_1) \times M \times 12.692}{Pa}$$

$$I.I. = \frac{(35 \text{ ml} - 7.5 \text{ ml}) \times 0.1 \text{ M} \times 12.692}{0.5}$$

$$I.I. = 69.81$$

- c) Sim. Porque para qualquer halogénio o reagente de Hanus tem a mesma função e não altera nenhuma propriedade.
- d) O óleo provável é de Mafureira, pois o seu índice está entre 63 a 78.

Exercícios sobre métodos instrumentais

Exercício 1

Dados

Horas	7	8	9	10	11	12	13	14
[Cl _(livre)]	1.2ppm	0.01	0.03	2.6	1.9	0.00	0.04	3.2

Resolução:

- a) As amostras tiradas depois do filtro de areia são: das 7h com 1.2 ppm, 10h com 2.6 ppm, 11h com 1.9 ppm e das 14h com 3.2 ppm enquanto que as tiradas depois do filtro de carvão são das 8h com 0.01 ppm, 12h com 0.00 ppm, das 9h com 0.03 ppm e das 13h com 0.04 ppm.
- b) Das águas que saíram depois do filtro de carvão as que não são próprias para o consumo são as analisadas as 9h e 13h pois têm concentração de cloro acima de 0.02 ppm.
- c) A água que está fora dos padrões deve ser retratada.

Exercício 2

Dados

t = 3 minutos

T = 20°C

d = 1.04g/cm³

V_{CO₂} = 2.76

Brix = 13.03

Resposta: O refrigerante em causa é de sabor Fanta laranja de 300 mL.