



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

CURSO DE QUÍMICA



TRABALHO DE LICENCIATURA

Estudo dos meios
de ensino de Química Analítica
no Curso de Geologia da UEM



AUTOR: Fernando Jossias Siteo

Maputo, Setembro de 2012

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

CURSO DE QUÍMICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

Estudo dos meios
de ensino de Química Analítica
no Curso de Geologia da UEM



SUPERVISORA: dra. Ana del Carmen Cartas Fuentes

Co-SUPERVISORA: dra Maria Francisco Rodolfo

AUTOR: Fernando Jossias Siteo

Maputo, Setembro de 2012

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, JOSSIAS SITOE e GERTRUDES TEMBE, à minha amada família, nomeadamente, Rabeca (minha esposa), Hérca, Clésio e Shelton (meus filhos) Arina (minha sobrinha), aos meus irmãos, Ildio, Arminda, Silva, Helena e das Dores, aos colegas de faculdade, colegas de serviço, 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:

É 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;

É Aos meus pais, meus irmãos, colegas de faculdade e de serviço e toda a família Siteo, pós contribuíram grandemente para que eu conclui-se os estudos;

É Às dras. Ana del Cármen Cartas Fuentes (Supervisora), Maria Francisco Rodolfo (Co-supervisora) e a dra Natália Helena Magaua; pela orientação, críticas e excelentes sugestões durante a realização do presente trabalho;

É Aos docentes do Departamento de Química (D.Q.) e do Departamento de Geologia (DG) que aceitaram a entrevista por mim solicitada, facto que contribuiu na efectividade do presente trabalho;

É Ao Senhor Agostinho, funcionário da biblioteca da Direcção Nacional de Geologia, pela sua disponibilidade e apoio prestado na biblioteca durante as minhas consultas bibliográficas.

- Aos funcionários dos Laboratórios; Nacional de Geologia, especialmente a dra. Filipina da Conceição e o Eng. António Nobre e de Engenharias de Moçambique, especialmente ao dr. Moisés Mabui; aos funcionários do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, especialmente ao dr. Augusto Siteo; por me terem concedido entrevista para obtenção de diversas informações, que foram úteis para o presente trabalho;

É A todos os meus colegas, pelo apoio, convivência, amizade e irmandade durante os anos de Faculdade, em especial o Augusto Siteo, Augusto Manhiça, Maria Rodolfo, Alda Muba, Helda Cumaio, Custodio Chicumule e outros;

É Aos senhores Macuacua 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;

É A todos os que, directa ou indirectamente, contribuíram para a minha formação.

DECLARAÇÃO SOB COMPROMISSO DE HONRA

Eu, Fernando Jossias Siteo, 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 Instituições ligadas à área de Geologia e entrevistas.

(Fernando Jossias Siteo)

LISTA DE ABREVIATURAS

UEM	Universidade Eduardo Mondlane
DQ	Departamento de Química
DG	Departamento de Geologia
QA	Química Analítica
DNG	Direcção Nacional de Geologia
LNG	Laboratório Nacional de Geologia
IIAM	Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
LEM	Laboratório de Engenharias de Moçambique
EAA	Espectrometria de Absorção Atómica
FAAS	Fotometria de Absorção Atómica com Chama
FC	Fotometria de Chama
EAM	Espectrometria de Absorção Molecular
FRX	Fluorescência de Raio X
GFAAS	Espectrometria de Absorção Atómica em Forno de Grafite
Ex	Exemplo

RESUMO

O propósito deste trabalho é de fazer uma exploração sobre os meios de ensino disponíveis para leccionar as aulas práticas e laboratoriais da disciplina de Química Analítica para o curso de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) e dar contributo para disponibilizar material de apoio para o desenvolvimento das aulas práticas e laboratoriais desta disciplina

Esta disciplina é leccionada com auxílio de um Manual teórico para a disciplina de Química Analítica no curso de Geologia (referência [19]), algumas fichas para aulas práticas e guiões para aulas laboratoriais que também são empregues em outros cursos da UEM, livros teóricos e práticos com exercícios e que na sua maioria não tem relação directa com a prática Geológica.

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

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi empregue o método de investigação qualitativa (análise de documentos; tais como currículo de Geologia, programa temático da disciplina de química analítica, referências bibliográficas sugeridas no programa temático da disciplina em estudo e o tipo de erros cometidos pelos estudantes na resolução do teste 1 do 1º semestre, 1º ano do curso de Geologia) e quantitativa (análise da carga horária dos conteúdos da disciplina de química analítica, análise do número/tipo de erros cometidos pelos estudantes na disciplina em estudo e experiências laboratoriais para confirmação da ideia de utilizar quantidades reduzidas nas aulas laboratoriais), técnicas de revisão de documentos e entrevistas, observação e análise de conteúdos, bem como experiências laboratoriais para sustentar algumas hipóteses aqui levantadas. Esta pesquisa forneceu informação importante sobre os meios de ensino disponíveis para leccionar a disciplina e também foram obtidos dados sobre como são leccionadas as aulas e o método usado.

A seguir, foram identificadas e visitadas as instituições relacionadas com a Geologia, a saber Direcção Nacional de Geologia para revisão bibliográfica; Laboratório Nacional de Geologia, Laboratório de Engenharias de Moçambique e Instituto de Investigação Agrária de Moçambique; foi seleccionado o método de análise químico gravimétrico e aquelas situações de maior interesse como possíveis conteúdos de exercícios tendo em conta os resultados da revisão dos testes sobre o tema e referências bibliográficas (referências [17], [18], [19] e [20]); Também foi feita uma revisão dos conteúdos para aulas laboratoriais e das técnicas operatórias de volumetria com objectivo de conseguir um uso mais racional dos reagentes sem prejuízo da formação dos estudantes.

Finalmente apresenta-se uma ficha para leccionar as aulas práticas do tema de gravimetria e uma ficha para aulas laboratoriais com um ajuste das quantidades de reagentes a empregar na realização das experiências volumétricas.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
DECLARAÇÃO SOB COMPROMISSO DE HONRA.....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS	iv
RESUMO	v
ÍNDICE	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO	1
1.1. Objectivos do estudo.....	2
1.1.1. Geral:.....	2
1.1.2. Específicos:.....	2
1.2. Justificativa/Relevância do Trabalho	3
1.3. Limites do Trabalho	3
1.4. Estrutura do trabalho.....	3
CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Geodiversidade em Moçambique	5
2.2. Formação curricular do licenciado em Geologia.....	5
2.3. Química Analítica.	6
2.4. Métodos e meios de Ensino	10
CAPÍTULO III: METODOLOGIA.....	14
3.1. Técnicas de recolha de dados	16
3.2. População e amostra.....	16
3.3. Descrição da amostra	16

3.4. Instrumento de recolha de resultados.....	16
3.5. Validação dos resultados.....	17
CAPÍTULO IV: ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS	18
4.1. Resultado da revisão bibliográfica.....	18
4.2. Resultado da revisão de documentos	18
4.3. Trabalho de elaboração da ficha de exercícios práticos.....	33
4.4. Trabalho de preparação do Guião das aulas laboratoriais.....	37
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	43
5.1. Conclusões.....	43
5.2. Recomendações	44
CAPÍTULO VI: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Carga horária por tema a ser tratado na disciplina de Química Analítica.

Tabela 2: Resultados das visitas a instituições com alguma relação na área de Geologia.

Tabela 3; Resultado das experiências laboratoriais com volumes reduzidos.

LISTA DE ANEXOS

- Anexo I:** Programa Temático da Disciplina de Química Analítica,
- Anexo II:** Teste 1, da Disciplina de Química Analítica, realizado pelos estudantes do 1º ano, 2do. Semestre Geologia ó UEM,
- Anexo III:** Tabela dos resultados da análise das provas dos estudantes,
- Anexo IV:** Guião utilizado nas experiências laboratoriais com volumes reduzidos (volumetria de neutralização),
- Anexo V:** Resultados das experiências laboratoriais com volumes reduzidos (volumetria de neutralização),

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

O sector nacional de Geologia é hoje caracterizado principalmente por um relançamento das actividades, uma vez que a situação política, social e económica de Moçambique tem-se caracterizado pela estabilidade desde as eleições gerais de 1994 [22].

Moçambique ainda é um País virgem em termos de conhecimento dos seus recursos. Projectos de cartografia ora em curso mostram a necessidade cada vez maior número de técnicos formados nesta área de aplicação. Por outro lado o crescimento económico tem se manifestado em forma de novos projectos de construção tanto de habitações como de estradas que precisam de uma base de Geologia para o seu sucesso [22].

O País é também caracterizado pela ocorrência de uma grande diversidade Geológica (Geodiversidade), da qual fazem parte locais Geológicos com carácter excepcional do ponto de vista científico, didáctico, turístico, e outros. [7].

Devido à cada vez maior procura de recursos naturais para serem utilizados como matéria-prima, relacionada com o crescente desenvolvimento económico mundial, a integridade da Geodiversidade está cada vez mais ameaçada. Por isso, torna-se necessário criar mecanismos que assegurem a protecção e preservação de locais da geodiversidade considerados excepcionais, para que neles possam ser realizadas actividades científicas, pedagógicas, turísticas e para que as futuras gerações também possam usufruir delas [7].

Até há poucos anos, a indústria extractiva de recursos minerais em Moçambique não tinha um papel relevante na economia do País. Só recentemente, os recursos minerais assumiram um papel de relevo, com o arranque de mega-projectos como são os casos do início da extracção de gás natural, carvão e areias pesadas. Estes são recursos minerais já bem avaliados, tendo levado vários anos até que se passasse à sua extracção em grande escala. O grau de conhecimento Geológico de Moçambique é ainda relativamente baixo. Existe potencial, conhecido através de trabalhos de pesquisa, para a ocorrência de outros jazigos minerais ou de petróleo, que possa dar lugar ao desenvolvimento de grandes projectos [7].

O currículo do curso de Geologia da UEM em vigor actualmente responde aos desafios do desenvolvimento Geológicos que o País atravessa e as enormes pressões sociais no que respeita a mudanças ambientais e climáticas e as crescentes necessidades de cartografia Geológica do País, como resultado dos enormes investimentos em novas áreas para as quais é necessárias respostas [22].

Para formação dum Geólogo, o trabalho de campo é de muita importância, este é depois seguido de um trabalho laboratorial, com vista a identificar e analisar quantitativamente os componentes dum minério. É aqui onde se destaca a importância da disciplina de Química Analítica no curso de Geologia.

Esta disciplina é leccionada com auxílio de um Manual teórico específico (Manual de Química Analítica para o curso de Geologia (referência [19])), fichas de aulas práticas e guiões para aulas laboratoriais que também são empregues em outros cursos da UEM, livros teóricos e práticos com exercícios que na sua maioria não tem relação directa com a prática Geológica.

O propósito deste trabalho é de fazer uma exploração sobre os meios de ensino disponíveis para leccionar as aulas práticas e laboratoriais de disciplina de Química Analítica para o curso de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) e dar contributo para disponibilizar material de apoio para o desenvolvimento das aulas práticas e laboratoriais desta disciplina.

1.1. Objectivos do estudo

1.1.1. Geral:

- Estudar os meios de ensino da Química Analítica no curso de Geologia da UEM.

1.1.2. Específicos:

- Verificar a relação existente entre as aulas laboratoriais e aulas práticas com os conteúdos da disciplina de Química Analítica, através da revisão bibliográfica sugerida no programa temático da disciplina;
- Conhecer a relevância dos conteúdos da Química Analítica nas Instituições ligadas a Geologia, através de visitas a estas Instituições, para vincular os assuntos a serem tratados com mais ênfase nas aulas práticas e laboratoriais;
- Identificar as dificuldades dos estudantes no tema gravimetria, através da verificação dos testes para posterior elaboração da ficha de exercícios que versem sobre situações de interesse para estudantes de geologia;
- Propor uma forma de racionalizar os reagentes nas aulas laboratoriais de química analítica, através do uso de quantidades reduzidas em relação às quantidades indicadas nos guiões actuais.

1.2. Justificativa/Relevância do trabalho

Estando o País a descobrir cada vez mais recursos minerais, urge a necessidade do Departamento de Geologia da UEM, Instituição confiada à formação dos Geólogos no País, potenciar a sua capacidade de resposta na formação de novos quadros deste sector de actividade. Esta acção passa pela necessidade de rever, tanto o currículo assim como os conteúdos leccionados e os demais instrumentos constituintes deste processo de formação de quadros. Devido a crise financeira internacional, há também necessidade de se pensar numa formação em que o técnico saiba trabalhar, racionalizando os recursos disponíveis.

1.3. Limites do trabalho

O presente trabalho encontra-se limitado em dois principais temas da Química Analítica que incluem-se no programa temático da disciplina em causa, que são Métodos Clássicos de análise, nomeadamente, a gravimetria e volumetria.

A gravimetria é um tema leccionado na cadeira, que trata sobre a gravimetria de precipitação e de volatilização;

O tema da volumetria inclui volumetria de neutralização, precipitação, complexação e redox;

1.4. 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 do presente trabalho. A entrevista aos docentes e profissionais Geológicos, revisão dos testes realizados pelos estudantes entre outras fontes, também faz parte da metodologia usada;
- (iv) **Análise dos resultados** faz uma análise de todos os dados recolhidos, relaciona-los para melhor sustentabilidade do objectivo do trabalho;

- (v) **Conclusões e Recomendações** é nesta parte onde se apresentam as conclusões do trabalho e faz-se algumas recomendações para futuros estudos;
- (vi) **Anexo**, nesta parte junta-se alguns documentos complementares ao trabalho de investigação feita neste estudo.

CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Geodiversidade em Moçambique

Moçambique é caracterizado pela ocorrência de uma grande variedade de minerais e rochas de vários tipos, com idades que vão desde o Arcaico ao Recente. Algumas das ocorrências constituem recursos Geológicos com interesse económico, dado ao elevado número de recursos naturais que Moçambique possui e uma perspectiva de desenvolvimento perante a presença da indústria mineral. [10].

A indústria mineira desenvolve o processo operacional com diversas técnicas de extracção mineira e em vários estágios sequenciais [23]:

- ✓ Exploração;
- ✓ Desenvolvimento;
- ✓ Extracção;
- ✓ Beneficemente;
- ✓ Processamento metalúrgico;
- ✓ Recuperação.

Estes estágios são caracterizados por diferentes processos. Suas dinâmicas operacionais estão relacionadas ao tipo e factores que envolvem o minério e os corpos minerais, como a localização geográfica, avaliações e custos de materiais auxiliares, energia, potencial humano e mercados, e também, de preocupação em anos recentes, considerações de corte ambiental [23].

2.2. Formação curricular do licenciado em Geologia.

O currículo do curso de Licenciatura em Geologia actualmente em vigor, responde aos desafios do desenvolvimento Geológico que Moçambique está a alcançar com desenvolvimento de mega projectos na área da extracção de recursos minerais, tomando em conta as enormes pressões sociais relativamente às mudanças ambientais e climáticas, as crescentes necessidades de cartografia Geológica do País como resultado dos enormes investimentos em novas áreas para as quais são necessárias respostas [22].

Os objectivos da formação do licenciado em Geologia têm relação com o perfil profissional, que versa sobre a compreensão da importância da Geologia, ciências afins para o desenvolvimento científico-tecnológico e sócio económico do País, dos processos de geodinâmica interna e externa, bem como o comportamento físico-químico dos materiais sólidos, líquidos e gasosos; e perceber os conceitos científicos básicos sobre as ciências da terra, sua interligação com outras ciências,

para desenvolver as competências que permitam cumprir as exigências do perfil ocupacional nas áreas de gestão dos recursos minerais, trabalhos de cartografia, pesquisa mineral e de hidrocarbonetos, estudos ambientais, dos métodos e técnicas para a sua protecção, ensino e investigação das biociências, estudos de Geologia marinha e protecção costeira, cartografia dos solos e desenvolvimento de técnicas para a sua protecção contra erosão, e outros [22].

A formação do estudante inclui trabalho nas salas de aulas e laboratórios, os trabalhos de campo e projectos científicos, a preparação individual (pois os métodos de ensino e formação, de avaliação vão dar muito valor ao trabalho independente do estudante), o que implica que lhe seja garantida disponibilidade bibliográfica adequada para leituras e preparação obrigatoriamente necessárias [22].

2.3. Química Analítica.

Para a formação do Geólogo o trabalho de campo é de muita importância. No trabalho de campo, o estudante observa factos, colhe informações e amostras, para depois tratar toda esta informação e apresentar um relatório Geológico. Em áreas onde já existe um mapa, o trabalho de campo serve para melhorar certos aspectos do mapa e os conhecimentos geológicos dessas áreas. Os estudantes devem colher as informações no terreno e amostras para estudo laboratorial. Nenhum trabalho de campo tem sentido se não for seguido de trabalho laboratorial [22].

É aqui onde centra-se a grande importância que a formação em **Química Analítica** tem para o Geólogo, pois deve acompanhar como ferramenta durante ou desenvolvimento de muitos trabalhos próprios da profissão [22].

A Química Analítica em particular, a análise quantitativa tem uma grande importância para a ciência e a indústria. Determina-se por exemplo a fórmula Química dum composto desconhecido, a partir do conhecimento das percentagens dos seus constituintes, obtidas através da análise. A Análise Química é o principal método de investigação; é correntemente usada em todos os domínios científicos que estão relacionados com a Química [18].

A Química Analítica divide-se em duas partes: a Análise Qualitativa e a Análise Quantitativa. Análise Qualitativa é o método de identificação dos elementos (ou iões) que compõem a substância em estudo. A finalidade de uma Análise Quantitativa é determinar a composição quantitativa dos diferentes elementos ou combinações que compõem o corpo em estudo. [18] Uma Análise Quantitativa pode ser desenvolvida com métodos gravimétricos, volumétricos ou instrumentais.

2.3.1. Análise Gravimétrica

Numa análise gravimétrica utiliza-se uma série de operações para se determinar a quantidade dum constituinte de uma amostra, tanto por pesagem directa da substância elementar, 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 [8].

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: [8]

- Preparação da Amostra;
- Preparação da Solução ó Ataque da Amostra;
- Precipitação e Digestão;
- Filtração;
- Lavagem;
- Calcinação ou Secagem;
- Pesagem;
- Cálculos.

Os cálculos têm como base a relação estequiométrica entre as quantidades das substâncias a determinar e pesada.

Um exemplo clássico da gravimetria por precipitação é a determinação de enxofre na forma de precipitado de sulfato de bário. 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).



A equação (1), pode ser usado na determinação da concentração de sulfatos numa amostra de um mineral, como por exemplo o bário numa amostras de barita, ou enxofre numa amostra de pirita, e em outras situações.

Na **gravimetria de volatilização** o anólito é isolado dos outros componentes da amostra pela conversão a um gás de composição Química conhecida. Este método determina basicamente a água e o dióxido de carbono. [8]

Ex: Determinação da percentagem de CaCO_3 numa rocha carbonatada (calcário).



No programa da disciplina de Química Analítica para o curso de Geologia propõe um total de 25 horas do total de 80 para estudo da gravimetria. Destaca-se assim a importância que é dada a este tema.

2.3.2. 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 [10].

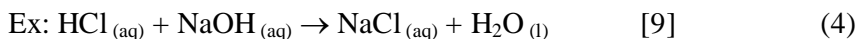
O término da titulação é percebido pela modificação visual nítida ou alteração da cor ou turvação do líquido que está sendo titulado. Numa titulação ideal, o ponto final visível deve coincidir com o ponto final estequiométrico ou teórico, o que pode não acontecer devido ao erro de titulação [10].

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. Existem titulantes secundários como por exemplo o HCl que não satisfazem às condições de um padrão primário, pois são resultado de operações designadas por estandardização ou padronização [11].

2.3.2.1 Tipos de Volumetria e de titulações:

- Volumetria ácido-base

Titulações de neutralização são amplamente empregues para determinar as quantidades de ácidos e bases. Podem ser usadas para monitorar o progresso de reacções que produzem ou consomem iões de hidrogénio [9].



- 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 [12].

- Volumetria de complexação

Reacções de complexação são amplamente usadas na Química Analítica. Uma das reacções mais empregues é aquele em que o sal dissódico do ácido etilenodiamino tetraacético (EDTA) forma complexos internos com muitos metais. Esses complexos 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. [10, 9].

- 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-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 [11].

- 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 [13].

- Volumetria 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. [12].

Todas estas formas dos métodos volumétricos têm diversas aplicações no campo da Geologia, por exemplo: O LEM usa o método volumétrico para determinação de cloretos nas amostras de águas minerais.

2.3.3. Análise instrumental

Estes métodos baseiam-se na medição duma grandeza física (radiação absorvida ou emitida, quando esta passa por uma solução em estudo), que é depois relacionada com a quantidade do anólito. Maior parte dos métodos instrumentais usados nos Laboratórios Geoquímicos são métodos espectroscópicos. [19] São exemplos destes métodos;

- Fotometria de chama.
- Espectro fotometria de absorção atómica.
- Absorção molecular UV-Vis
- Fluorescência de raios X.

Todas estas formas dos métodos instrumentais têm diversas aplicações no campo da Geologia, por exemplo: dosagem do potássio e sódio pelo "fotómetro de chama" - na análise de solo. [12]

2.4. Métodos e meios de Ensino

2.4.1. 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 [1]. 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 que permitam a familiarização com situações profissionais que deve enfrentar no futuro.

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 estudantes, 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 padronizados de longo alcance. [8].

i) Ensino da Química.

O ensino da Química utiliza muito a apresentação de situações problemáticas sob a forma de exercícios de cálculos ou de trabalhos laboratoriais, perante os quais os estudantes podem alcançar habilidades lógicas e manuais para a solução de problemas relacionados com a aplicação dos fundamentos teóricos das Ciências Químicas. Para a aplicação destes métodos problemáticos o estudante pode trabalhar na sala de aulas para resolver exercícios que tratam destas situações problemáticas da matéria em estudo e também pode realizar experiências no laboratório. Para ambas actividades são necessários os meios de ensino.

O conceito dos meios de ensino também é de grande importância dentro da Didáctica. Para o ensino superior em que o processo de ensino-aprendizagem tem relação também com conteúdos específicos da ciência e da técnica, estes podem ser específicos e até custosos.

2.4.2. Meios de ensino e meios didácticos

2.4.2.1. Meios de ensino

Técnicas, recursos ou meios de ensino são complementos da metodologia, colocados à disposição do professor para o enriquecimento do processo de ensino. Actualmente, a expressão tecnologia educacional adquiriu um sentido em mais amplo, englobando técnicas de ensino diversificadas, desde os recursos da informática, dos meios de comunicação, meios audiovisuais até os de instrução programada, de estudo individual e em grupos. [1].

2.4.2.2. Meios didácticos

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-aprendizagem, incluindo os meios auxiliares para este processo. [2]

É importante dizer que não só o professor dirige e desperta a atenção dos estudantes no que deve assimilar, pois nos modelos de ensino baseados em problema o estudante procura formas e meios que ajuda-lhe a resolver um determinado problema e o professor auxilia [7].

Os meios didáticos têm algumas características, tais como:

1. Interactividade ó permite ao estudante ter um papel activo e proporcionando-lhe uma construção do seu aprendizado (conhecimento) em nível de sensibilização diferenciado;
2. Praticidade ó possibilita ao estudante encontrar as informações para entender qualquer ponto que não tenha compreendido;
3. Autonomia ó permite que o estudante ãnavegueõ livremente pelo material proposto implicando estruturação própria do seu conhecimento [3].

2.4.2.3. Meios Didáticos na Química.

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, manusear os instrumentos e realizar experiências de maneira a poder testar a suas próprias ideias.

O trabalho laboratorial muitas vezes encontra-se colocado de maneira que permita fazer aplicação e confirmação dos conhecimentos teóricos e outros. Durante o trabalho experimental e especialmente na Química Analítica é necessário realizar cálculos que são estudados durante as aulas práticas. As aulas práticas e laboratoriais podem ter muita relação entre si.

Para a realização das aulas práticas podem ser empregues como meios didáticos e materiais, para o apoio a docência, as fichas de exercícios práticos e guiões de trabalhos laboratoriais. Ambos materiais podem apresentar situações problemáticas para ou estudante as quais devem considerar também a vinculação com a ciência e a técnica do curso em causa, neste caso a Geologia.

i) Actividades nas aulas práticas.

A implementação das fichas de exercícios relacionadas com o curso de Geologia como parte do método de ensino baseado em problemas, pretende reunir estas três características dos meios Didáticos, pois vão permitir a interacção entre o estudante e a prática da Química Analítica para a Geologia, consolidar a teoria com a prática e dar liberdade ao estudante de estruturar o seu próprio conhecimento.

ii) Actividades práticas no laboratório.

As actividades práticas no laboratório permitem ao estudante experimentar por si próprio, exercitar e aprender os métodos, apresentar e analisar o seu trabalho, incentivam o trabalho em equipa e o trabalho independente.

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

a) Pesquisa bibliográfica

Na realização do presente trabalho foi usada a metodologia de investigação qualitativa, empregues de forma crescente, as técnicas de revisão de documentos tais como: Currículo do Curso de Geologia, programa temático da disciplina de Química Analítica e foram entrevistados docentes que leccionam esta disciplina (com preferência aos docentes do ramo de Geologia) e profissionais do ramo de Geologia, consultados alguns trabalhos de licenciatura da UEM e Websites da Internet, referências bibliográficas e documentos deste ramo educacional

- Na análise do currículo do curso de Geologia, foi objectivo, estudar o perfil do Geólogo após a sua formação, o papel e importância da disciplina de Química Analítica para a formação deste.
- No programa temático da disciplina de Química Analítica, foram analisados os objectivos da disciplina, no que diz respeito ao uso de técnicas e realização de cálculos estequiométricos, foram também analisados os temas abordados e suas actividades em termos da distribuição percentual do tempo relativo, para os temas e actividades e a bibliografia recomendada.

Foram entrevistados, um funcionário da biblioteca da DNG, cinco docentes do DG-UEM, quatro docentes de QA no DQ-UEM, três técnicos superiores de Química e dois de Geologia respectivamente do LNGM, dois técnicos superiores do laboratório de QA no LEM e dois técnicos superiores de Química no laboratório de análise de solos do IIAM; foi ainda visitado os laboratórios de QA do DQ-UEM.

Nesta parte de entrevistas, foram preparados dois tipos de entrevistas:

- Entrevista aos docentes de Química Analítica, para obter informações sobre os conteúdos que leccionam, tipos de aulas experimentais, o que se espera que o estudante saiba depois da cadeira, a sua opinião do que se pode fazer para aumentar a qualidade dos futuros Geólogos, que possa trabalhar em condições que exijam maior racionalização dos reagentes;
- Entrevista aos profissionais das instituições ligadas a geologia, para descobrir os métodos analíticos mais usados nos laboratórios destas Instituições, saber as dificuldades enfrentadas no que diz respeito às habilidades e familiarização dos graduados;

Estas entrevistas visam a buscar uma informação complementar, no que concerne às dificuldades e desafios a serem enfrentadas pelos intervenientes neste processo de ensino-aprendizagem.

b) Parte prática e experimental

Para desenvolver esta parte do trabalho considerou-se a continuação da pesquisa sobre os meios de ensino utilizados nos temas de gravimetria e volumetria. Foi analisada a bibliografia sugerida no programa da disciplina de Química Analítica, fichas das aulas práticas e guiões das aulas laboratoriais disponíveis. Depois foi consultado o livro Colecção de problemas e exercícios de Química Analítica (27), os testes de Química Analítica dos estudantes do 1º ano 2º Semestre de 2011 no ramo de Geologia, foram feitas experiências em laboratório para sustentar algumas hipóteses aqui levantadas sobre a possível racionalização dos reagentes.

- Na bibliografia sugerida no plano temático da disciplina, foram estudados o ordenamento metodológico dos exercícios propostos, assuntos abordados em cada tema, a forma de abordagem dos temas e sua forma de exercitação.
- Na revisão do livro Colecção de problemas e exercícios de Química Analítica (27), foram estudados os diferentes tipos de exercícios para o tema de gravimetria, com o objectivo de seleccionar o tipo de exercícios a propor para as aulas práticas.
- Na revisão dos testes dos estudantes, foram analisados os tipos de erros cometidos pelos estudantes na realização do mesmo, com o objectivo de descobrir os aspectos que constituem dificuldades e o tipo de exercícios a propor para as aulas práticas.
- As experiências no laboratório visam a dar suporte à ideia de utilizar quantidades reduzidas de reagentes, em relação às quantidades propostos nos guiões das aulas laboratoriais, como forma de racionalizar os reagentes e proporcionar aos estudantes a possibilidade de realizarem experiências individualmente em laboratório ou garantir a realização destas aulas para turmas com elevado número de estudantes.

A informação obtida foi analisada e empregue na preparação da ficha de aula prática de gravimetria e dos guiões das aulas laboratoriais de gravimetria por precipitação e volumetria ácido base.

c) Conclusões e recomendações

Finalmente com a informação obtida e o trabalho realizado foram definidas as conclusões e recomendações deste trabalho.

Como proposta deste trabalho, foram elaborados fichas de aulas práticas (para o capítulo gravimetria) e de aulas laboratoriais (para os capítulos gravimetria e volumetria).

Por fim elaborou-se o presente relatório final.

3.1. Técnicas de recolha de dados

A pesquisa decorreu no segundo semestre do ano 2011, Faculdade de Ciências, Departamentos de Química e de Geologia da UEM, na Direcção Nacional de Geologia e no Laboratório Nacional de Geologia, Laboratório de Engenharias de Moçambique e Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. Consistiu em entrevistas aos docentes e técnicos das instituições abrangidas, análise de vários documentos (referências bibliográficas, websites na internet e testes dos estudantes) e algumas experiências em laboratório.

3.2. População e amostra

Foram escolhidos como amostra, cinco docentes do DG, quatro docentes que leccionam Química Analítica no DQ, dez funcionários de três instituições do sector de Geologia, documentos com as respostas para o primeiro teste dos estudantes no 2º Semestre, 1ºano de 2011 (para a sua análise com vista a identificar os principais aspectos que constituem dificuldades para os estudantes e, posterior elaboração duma ficha de exercícios práticos)

3.3. Descrição da amostra

Participaram na entrevista; seis docentes dos quais três sexo masculino e igual número do sexo feminino, todos com o grau de licenciatura, oito funcionários de instituições ligadas a geologia, dos quais cinco de sexo masculino e três de sexo feminino, todos eles licenciados. As idades dos entrevistados variam de 36 a 43 anos de idade e mais de 5 anos de serviço. Serviu também de amostra, o conjunto de respostas para o teste Numero 1 aplicado durante do 2º Semestre, 1º ano do curso de Geologia. A turma tinha um total de 43 estudantes de ambos sexos, dos quais 29 do sexo masculino e 14 do sexo feminino, e de idades compreendidas entre 24 e 43 anos. Desta turma de 43 estudantes, 10 são repetentes. O teste avaliou os temas I a III do programa temático da disciplina, numa data marcada com antecedência de mais ou menos 2 meses. Os estudantes foram distribuídos em duas salas de aulas.

3.3. Instrumentos de recolha de resultados

Na recolha de dados usou-se as entrevistas em que as informações foram fornecidas pelos docentes e profissionais das instituições seleccionadas, a análise e avaliação dos erros cometidos pelos estudantes na resolução do teste acima referido e experiências em laboratório para confirmar algumas hipóteses levantadas neste trabalho.

3.5. Validação dos resultados

Foi elaborado uma ficha para aula prática com exercícios específicos para o ramo de Geologia e, um guião de aulas laboratoriais com procedimentos que incluem o uso racional de reagentes, é importante referir que a implementação desta proposta depende exclusivamente do docente (vontade de introduzir o uso deste material nas aulas, dar seguimento às sugestões que são apresentadas e confirmar a sua efectividade).

CAPÍTULO IV: ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Neste capítulo apresenta-se e faz-se a discussão dos resultados obtidos na revisão bibliográfica, nas entrevistas feitas nas instituições e aos docentes do Departamento de Geologia e de Química da UEM, resultados da análise dos testes dos estudantes e experiências laboratoriais.

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 didáticos, experiências em laboratório, visitas em alguns locais de trabalho, fichas de exercícios práticos, incluindo o guião das aulas laboratoriais, que são o objecto de estudo do presente trabalho.

Uma das inovações que o plano do currículo de Geologia apresenta, é o trabalho de campo, o que permite que os estudantes adquiram a experiência do trabalho Geológico e da produção mineira. Estas práticas poderão ser feitas em Moçambique ou nos países da região [22]. Porém, estas práticas deviam ser feitas ao longo do curso, não no final, conforme preconiza o plano curricular em referência.

4.2. Resultado da revisão de documentos

4.2.1 Revisão do currículo do curso de Geologia e programa temático da disciplina de Química Analítica

i) Análise do Currículo do Curso de Geologia

Este currículo representa uma formação do Geólogo em 4 anos. O calendário anual está estruturado em dois semestres de 20 semanas que são acrescidos de trabalhos de campo de 3 semanas em cada final do 1º semestre de cada nível, até ao 3º ano; e 4 semanas no 4º nível.

Dependendo dos objectivos de cada disciplina o currículo foi planificado de forma a se obter um desenvolvimento harmonioso desde a formação geral, passando pela formação básica, básica específica até à especialidade, permitindo um desenvolvimento das capacidades e habilidades dos estudantes.

Em termos de tipos de aulas (teóricas, teórico-práticas, práticas, laboratoriais, seminários e trabalhos de campo), a distribuição é mostrada no Gráfico 2 do respectivo currículo. A componente teórica aumenta do 1º Nível ao 3º Nível, diminuindo em seguida no 4º Nível. A componente de aulas práticas aumenta substancialmente no 4º Nível. Se considerarmos como componente prática as aulas práticas, as aulas teórico-práticas, as aulas laboratoriais e os trabalhos

de campo, pode-se observar que os estudantes de Geologia terão uma componente prática sempre superior a 50% (este valor é do 3º Nível) com valores de 78% no 4º Nível. No total do curso, esta componente prática global corresponde a 63% do tempo.

- Os objectivos preconizados pelo currículo estão de acordo com o que se pretende para um Geólogo nos dias de hoje. Porém é necessário que este esteja estruturado de tal forma que o estudante tenha oportunidade de fazer um acompanhamento prático laboratorial.
- O currículo reduziu as precedências que actualmente se caracterizavam por serem excessivas e desnecessárias, forçando o atraso do estudante ao longo da sua formação.
- Em relação ao perfil do graduado em Geologia, este está descrito em 3 categorias; saber, saber fazer e ser. De realçar que a última categoria é a categoria chave de todas, uma vez que o Geólogo, quando se assume como tal, ele fica motivado para as restantes duas categorias.
- Os projectos científicos, devem ser o õpãõõ de cada dia do estudante, a partir do 3º ano, em vez de o estudante começar a trabalhar com um projecto científico no fim do seu curso, talvez seja esta a única vez em que o estudante lida com este tipo de assunto. Na verdade, o graduado quando chega na empresa, ele é confiado muitas tarefas dentre as quais a elaboração de projectos diversos. Ora, se este não está habilitado a fazê-lo, encara muitas dificuldades nas empresas que, o õser graduadoõ dele fica em causa.
- A cadeira de Química Analítica é muito essencial para o curso de Geologia, uma vez que qualquer trabalho de campo é sempre seguido de um trabalho laboratorial. A cadeira de Química Analítica é dada em apenas um semestre, acho que este tempo é demasiado curto para que o Geólogo esteja também habilitado a lidar sobretudo com os materiais e reagentes no laboratório. Os temas sugeridos no plano temático vão de acordo com o que é proposto para o perfil dum Geólogo, mas há que dar mais tempo aos técnicos se habilitarem mais ainda.

ii) **Programa temático da disciplina**

O programa da disciplina de Química Analítica para este curso preconiza o seu estudo em 146 horas durante 1 semestre das quais; 80 horas são de contacto directo docente-estudante, e as restantes 66 horas para o estudo independente. O tempo de interacção com o docente está distribuído da seguinte maneira;

- a) Introdução da disciplina em 5 horas, explicando o que a disciplina vai abordar ao longo do semestre.

- b) A gravimetria tem um tempo de 17 horas, das quais 5 para aulas teóricas, 3 para aulas práticas e 9 para aulas laboratoriais. Salienta-se aqui, cerca de 9 horas para aulas laboratoriais.
- c) A Análise volumétrica ocupa maior espaço de tempo, 41 horas (51,25% de tempo) nas mais diversificadas volumetrias.
- d) A espectroscopia com cerca de 11 horas e 6 horas para avaliações.

A seguir a tabela 1, ilustra a distribuição dos temas que compõem o programa de Química Analítica de acordo com o tempo disponibilizado para cada tema.

Tabela 1: Distribuição dos temas que compõem o programa de Química Analítica de acordo com o tempo disponibilizado para cada tema

No	Tema	Tempo (Horas)				
		Teoria	Práticas	Laboratório	Total	Total(%)
1	Introdução	2	3		5	6,25
2	Gravimetria	5	3	9	17	21,25
3	Introdução a volumétrica	2			2	2,50
4	Volumetria por neutralização	4	6	3	13	16,25
5	Volumetria por precipitação	2	3	3	8	10,00
6	Volumetria por complexação	2	3	3	8	10,00
7	Volumetria por REDOX	4	3	3	10	12,50
8	Espectroscopia	5	3	3	11	13,75
9	Avaliações	6			6	7,50
10	Total	32	24	24	80	100

O tempo previsto para o trabalho independente não foi objecto de estudo do presente trabalho, dado que o uso deste tempo depende exclusivamente do próprio estudante.

- A distribuição do tempo da disciplina segue as indicações do currículo, pois um total de 48 h (60% do total) corresponde a actividades de aulas práticas e laboratoriais.
- A volumetria tem maior espaço de tempo (cerca de 51,25%) neste programa, seguido de gravimetria (21,25%) e a análise instrumental ocupa menor espaço de tempo (13,75%) de abordagem. Esta distribuição do tempo não está de acordo com o que se pretende dum futuro Geólogo, uma vez que a área de Geologia lida com minerais, a análise gravimétrica é a que devia ter mais tempo de abordagem no programa, dado ser o método mais empregue na análise minerais.

- Tem bibliografia para preparação teórica, não existe uma ficha de aulas práticas específica para este curso. Existe uma ficha para aulas laboratoriais que é utilizada também em outros cursos.

De acordo com o programa temático da disciplina os métodos gravimétricos e volumétricos têm a maior parte do tempo disponível para serem leccionados na disciplina, foram seleccionados estes métodos para continuar a pesquisa de estudo sobre os meios de ensino disponíveis para a disciplina.

4.2.2 Análise das Referências bibliográficas sugeridas no programa temático de Química Analítica no curso de Geologia

O programa temático de Química Analítica para o curso de Geologia apresenta as bibliografias referenciadas pelos números [17], [18], [19] e [20] desta tese. Algumas destas referências foram alvos de revisão, como informação complementar para o alcance dos objectivos acima descritos. Desta revisão, obteve-se os seguintes resultados;

i) Manual de Química Analítica para o Curso de Geologia (referência [19])

Este manual apresenta uma série de conteúdos que abarcam os temas tratados no programa da disciplina. Está dirigido para utilização de diferentes métodos de análise, orientado para ramo da Geologia. Não apresenta exercícios de aplicação, para exercitação dos estudantes.

ii) Livro de Analise Quantitativa de Alexeev (referência [18])

O tema gravimetria é muito empregue na área de Geologia (na análise de minérios), daí a necessidade de se fazer uma análise do ordenamento metodológico dos exercícios propostos neste capítulo.

- **Análise do Capítulo II do livro de Analise Quantitativa de Alexéev: Análise gravimétrica.**

Tem um total de 73 exercícios, dos quais, 37 exercícios são de perguntas teóricas, e os restantes 36 são de cálculos, nomeadamente:

- ✓ Exercícios sobre cálculo de actividade, coeficiente de actividade, constante de solubilidade;
- ✓ Exercícios sobre cálculos que relacionam a solubilidade e constante de solubilidade;
- ✓ Exercícios sobre cálculos relacionados com o cumprimento de condição de precipitação;
- ✓ Exercícios sobre cálculos de perdas por solubilidade;
- ✓ Exercícios sobre cálculos de influência de pH sobre a precipitação;

- ✓ Exercícios sobre cálculos de coeficiente de análise (FG);
- ✓ Exercício sobre cálculo percentual de resultados;
- ✓ Exercícios sobre cálculo da quantidade de amostra;
- ✓ Exercícios de perguntas sobre desintegração e extracções (separações)

- **O Capítulo III do livro analisado contém exemplos de doseamentos gravimétricos**

Tem 39 exercícios de exemplos de doseamentos gravimétricos.

De entre eles;

- ✓ 3 (exercícios 23, 27 e 29) são de cálculo de resultados,
- ✓ 2 (exercícios 28 e 29) são de cálculo de factor gravimétrico ou coeficiente de análise,
- ✓ 2 (exercícios 32 e 33) são de cálculo da massa da amostra.

Esta referência tem um total de 112 exercícios inseridos nos dois capítulos estudados, dos quais apenas 43 (38,39%) debruçam-se sobre aplicações da gravimetria. Este capítulo ajusta-se aos objectivos preconizados, mas não tem muitos exemplos válidos para o curso de Geologia, dado que este ramo lida mais com minerais e, a análise gravimétrica é a mais utilizada para este tipo de análise.

iii) Livro de estatística MILLER (referência [20])

Neste livro, são abordados no segundo capítulo (erros em análises clássicas, estatísticas de medidas repetidas) assuntos que estão relacionados com o tratamento estatístico dos dados de uma Análise Química. Aqui estão inseridos todos os conceitos dos parâmetros usados na estatística, incluindo os tipos de erros observados durante uma análise. Pode-se destacar também os erros sistemáticos numa análise volumétrica e o manuseamento dos erros sistemáticos. Apresenta também 10 exercícios práticos, dos quais;

- ✓ 3 São do cálculo da média e desvio padrão
- ✓ 4 São de intervalo de confiança
- ✓ 3 São de cálculo da média, desvio padrão e intervalo de confiança.

Esta referência faz tratamento estatístico de uma Análise Química com uma aplicação geral. Apresenta também alguns exercícios de aplicação que tem alguma vantagem para o Geólogo.

Como resumo desta revisão pode-se assinalar que:

- Não existe uma ficha de exercícios de Química Analítica para estudantes de Geologia.
- O ordenamento metodológico dos exercícios propostos nos livros referenciados no plano temático da disciplina, não é satisfatório, dado que estes não são específicos para os estudantes de Geologia, mas sim para os estudantes de Química Analítica de qualquer ramo.

Na continuação do trabalho, foi realizada uma consulta do livro da Química Analítica de A.A. Yaroslavtsev, para aprofundar na busca de possíveis exercícios.

iv) Livro ãColecção de problemas e exercícios de Química Analíticaã (referência [27])

Este livro apresenta uma colecção de exercícios de diferentes temas de análise química clássica. Consultou-se o capítulo II ó análise gravimétrica, que está contida em 43 páginas com um total de 332 exercícios cujas respostas vem em anexo. O conteúdo do capítulo está organizado da seguinte maneira;

- ✓ Balança e ponderação ó 36 exercícios
- ✓ Cálculo do peso da amostra ó 50 exercícios
- ✓ Cálculo do solvente e do reagente precipitante ó 50 exercícios
- ✓ Cálculo das perdas durante a lavagem do precipitado ó 22 exercícios
- ✓ Cálculo do factor gravimétrico (coeficiente de análise) ó 14 exercícios
- ✓ Cálculo do resultado da análise gravimétrica ó 100 exercícios
- ✓ Cálculo do resultado da análise em base seca e determinações de gravimetria por volatilização (destilação) ó 20 exercícios
- ✓ Dedução da fórmula da substância problema ó 30 exercícios
- ✓ Análise indirecta ó 10 exercícios

Cada epígrafe começa com uma breve introdução e a seguir apresenta-se a relação de exercícios dos temas acima mencionados. É de salientar que a maioria dos exercícios tem relação com análise das amostras de minerais, rochas, etc. Depois de analisar os conteúdos neste capítulo do livro é possível assinalar:

- O autor disponibiliza um maior número de exercícios sobre o cálculo do resultado e a seguir os aspectos relativos ao cálculo do peso da amostra, cálculo do solvente para dissolver a amostra pesada e a quantidade do reagente para a precipitação. Estes aspectos relacionam-se com o facto de conseguir ou não a condição de precipitação; *produto iónico > produto de solubilidade* e esta, justifica a importância dada pelo autor através do número de exercícios.

- O autor destaca também: A balança e ponderação (com 36 exercícios), devido a importância da medição da massa em Química Analítica. E de assinalar que devido a data de edição do livro os aspectos relacionados com o manuseamento da balança tem muitas diferenças com as balanças actuais.
- A seguir encontram-se os exercícios para dedução da formula da substancia problema com um total de 30. Esse tipo de exercício não tem aplicação no dia-a-dia da gravimetria em geologia. Actualmente essa análise e resolvido com outros métodos.
- A seguir (em número de 22) colocam-se os exercícios com cálculos relacionados com as perdas durante a lavagem e tratamento do precipitado. Esses cálculos são importantes por a sua relação com os erros das análises e em consequência com a qualidade dos resultados.
- Os exercícios relacionados com a gravimetria por volatilização (destilação) e para exprimir os resultados em base seca encontram-se em um número aproximadamente igual a os anteriores (20). Este e um tema de muita significação, as vezes como método da análise (por exemplo em a sua aplicação na analise de Carvão) e para reportar resultado de qualquer análise de sólidos.
- Um tema muito importante é aquele que trata sobre o cálculo do coeficiente da análise (factor gravimétrico). De maneira lógica, o autor coloca estes exercícios primeiro que os relativos com o cálculo do resultado em que se precisa de coeficiente de análise para se calcular a massa procurada. Estão inclusos 14 exercícios. Aceitando-se a importância destes cálculos, o número de exercícios propostos pode ser considerado aparentemente pouco em comparação com outros capítulos. Mas eles tratam de determinações gravimétricas mais conhecidas, tais como; enxofre como sulfato, para a determinação de enxofre e bário; determinações de Fe, Ca, P, Al, Pb, F, K, Ag, As, H como H₂O e C como C₂H₂; e os próprios enunciados pedem cálculos para obtenção de coeficiente de análise para diferentes substâncias como forma de investigar os elementos acima mencionados.
- Finalmente, os exercícios para realizar cálculos indirectos têm um menor número de propostas. Isso é possível interpretar como que é um tema especializado dentro das aplicações da gravimetrias. Esse tipo da análise não tem aplicação no dia-a-dia da gravimetria em geologia.

4.2.3. Revisão dos testes dos estudantes de Geologia

Foram analisadas 43 provas de química analítica, que corresponde ao mesmo número de estudantes do 1º ano do curso de Geologia, 2011. Foi a base de avaliação; a análise de cada prova, com vista a identificar e quantificar os tipos de erros que os estudantes cometem na resolução do

teste, comparando-os com o guia de correção do mesmo, disponibilizado pela docente da cadeira em estudo (Anexo II).

O teste teve duração de 2 horas e tinha 6 perguntas, distribuídas da seguinte maneira;

- ✓ Pergunta 1, questões teóricas (principais conceitos) sobre gravimetria e volumetria
- ✓ Pergunta 2, gravimetria por precipitação
- ✓ Perguntas 3 e 4, gravimetria por volatilização
- ✓ Pergunta 5, volumetria (preparação de soluções)
- ✓ Pergunta 6, volumetria redox (cálculos resultados num mineiro)

Neste teste, foram analisados as resoluções das perguntas 2, 3 e 4; e foram encontrados os seguintes tipos de erros;

- A. Troca de valores das substâncias, ao substituí-los na fórmula a ser usada para a resolução do exercício,
- B. Esquecimento do uso do coeficiente, durante a realização dos cálculos,
- C. Uso de operação errada no cálculo (por exemplo, onde devia multiplicar, subtraiu e vice versa)
- D. Erro de cálculo, fórmula certa e valores certos, mas o resultado do cálculo errado,
- E. Omissão do factor 100% no cálculo da percentagem
- F. Substituição com um valor errado nos coeficientes estequiométricos,
- G. Falta de controlo nas cifras significativas (variação desregrada de número de casas decimais num mesmo exercício),
- H. Uso de valor errado no cálculo, valores que não constam nos dados do exercício,
- I. Erro de aproximação, onde o arredondamento seria por defeito por exemplo, foi feito por excesso,
- J. Omissão do valor do coeficiente da análise (FG) no cálculo da percentagem,
- K. Não resolveu todo o exercício
- L. Omissão da massa da amostra no cálculo da percentagem,
- M. Fórmula errada para o cálculo da percentagem,
- N. Não há indicação de unidades nos resultados,
- O. Não há redução de unidades, antes ou depois do cálculo,
- P. Não há indicação de unidades no exercício,
- Q. Não há resolução do exercício.

Pode-se ainda fazer-se uma análise gráfica desta situação, no gráfico 1;

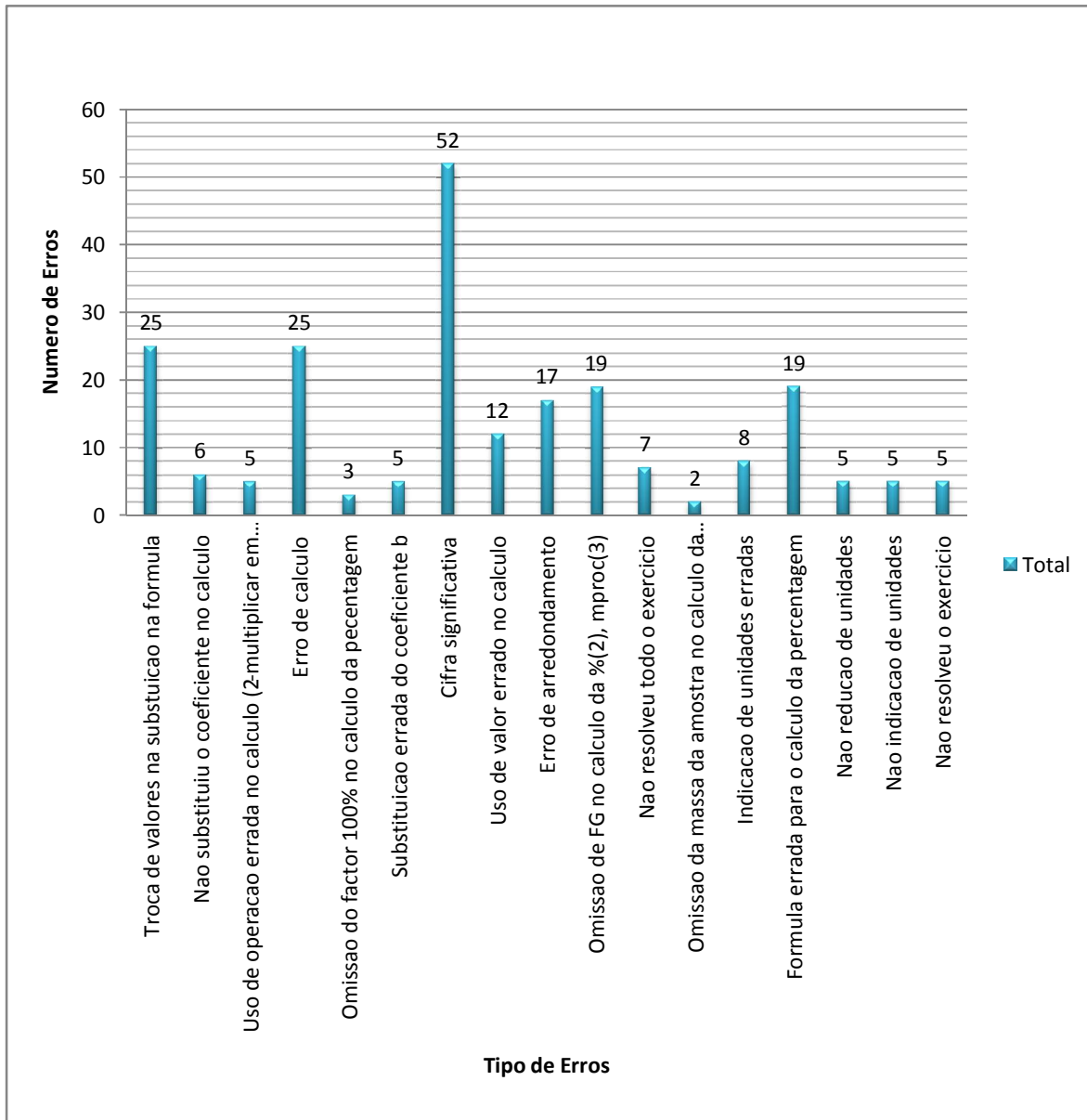


Gráfico 1: Tipo de erros cometidos pelos estudantes na realização do teste do 1º semestre, 1º ano turma de geologia.

Fazendo uma análise gráfica, os erros mais frequentes encontrados foram;

- Falta de controlo nas cifras significativas (variação desregrada de número de casas decimais num mesmo exercício), em números de 21 e 23 nas perguntas 3 e 4 respectivamente;
- Omissão da massa da amostra no cálculo da percentagem em número de 18 na pergunta 3;
- A troca de valores das substâncias, ao substituí-los na fórmula a ser usada para a resolução do exercício em números de 13 e 10 nas perguntas 2 e 4, respectivamente;

- Registrou-se ainda, casos em que os estudantes não resolveram os exercícios (2 estudantes na pergunta 3 e 3 estudantes na pergunta 4, totalizando 5 casos), não se sabendo se foi da dificuldade da resolução dos exercícios ou o tempo não foi suficiente.

No entanto, salienta-se uma situação positiva, de estudantes que resolveram correctamente o exercício.

- ✓ Para a pergunta 2, foram 11 estudantes;
- ✓ Para pergunta 3, foram 2 estudantes e;
- ✓ Para a pergunta 4 foram 7 estudantes,

Totalizando 20 respostas de estudantes com exercício certo.

- Cometem erros de cálculo dos resultados na calculadora. É possível que erro de cálculo seja devido às dificuldades no manuseio da máquina calculadora.
- A pergunta 2, foi a mais acessível para os estudantes (11 estudantes com resposta certa), seguida da pergunta 4 e, a pergunta 3 foi a mais difícil (apenas 2 estudantes é que conseguiram acertar).
- Baseando esta análise no número de erros de cada pergunta, a pergunta 3 teve maior número de erros (102 erros), o que mostra que os estudantes tiveram mais dificuldades na gravimetria por volatilização (destilação) em relação à gravimetria por precipitação (perguntas 3, 4 e 2, respectivamente).
- Existem erros que podem ser considerados graves para este nível de ensino, por exemplo, o erro de cálculo que está ligado ao manuseamento da máquina calculadora e as falhas no arredondamento das casas decimais. Para este tipo de erros, os estudantes devem trabalhar muito no sentido de eliminá-las.

Esta informação leva-nos a propor uma ficha prática de exercícios, especificamente para o curso de Geologia. Nesta ficha é necessário fazer uma selecção de exercícios com conteúdos de gravimetria de maior aplicação no campo da geologia, com a possibilidade de trabalhar as principais dificuldades dos estudantes e com situações de inteires nacional e geral para os geólogos.

4.2.4. Revisão do Guião das aulas laboratoriais

Os trabalhos laboratoriais preconizados versam sobre os dois métodos de análise quantitativa (análise gravimétrica e análise volumétrica), destacando-se a volumetria nos diversos tipos, esta

tem ainda maior espaço de execução nestas aulas, de um total de 5 aulas, quatro tratam de volumetria, apenas uma é que fala de gravimetria [25]. A Análise Química é o método principal de investigação, e tem grande importância em mineralogia, geologia, fisiologia, microbiologia, medicina e agronomia [22].

Hoje em dia, devemos conhecer todos os dados da Análise Química dos materiais destinados à indústria ou que dela provém, pois é a partir desses dados que vamos avaliar a sua qualidade e possibilidade de utilizar para um determinado fim. Sendo assim, o saber fazer na Análise Química é muito importante. Estas fichas foram elaboradas de modo a fornecer ao estudante as bases necessárias para a execução dos trabalhos. Porém atravessamos actualmente uma crise financeira mundial, o que requer de todos, uma racionalização dos recursos existentes, dentre os quais, os reagentes usados em laboratórios de instituições de ensino.

Uma das componentes deste trabalho é a investigação da possibilidade de uso racional dos reagentes, fazendo experiências com quantidades reduzidas de reagentes recomendadas nos guiões de aulas laboratoriais. Permitir-se-á assim, que cada estudante tenha a possibilidade de realizar as suas experiências e tirar as respectivas conclusões; ao invés da actual situação em que os estudantes realizam experiências laboratoriais em grupos pequenos. Também é possível garantir a realização das aulas laboratoriais quando a matrícula esta a aumentar.

4.2.5. Entrevista aos Docentes

A pergunta 1 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, os outros tinham mais de 5 anos.

A pergunta 2 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 3 tinha como objectivo: Saber dos (que) 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, gravimetria, titulação, preparação de soluções, métodos instrumentais e estatística.

A pergunta 4 tinha como objectivo: Saber se os conteúdos do programa da disciplina respondem aos anseios esperados para um futuro Geólogo.

Os docentes acham que estes conteúdos vão ao encontro daquilo que são as necessidades actuais dos Geólogos, uma vez que a parte analítica dos materiais Geológicos na óptica deles, é reservada aos técnicos de laboratório.

A pergunta 5 tinha como objectivo: Saber o que é necessário que os estudantes saibam fazer no fim da cadeira de Química Analítica.

No fim desta cadeira, é necessário que os estudantes tenham conhecimentos sobre;

- Os métodos Químicos de Análise clássica e instrumental
- Preparação de soluções para Análises Químicas
- Realizar cálculos e interpretar os resultados obtidos.

Com estes conhecimentos, os estudantes estariam habilitados a trabalhar em laboratórios de Química Analítica, saber trabalhar com os principais instrumentos de medição mais usados na área de Química, saber os métodos de análises para diferentes materiais usando reacções Químicas, interpretar os resultados de uma análise e manusear o equipamento de laboratório.

A pergunta 6 tinha como objectivo: Saber da percepção dos docentes sobre o comportamento dos estudantes em relação ao ambiente laboratorial, sobretudo em relação ao manuseamento dos instrumentos e materiais no laboratório.

Segundo os docentes, o comportamento dos estudantes é aceitável.

Alguns, já tiveram oportunidade de estar no laboratório nos níveis anteriores (níveis médio ou básico), comportam-se numa forma aceitável, já sabem manipular cuidadosamente instrumentos e materiais do laboratório.

Outros precisam numa instrução sobre a higiene e segurança no laboratório. Em relação à habilidade de manuseamento dos instrumentos e materiais, precisam dum acompanhamento aturado por parte do docente que os acompanha no laboratório.

A pergunta 7 tinha como objectivo: O que o docente recomendaria que realizar-se, como forma de aumentar a habilidade dos estudantes no laboratório na cadeira de Química Analítica para os futuros Geólogos.

Aumento do horas de aulas laboratoriais para garantir que o estudante tenha mais tempo no laboratório e, conseqüentemente mais oportunidade de lidar com o ambiente de laboratório.

A pergunta 8 tinha como objectivo: Saber o sentimento dos docentes em relação as aulas de Química Analítica, no que diz respeito às aulas práticas e laboratoriais? Qual tem sido a reacção dos estudantes perante a estas aulas? Tem apresentado muitas dificuldades?

Os docentes dum forma geral, lamentam a falta e reagentes e nalguns casos, a falta de materiais para realização de algumas aulas previstas no plano temático. Devia haver material que chegue, de modo que cada estudante tenha oportunidade realizar a sua experiência e ter oportunidade de tirar as devidas observações.

A pergunta 9 tinha como objectivo: Saber o rendimento dos estudantes nos trabalhos das aulas laboratoriais? Facilmente tem tido habilidade no manuseamento dos materiais e manipulação dos reagentes.

Observou-se que os estudantes no início apresentam sempre dificuldades, mas no fim conseguem ultrapassar. Este facto mostra que há bom rendimento nas aulas laboratoriais.

A pergunta 10 tinha como objectivo: Saber o das dificuldades encaradas nas aulas laboratoriais, no que diz respeito aos reagentes e outros materiais a fim.

Por causa de exiguidade de materiais e reagentes, não é possível programar se aulas laboratoriais em número desejado e em condições em que o estudante esteja a realizar as experiências laboratoriais sozinho e, poder tirar as suas próprias conclusões.

A pergunta 11 tinha como objectivo: Saber se alguma vez tiveram que adiar/perder as aulas laboratoriais por falta de reagentes. O que foi feito para resolver a questão.

Por falta de reagentes, ainda não. Mas já se adiou aulas por falta de água da torneira, para aulas de destilação e de filtração de precipitados. Estas foram programadas para um outro dia fora do calendário das aulas laboratoriais.

4.2.6. Entrevista aos profissionais das instituições ligadas a geologia, nomeadamente;

- i) Laboratório Nacional de Geologia
- ii) Laboratório Nacional de Engenharia de Moçambique
- iii) Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

A tabela 2 apresenta as perguntas e respectivas respostas das entrevistas feitas junto aos profissionais da área de Geologia.

Tabela2: Resultados das visitas a instituições com alguma relação na área de Geologia

Pergunta	Respostas		
1. Nome da Instituição?	Laboratório Nacional de Geologia	Laboratório de Engenharias de Moçambique	Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
2. Idade e sexo	42 anos/Femininos	40 anos/Masculinos	51 anos/Masculinos
3. O sector do trabalho do entrevistado	Sector de química	Laboratório de Química	Laboratório de Análise de solos
4. Nível académico?	Licenciada em química	Licenciado em química	Licenciado em química
5. O que ele faz (o entrevistado)?	Análises químicas	Chefe do laboratório de química	Análises químicas
6. Anos de experiência/trabalho?	18 anos	12 anos	20 anos
7. Actividades realizadas na Instituição?	Preparação de amostras de, análises químicas e análises mineralógicas de amostras geológicas.	Caracterização de calcário, rochas e pedras para betão	Gerar conhecimento e soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável do agro negócio e a segurança alimentar e nutricional.
8. Técnicas analíticas usadas na instituição?	FAAS, GFAAS, EAM, FRX	EAA, FC, Métodos clássicos de análise (gravimetria e volumetria)	EAA, Gravimetria e Volumetria
9. Tem recebido novos colegas ou estagiários vindos da geologia?	Sim	Sim	Uma vez
10. O que acha deles?	Dedicados, com muita vontade de aprender	Dão resultados satisfatórios	Foi dedicado

11. O que sugere à instituição de formação no que diz respeito ao tipo de formação para os novos técnicos?	Sendo esta, uma instituição de investigação, é necessário que os estudantes tenham conhecimentos teóricos, mas devem muito mais, abraçar a prática, visitando mais as instituições ligadas à sua área de formação durante o curso.	Devem fazer estágio nas instituições para acompanhar a dinâmica e a evolução da tecnologia, nas instituições	
--	--	--	--

4.2.6.1. Análise da informação obtida das visitas às Instituições ligadas a Geologia

A cadeira de Química Analítica é muito importante para um Geólogo. Tal como foi referenciado acima, o geólogo precisa da Química Analítica para completar o seu trabalho de pesquisa e prospecção de minérios.

Com a informação resumida na Tabela 2 foi possível fazer o seguinte análise:

- Os sectores ora visitados, possuem a secção de Química Analítica, embora com diferentes meios de trabalho e técnicas usadas. Constatou-se que usa-se mais os métodos instrumentais de análise, em relação aos métodos clássicos. Sendo assim, as instituições de formação, devem acompanhar esta dinâmica, potenciando as suas aulas em matérias ligada à análise instrumental. Porém, é necessário continuar-se a dar os métodos clássicos, pois é a base para a formação dum técnico de laboratório (é nos métodos clássicos que o técnico de laboratório adquire habilidades de manuseamento de instrumentos no laboratório), para posterior habilitação nos métodos instrumentais. Devem também associar o ósaberö ao ósaber fazerö, proporcionando mais estágios aos formandos, nas instituições de Geologia, segundo a sugestão dos entrevistados.
- Os entrevistados nas instituições de Geologia, foram formados no Departamento de Geologia e de Química, têm mais de 5 (cinco) anos a trabalhar na área de Análise Química, são todos licenciados pela UEM, afirmam terem tido uma base teórica e boa prática laboratorial, porém, faltaram exercícios práticos específicos para área de Geologia.

- Todas as técnicas usadas nas instituições, teoricamente foram aprendidas na Faculdade, mas tiveram dificuldades em se adaptar devido à falta de adaptação a estas práticas. Este facto mostra as lacunas que o plano temático de Química Analítica apresenta em termos de aulas de experimentação, pois o graduado, na empresa apresenta-se com os conhecimentos teórico, mas que poderiam melhorar a sua habilidade de execução no laboratório.
- Com este currículo, é preciso apostar mais nos trabalhos práticos, laboratoriais, mais visita às instituições ligadas à área a fim, elaborar fichas de exercícios relacionados com a prática e mineralogia e trabalhos de pesquisa individual e em grupo; como complemento para o perfil do Geólogo desejado.

4.3. Trabalho de elaboração da ficha de exercícios práticos

Para a selecção e elaboração dos exercícios a colocar na ficha para aula prática, teve-se em conta a análise das referências bibliográficas citadas no programa da disciplina, outras fontes bibliográficas não referenciadas neste programa, consultas na internet, análise dos testes dos estudantes de Geologia, respostas das entrevistas dos docentes e profissionais e visitas a laboratórios da área de Geologia.

- i. Um tema muito importante é aquele que trata sobre o cálculo do coeficiente da análise (factor gravimétrico). Por isso deve ser incluído nos exercícios, colocando-lhos em primeiro lugar na ficha.
- ii. Incluir um número de exercícios sobre o cálculo do resultado que é o objectivo da aplicação do método
- iii. A seguir os aspectos relativos ao cálculo do peso da amostra, devido a sua relação com as condições de precipitação, sensibilidade do método etc.
- iv. Os cálculos relacionados com as perdas durante a lavagem do precipitado são importantes porque tem relação com os erros da análise e portanto, com a qualidade dos resultados analíticos. Mas este é um aspecto que já tem que estar bem definido no procedimento analítico e basta empregar correctamente estas indicações o fazer ajustes proporcionais. Por isso não foi incluído dentro da nova ficha de exercícios.
- v. Os exercícios relacionados com a gravimetria por volatilização e os relacionados com os resultados dados em base seca foram seleccionados devido ao significado que este tipo de cálculos em análise química. Por exemplo, com um possível teste de avaliação de carvão e em geral para informação dos resultados.

- vi. Outros tipos de exercícios não foram incluídos porque não serem formas comuns da aplicação da gravimetria, já foram substituídos por outros métodos, tipos de instrumentos etc.

Após esta análise, os exercícios foram seleccionados obedecendo a seguinte ordem;

- ✓ Cálculo do coeficiente de análise
- ✓ Cálculo do resultado de análises gravimetria por precipitação e por volatilização
- ✓ Cálculo da massa da amostra
- ✓ Cálculo da percentagem em base seca

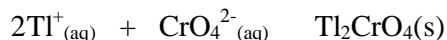
4.3.1. Ficha proposta de exercícios práticos de Química Analítica para o Curso de Geologia

1.- Calcular o Coeficiente de análise para o doseamento do:

- a) Enxofre, a partir do peso de BaSO₄.
- b) De prata, a partir do peso de Ag₂S.
- c) Do zinco, a partir da massa de Zn₂P₂O₇.
- d) Do óxido de bário, a partir do peso de BaSO₄.
- e) Do óxido de crómio (III), a partir da massa de PbCrO₄.

1.1.- Interpretar o significado do valor do coeficiente de análise em cada caso.

2.- O Tálcio pode ser doseado com método gravimétrico, na forma de cromato de tálcio:



Uma amostra de 0,5678g dum sulfato de tálcio impuro é tratado adequadamente até obter 0,3209g de cromato de tálcio. Calcular ou % de Tl₂O na amostra.

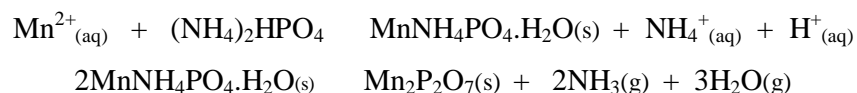
3.- A bauxite é um mineral que ocorre naturalmente. É composta principalmente por óxido de alumínio. Uma amostra de bauxite de 0,1387g é tratada convenientemente e o alumínio é precipitado com 8-hidroxiquinolina (oxina) até precipitação completa do oxinato de alumínio, que separou-se por filtração num cadinho filtrante de vidro sintetizado, secou-se a 130°C até peso constante. A massa de oxinato de alumínio obtida foi de 1,0608g. Calcular ou % de Al₂O₃ na amostra.

8-hidroxiquinolina (oxina): C₉H₇ON



4.- O manganês é o segundo elemento mais abundante na costra terrestre. É encontrado em muitos minerais mas só alguns deles tem interesse comercial. Um dos minérios é a pirolusita MnO₂. Uma amostra de pirolusita de 0,1028g foi dissolvida e tratada convenientemente com hidrofosfato de

di-amônio para obter o precipitado de $\text{MnNH}_4\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ que foi filtrado, secou-se a 105 ó 110°C e depois calcinou-se a 700 - 800°C para obter $0,1324\text{g}$ de $\text{Mn}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Calcular o % de MnO_2 na amostra.



5.- Determina-se a água higroscópica numa amostra de cloreto de sódio. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Massa do cadinho vazio $27,2393\text{g}$

Massa do cadinho com amostra: $27,8809\text{g}$

Massa do cadinho+ amostra, depois da secagem até peso constante: $27,8616\text{g}$

Calcular a % de humidade na amostra.

6.- Determina-se o conteúdo da água de cristalização numa amostra de cloreto de bário dihidratado. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Massa do filtro vazio $25,6874\text{g}$

Massa do filtro com amostra: $27,2594\text{g}$

Massa do filtro + amostra depois da secagem até peso constante: $27,0269\text{g}$



Calcular a % de água de cristalização na amostra.

7.- Foi analisada uma amostra de carvão para determinar o conteúdo das substâncias voláteis. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Massa do cadinho vazio $25,3280\text{g}$

Massa do cadinho com amostra: $26,5110\text{g}$

Massa do cadinho + amostra, depois da secagem até peso constante: $26,2745\text{g}$

Calcular a % de substâncias voláteis na amostra.

8.- Um cadinho seco com peso constante tem uma massa de $25,6789\text{g}$. Adicionou-se uma amostra de um minério de massa $1,0891\text{g}$ do cadinho foi de $26,5798\text{g}$. A seguir, colocou-se o cadinho com amostra na estufa a 105 - 110°C durante algum tempo, até alcançar novamente peso constante. A massa do cadinho com amostra seca foi de $26,4609\text{g}$. Calcular a % de humidade na amostra.

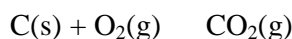
9.- O CaCO_3 pode ser encontrado na natureza sob forma de caliza. A caliza é uma rocha sedimentária composta majoritariamente por carbonato de cálcio (CaCO_3), geralmente calcita. Uma amostra seca de CaCO_3 que tem uma massa de 1,5120g foi calcinada a temperatura de 700-800 °C até obter peso constante de 0,8412g. Calcular a % de CaO e % de CO_2 na amostra.



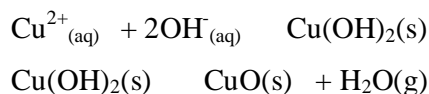
Explique se é possível empregar-se uma amostra que não está seca para fazer esta análise.

10.- A pirite, ou pirita de ferro é um mineral de dissulfeto de ferro, FeS_2 . Sendo encontrado em qualquer parte do mundo, a pirita é o sulfeto mineral mais comum. Uma amostra de pirita de 1,7890 g depois da secagem a 105°C pesa 1,7180g. Com uma massa de 0,3980g da amostra inicial de pirita foram obtidos 1,0780g de precipitado calcinado de BaSO_4 . Calcular a % de enxofre na amostra inicial e na amostra anidra.

11.- O carvão mineral é uma rocha sedimentar combustível, de cor preta ou marrom, Existem quatro tipos principais de carvão mineral; turba, lignite, hulha e antracite, em ordem crescente do teor de carbono. Quanto maior o teor de carbono mais puro se considera. Uma amostra de carvão contém 8,95 % de cinzas e 6,25% de humidade. Calcular a % de cinzas na amostra seca.



12.- Calcular a massa da amostra de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ necessária para determinar cobre por precipitação na forma de hidróxido, que será calcinado e pesado como CuO.



13.- Calcular a massa da amostra de sal de Mohr, $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ necessária para determinar o ferro sob forma de Fe_2O_3 se depois da calcinação do precipitado de $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ se deseja obter uma massa de óxido férrico igual a 0,1000g.

14.- Calcular a massa de cloreto de níquel ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) necessária para fazer análise do sal, precipitando o níquel como dimetilgloximato de níquel, que é secado e finalmente pesado como tal.

Dimetilgloxima: $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$

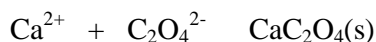


15.- Calcular a massa necessária de uma amostra de CaCO_3 para fazer o doseamento de CO_2 por método de gravimetria indirecto (massa perdida no peso da amostra calcinada).



Que outras formas de doseamento poderiam ser empregues para determinar a % de CO_2 ?

16.- Calcular a massa necessária de uma amostra de CaCO_3 para determinar a quantidade de cálcio que vai ser precipitado como CaC_2O_4 . Considere o material isento de impurezas.



17.- Uma amostra de caliza estima-se com 50% de CaO em base seca e 11% de humidade. Calcular a massa da amostra necessária para determinar o conteúdo de CO_2 por método de calcinação.



18.- Qual deve ser a massa de uma amostra de carvão necessária para fazer análise da humidade, se estima-se que o conteúdo tem um valor aproximado de 15%.

19.- A dolomita é um mineral de carbonato de cálcio e magnésio $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, muito abundante na natureza na forma de rochas dolomíticas. O mineral é de cor cinza com raias brancas, de brilho vítreo. Calcular a massa da amostra de dolomita necessária para fazer a determinação de magnésio precipitado como $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ que depois foi calcinado e pesou-se como $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Os minerais da dolomita contem aproximadamente 10% de magnésio.

20.- Fosforite é uma rocha sedimentar cujo teor de minerais fosfatados a tornam economicamente interessante. Geralmente trata-se de uma rocha estratificada de origem marinha, composta de fluoroapatita carbonatada e microcristalina, na forma de lâminas, nódulos, ólitos e fragmentos de ossos e conchas. Calcular a Massa de fosforita necessária para dosear o fósforo precipitado como fosfato de magnésio, calcinado e pesado como piro fosfato de magnésio. A fosforita contém 15% de P_2O_5 .

4.4. Trabalho de preparação da Execução Prática/Procedimento das aulas laboratoriais

Após a análise do currículo de D. G., análise das entrevistas e visitas às instituições ligadas a área de Geologia, concluiu-se que o guião estaria composta por métodos gravimétricos e volumétricos.

Os conteúdos temáticos leccionados aos Geólogos que têm relação com a prática Geológica são gravimetria na caracterização Química do calcário, rochas e pedras para betão, volumetria para determinação de cloretos, sais e alguns metais no solo e ainda os métodos instrumentais para as análises de metais diversos nas rochas e em materiais Geológicos.

A partir da revisão dos procedimentos laboratoriais utilizados como fichas para desenvolver as aulas laboratoriais da disciplina de Química Analítica para o curso de Geologia (referencia [25]) foi possível elaborar o procedimento das aulas laboratoriais.

O procedimento é aplicável a 2 (duas) aulas laboratoriais propostas das quais 1 (uma) da análise gravimétrica e a outra da volumetria de neutralização. Estas 2 aulas servem de exemplo para demonstrar que é possível a realização de aulas laboratoriais usando quantidades reduzidas das recomendadas, desde que estas reduções sejam feitas nas mesmas proporções em todos os reagentes que entram na análise.

Como forma de dar suporte a ideia de utilizar quantidades reduzidas de reagentes, em relação às quantidades propostos nos guiões das aulas laboratoriais, foi feito uma experiência laboratorial para as aulas de análise volumétrica de neutralização.

Para esta experiência, foram usadas 4 soluções: de ácido oxálico, ácido acético, ácido clorídrico e hidróxido de sódio. Com a solução de ácido oxálico foi possível padronizar a solução de hidróxido de sódio. A solução titulada de hidróxido de sódio foi utilizada para titular as soluções dos ácidos.

Estas titulações envolveram dois estágios de titulação, titulação com concentrações de 0,100 N e com concentrações reduzidas a metade (0,050 N), usando dois indicadores (fenolftaleína e alaranjado de metilo), cujos resultados apresentam-se na Tabela 3 a seguir;

Tabela 3: Resultados da experiência laboratorial em relação ao uso de quantidades reduzidas de reagentes no laboratório.

Soluções Estudadas	Ácido (Titulante)		Base (Titulado)		Indicador Usado
	Concentração Titulante (N)	Volume Titulante (mL)	Volume Gasto (mL)	Concentração Titulado (N)	
H ₂ C ₂ O ₄	0,100	10,00	10,75	0,093	Fenolftaleína
	0,050	10,00	10,65	0,047	
	Rácio de Concentração (quantidade			1,981	

	normal/quantidade reduzido)				
CH ₃ COOH	0,100	10,00	10,93	0,091	Fenolftaleína
	0,050	10,00	10,67	0,047	
	Rácio de Concentração (quantidade normal/quantidade reduzido)			1,952	
	0,100	10,00	8,33	0,120	Amaranjado de metilo
	0,050	10,00	8,10	0,062	
	Rácio de Concentração (quantidade normal/quantidade reduzido)			1,945	
HCl	0,100	10,00	9,35	0,107	Fenolftaleína
	0,050	10,00	9,30	0,054	
	Rácio de Concentração (quantidade normal/quantidade reduzido)			1,989	
	0,100	10,00	9,15	0,109	Amaranjado de metilo
	0,050	10,00	9,07	0,055	
	Rácio de Concentração (quantidade normal/quantidade reduzido)			1,982	

Comparados os resultados entre as quantidades normais e reduzidas, apresentados na Tabela 3, observou-se um rácio de cerca de 1,98 das concentrações do titulado. O rácio concentração inicial/concentração determinada das duas soluções é de 2.

- O conteúdo da aula laboratorial enquadra-se com os conteúdos e objectivos da volumetria ácido base apresentados no programa temático da disciplina.
- Não há alteração significativa dos rácios concentração inicial e concentração final (~0,02%), em análises volumétricas, quando se usa quantidades reduzidas de concentrações em titulações. Estas reduções de quantidades podem ser feitas nas concentrações das soluções assim como nos volumes das soluções.
- A escolha do indicador é relevante para a qualidade dos resultados pretendidos. Deve-se ter muito cuidado na escolha do indicador a ser usado numa titulação. A zona de viragem dum indicador influencia na determinação da concentração duma solução em estudo.

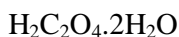
4.4.1. Procedimento proposto para aulas laboratoriais com volumes reduzidos

4.4.1.1. Procedimento para Trabalho Laboratorial n° 1: Determinação do enxofre num sulfato pelo método gravimétrico

1. Pesar com uma precisão de 0,1 mg, cerca de 0,25 gr da amostra para um copo de 400 mL.
2. Dissolve-la em 125 mL de água destilada, juntar 2 mL de HCl 1:1 e aquecer a solução ate quase a ebulição.
3. Adicionar muito lentamente cerca de 35 mL de solução de BaCl₂ 0,05M, agitando constantemente com uma vareta de vidro.
4. Deixar o precipitado assentar durante alguns minutos e fazer o teste de confirmação da precipitação completa (adicionando algumas gotas de solução de BaCl₂). Caso apareça a turvação no líquido sobrenadante, adicionar mais 3-5 mL de solução de BaCl₂, deixar o precipitado assentar e testar de novo.
5. Colocar o copo (tapado) em banho-maria durante 1 hora.
6. Preparar um cadinho de porcelana, lavando-o durante 30 mins (no bico mecker). Deixar arrefecer o cadinho 1 a 2 minutos ao ar e depois no excicador (300°C na mula) durante 30 minutos antes de o pesar. Continuar a calcinação ate peso constante.
7. Preparar um funil com papel de filtro Whatman no 42 para recolher o precipitado.
8. Filtrar a solução. Transferir quantitativamente o precipitado para o papel de filtro.
9. Lavar o precipitado com pequenas porções de água quente. Continuar a lavagem ate a reacção negativa ao cloreto (recolher 3-5 ml do filtrado num tubo de ensaio, juntar 1 mL de HNO₃ 0,05M e 1 gota de solução AgNO₃).
10. Retirar o papel de filtro contendo o precipitado, dobra-lo e coloca-lo no cadinho. Por o cadinho num triangulo de porcelana, verticalmente, com a tampa ligeiramente deslocada para permitir que o vapor possa escapar-se. Aquece-lo fracamente, no bico de bunsen, ate não produzir mais fumo. Aumentar a intensidade da chama para carbonizar o papel sem, contudo, o inflamar. Quando dele só houver cinzas, inclinar o cadinho sobre o triângulo e retirar a tampa de modo a garantir livre acesso de ar. Aquecer então para que o cadinho fique ligeiramente ao rubro. Continuar o aquecimento nessas condições ate que todo os resíduos de carvão tenham desaparecido. Endireitar o cadinho e aquecer fortemente por mais 15 minutos e depois no bico Mecker durante 30 minutos.
11. Deixar arrefecer o cadinho ao ar por momentos e terminar o arrefecimento no excicador durante pelo menos 30 minutos. Pesa-lo rigorosamente.

4.4.1.1. Procedimento para Trabalho Laboratorial n° 2: Volumetria de Neutralização

Reagentes e soluções necessárias



NaOH.

Soluções 0,05N de HCl e CH_3COOH

Solução indicadores fenolftaleína e alaranjado de metilo.

A - A preparação de uma solução de NaOH 0,05N

1. Pesar cerca de 1g de NaOH num vidro de relógio.
2. Deitar o NaOH para um copo de 100 mL adicionando 50 mL de água destilada.
3. Agitar com uma vareta de vidro ate dissolução completa, tapar o copo com vidro de relógio e deitar arrefecer ate temperatura ambiente.
4. Guardar a solução num frasco de polietileno.
5. Transferir 25 mL da solução anterior para um balão volumétrico de 250mL.
6. Adicionar água destilada, agitar bem, completar ao volume e homogeneizar a solução.

B - Preparação do padrão primário.

Calcular a quantidade necessária de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (1,26 g) para preparar 100 mL de solução 0,05N.

Pesar num copo de 100 mL a massa calculado do padrão primário.

Dissolver e transferir quantitativamente a solução anterior para um balão de 100mL.

Adicionar água destilada, perfazer o volume e agitar para homogeneizar a solução.

C - Aferição da solução de NaOH

Preparar uma bureta de 25 mL com a solução de NaOH.

Pipetar 10 mL da solução de ácido oxálico para um erlenmeyer.

Juntar 20 mL de água e 3 gotas de fenolftaleína.

Proceder à titulação até aparecer a cor rosa permanente.

Repetir 2 vezes (os valores obtidos não devem diferir entre si mais de 0,1 mL)

D - Titulação de uma solução de HCl com a solução NaOH

Preparar uma bureta de 25 mL com a solução de NaOH.

Pipetar 20 mL de solução de HCl para um erlenmeyer, adicionar 3 gotas de fenolftaleína.

Titular até aparecer cor rosa permanente.

Repetir até obter 3 valores concordantes.

Fazer novamente a titulação mas usando como indicador o alaranjado de metilo.

E - Titulação de uma solução de CH₃COOH com a solução NaOH

Preparar uma bureta de 25 mL com a solução de NaOH.

Pipetar 20 mL de solução de CH₃COOH para um erlenmeyer, adicionar 3 gotas de fenolftaleína.

Titular até aparecer cor rosa permanente.

Repetir até obter 3 valores concordantes.

Fazer novamente a titulação mas usando como indicador o alaranjado de metilo.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

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

- Os conteúdos previstos no programa da disciplina são adequados, deve-se dar mais enfoque à parte dos métodos instrumentais de análise, uma vez que as empresas ultimamente recorrem a estas técnicas para suas actividades, segundo os profissionais entrevistados.
- Não há concordância entre os métodos aplicados nas empresas de geologia e o programado para se leccionar no curso de geologia. Segundo os entrevistados, as empresas actualmente recorrem mais a métodos instrumentais para as suas análises e, o programa de geologia preconiza apenas 13,75% de tempo para métodos instrumentais de análise. Porém, deve-se continuar a falar dos métodos clássicos nas aulas pois, estes constituem a base para a formação dum técnico de laboratório. É nos métodos clássicos onde o técnico de laboratório aprende a manusear qualquer material/equipamento do laboratório.
- As aulas práticas não têm uma ficha especializada para o curso de geologia e, foi elaborada uma ficha de exercícios para o tema de gravimetria de este curso. A ficha dos exercícios propostos foi elaborada com base na revisão bibliográfica dos exercícios disponíveis nos textos consultados e nas dificuldades encontradas na análise dos testes realizados pelos estudantes.
- Os estudantes tem mais dificuldades em controlar cifras significativas na resolução dos exercícios de cálculos, não controlam a substituição dos valores na fórmula que usam para a resolução do exercício e cometem muitos erros de cálculo.
- É possível realizar aulas laboratoriais com quantidades reduzidas em relação às quantidades indicadas nos guiões de aulas laboratoriais, com intenção de racionalizar o uso dos reagentes no laboratório; e o resultado esperado mantém-se inalterado.

5.2. Recomendações

O presente trabalho deixa as seguintes recomendações:

- Ao Departamento de Geologia rever o plano analítico de Química Analítica, no sentido de aumentar a carga horária das aulas práticas e laboratoriais, fortificar a relação interinstitucional com as instituições ligadas a Geologia, no sentido garantir mais a troca de conhecimentos em ambos os lados e, permitir que os estudantes tenham oportunidade de acompanhar a dinâmica do desenvolvimento industrial.
- Introduzir no currículo, técnicas mais actualizadas, de modo a que o Geólogo formado esteja em altura de acompanhar a dinâmica do desenvolvimento deste ramo industrial, tendo em conta as descobertas de vários minérios no nosso país, o que faz com que este sector ganhe mais espaço no dia-a-dia da nossa economia.
- Realizar aulas laboratoriais usando quantidades reduzidas à metade das quantidades sugeridas nos guiões para garantir o uso racional dos reagentes no laboratório.
- Usar a ficha de exercícios elaborado, pois contém exercícios que são do interesse dos Geólogos. Esta selecção dos exercícios a serem tratados nas aulas práticas de gravimetria está em concordância com a ideia exprimida nos objectivos do currículo de Geologia sobre a utilização de química analítica como uma ferramenta para a obtenção dos resultados das análises das amostras de interesse Geológico. O método usado para a selecção dos exercícios do tema gravimetria, pode ser empregue para a selecção de exercícios dos restantes temas da disciplina (volumetria e espectroscopia).
- Aos estudantes, devem ter cuidado com o emprego adequado de cifras significativas, visto que é um aspecto onde grande número de estudantes apresenta dificuldades e, também maior atenção na manipulação da máquina calculadora, provavelmente teria sido esta a causa maior número de erros de cálculo constatado na revisão dos testes. Estes precisam de mais exercitação nas aulas práticas como nas aulas laboratoriais, durante os cálculos, maior atenção nas substituições de fórmulas e no próprio cálculo de valores.

CAPÍTULO VI: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. LIBANÊO, J. C. (1994). Didáctica. Editora Cortês, Coleção Magistério 2º grau, série formação do professor. São Paulo.
- [2]. MACHALELA, F. A. (2010). Estudo das potencialidades de uso de meios didáticos (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.
- [3]. MUCAVELE, F. (2010) O Processo da Reforma Académica na Universidade Eduardo Mondlane. Por um ensino de melhor qualidade: Experiências e Perspectivas de Implementação. Maputo.
- [4]. RIBEIRO, A. C. & Ribeiro, L. C. (1990). Planificação e avaliação do Ensino-Aprendizagem. Universidade Aberta, Lisboa.
- [5]. RIBEIRO, A. C. (1999). Desenvolvimento Curricular, Educação Hoje, Texto Editora, 8ª Edição, Lisboa.
- [6]. sites.google.com/site/modelosead/i...e.../modelos-pedagogicos a cessado no dia 25 de Fevereiro de 2011
- [7]. Cumbe, A. N. F. (2007): **O património geológico de Mocambique: Proposta de metodologia de investigação, caracterização e avaliação**, Tese de mestrado em património geológico e geoconservação, Departamento de Ciências da Terra, Escola de Ciências, Universidade de Minho, Braga, p98-99.
- [8] GAUBEUR, I, *et al.* (2004) Laboratório de Química Analítica Quantitativa. Universidade Presbitérias Mackenzie. São Paulo. A cessado no dia 25/11/2010
- Disponível em,:
- http://meusite.mackenzie.com.br/boonetdisciplinasapostila_Laboratorio_Quimica_Analitica_Quantitativa.pdf
- [9] VOGEL *et al.* (2000) Análise Química Quantitativa. LTC editora, 6ª edição, Rio de Janeiro - Brasil
- [10] JEFFERY, G. H. *et al* (1992). Vogel. Análise Química Quantitativa. Editora Guanabara Koogans, 5ª Edição, Rio de Janeiro.

- [11] KIN, F. D. (2005). Química Analítica II. Métodos Clássicos de Análise Quantitativas. Universidade Eduardo Mondlane-Departamento de Química. Maputo.
- [12] <http://www.scielo.br/pdf/brag/v9n9-12/03.pdf> A cessado em 02 de Dezembro de 2011.
Disponível em,: Apresentacao%20modelos%20de%20titulacao%20pwt.
- [13] http://fq.no.sapo.pt/download/Doseamento_do_acetilsalicilico_numa_aspirina.pdf
A cessado no dia 29 de Março de 2011
- [14] DANTAS, Elizabeth Sonocia Keiko; Introdução à Absorção Atômica. Curso IPEN, São Paulo, 1995.
- [15] Funasa, MS. Manual Pratico de Analise de Agua, 2006, Editado por Assessoria de Comunicação em Saúde, Brasília, 2ª Edição, 146 pp.
- [16] GONÇALVES, M. de L. S. S. (2001) Métodos instrumentais para análise de soluções. Análise Quantitativa. Editora FCG, 4ª edição, Lisboa ó Portugal.
- [17] SKOOG, A. D. *et al.* (2006) Fundamento de Química Analítica. Thomson editora, 8ª edição, São Paulo ó Brasil
- [18] ALEXEEV, V. (1979): Análise Quantitativa ó Tradução de Pinheiro e Melo, A., Editora Lopes da Silva, 2ª edição, Porto 574 pp.
- [19] KIN, F. D. (2005). Química Analítica para o Curso de Geologia. Universidade Eduardo Mondlane-Departamento de Química. Maputo.
- [20] MILLER, J. C. e MILLER, J. N. (1993): Statistics for Analytical Chemistry, 3rd Edition, Ellis Horwood PTR Prentice Hall, London.
- [21] MORITA, T. & ASSUMPCÃO, R. M. V.; Manual de Soluções, Reagentes e Solventes. Padronização-preparação-purificação. 1972, Editora Edigard Blücher Ltda, São Paulo, 2ª Edição, 627pp.
- [22] Currículo de Geologia da UEM
- [23] <http://www.eps.ufsc.br/teses99/milioli/cap2a.html> acessado em 28/11/2011
- [24] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sal> - acessado em 02/11/2011

[25] KIN, F. D. (1996). Química Analítica II. Ficha de Trabalhos Laboratoriais. Universidade Eduardo Mondlane-Departamento de Química. Maputo.

[26] http://www.gipescado.com.br/arquivos/met_fis-quim_anal/ap1.pdf - 14/11/2011

[27] YAROSLAVTSEV, A. A. (1981). Colección de Problemas y ejercicios de Química Analítica. Traducido del ruso por Fernando Blanco, Mir Editorial, Moscovo, 256 pp

ANEXOS

ANEXO I

Programa temático da disciplina de química analítica na geologia



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

**FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

PROGRAMA TEMÁTICO

CURSO GEOLOGIA

DISCIPLINA QUÍMICA ANALÍTICA

ANO: 1º SEMESTRE: 1º PERÍODO: Único CARGA HORÁRIA SEMANAL: 6H

Disciplina de formação

Geral

Básica Específica

Básica

Especialidade

COMPETÊNCIAS GERAIS

- Analisar quantitativamente compostos e substâncias químicas usando métodos clássicos e instrumentais

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS

O estudante deverá desenvolver as seguintes competências:

- Fazer o uso dos equilíbrios iônicos, nomeadamente ácido-base, precipitação, complexação e oxidação-redução na resolução de problemas analíticos.
- Usar as técnicas de análise quantitativa clássica.
- Dominar os conceitos, leis e princípios em que se baseiam os métodos ópticos de análise.

- Demonstrar habilidades gerais de trabalho num laboratório de análise química.
- Efectuar cálculos em análise quantitativa.

TEMAS	HORAS									
	Contacto directo					Estudo independente				Total
	T	P	Lab	S	CD	L	E	P	EI	
1. Introdução	2	3	-		5	4			4	9
2. Análise gravimétrica	5	3	9		17	4	6		10	27
3. Introdução à análise volumétrica	2				2	2			2	4
4. Volumetria por neutralização	4	6	3		13	4	4		8	21
5. Volumetria por precipitação	2	3	3		8	4	4		8	16
6. Volumetria por complexação	4	3	3		10	6	6		12	22
7. Volumetria por REDOX	5	3	3		11	6	6		12	23
8. Introdução a espectroscopia	6				6					6
Testes										
TOTAL	32	24	36		80	36	30		66	146

AT ó Aulas Teóricas

AP/Lab ó Aulas Práticas/Laboratoriais

S ó Seminários

CD ó Contacto Directo

L ó Horas de Leituras

E ó Horas de Exercícios

P ó Práticas/Projectos

EI ó Estudo Independente

T ó Total de Horas

Disciplinas Precedentes:

Disciplinas Subsequentes:

METODOLOGIA DE ENSINO

A disciplina é leccionada sob forma de aulas teóricas, práticas e laboratoriais.

Nas aulas práticas os estudantes recebem o treino necessário para efectuar os cálculos característicos dos métodos estudados.

Sobre cada trabalho laboratorial é elaborado um relatório escrito individual.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Serão realizados 2 testes escritos sobre a matéria teórica e prática.

A nota de frequência será a média das notas dos testes, ponderada com peso de 0.75 e da nota dos trabalhos laboratoriais com peso de 0.25.

A nota final é a média da nota de frequência e do exame escrito. O arredondamento é feito para a nota de frequência.

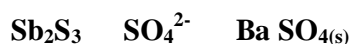
O estudante será dispensado do exame se a nota de frequência for igual ou superior a 14 valores, com todas as provas de avaliação positivas.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

1. ALEXEEV, V. (1983): Análise Quantitativa ó Tradução de Pinheiro e Melo, A., Editora Lopes da Silva, 3ª edição, Porto 574 pp.
2. KIN, F. D. (2005). Química Analítica para o Curso de Geologia. Depto. de Química, Faculdade de Ciências - Universidade Eduardo Mondlane, 94 págs.
3. SKOOG, D. A., D. M., HOLLER, F. J. e CROUCH. S. R., (1981); Fundamentals of Analytical Chemistry, W. B. Saunders Company, New York, 5ª edição, 894 pp.
4. KIN, F. D. (2005). Manual de estatística aplicada à Química Analítica, Depto. de Química, Fac. De Ciências, UEM.
5. MILLER, J. C. e MILLER, J. N. (1993): Statistics for Analytical Chemistry, 3rd Edition, Ellis Horwood PTR Prentice Hall, London.

ANEXO II**Teste No. 1. Disciplina Química Analítica. Curso Licenciatura em Geologia.****Ano 2011.****I. Perguntas sobre o tema da análise Gravimétrico.**

2.- Antimonita é um mineiro que tem ou Sb_2S_3 como componente principal. Para analisar a antimonita (Sb_2S_3) pesou-se uma porção de 0,1872g da amostra do mineiro. Depois do tratamento adequado todo o enxofre foi transformado em SO_4^{2-} , que determinou-se como BaSO_4 , cujo peso foi de 0,3243g. Calcular a percentagem de Sb_2S_3 na amostra de antimonita analisada. (4 Valores)



$$M(\text{Sb}_2\text{S}_3) = 339.9 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{BaSO}_4) = 233.4 \text{ g.mol}^{-1}$$

3.- As análises das águas naturais podem ser de inteires em estudos geológicos. O cálcio em 200 mL de amostra de água natural foi determinado pela precipitação do catião como CaC_2O_4 . O precipitado foi filtrado, lavado e calcinado em cadinho com massa de 26,600g. A massa do cadinho, mais o precipitado calcinado foi de 26,7130g. Calcule mg.L^{-1} (ppm) de cálcio na amostra de água. (3 Valores)



$$M(\text{CaO}) = 56,08 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{Ca}) = 40.08 \text{ g.mol}^{-1}$$

4.- Uma amostra de solo contém 2,60% de humidade e 19,88% de Al_2O_3 na forma como ela foi enviada para análise. Qual deve ser a percentagem de Al_2O_3 após secagem da amostra? (2 Valores)

II. Correção do teste sobre o tema acima citado.Pergunta 2 (4 valores)

$$m_{\text{amostra}} = 0.1872 \text{ g}$$

$$M_{(\text{Sb}_2\text{S}_3)} = 339.9 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$m_{\text{amostra}} = 0.3243 \text{ g}$$

$$M_{(\text{BaSO}_4)} = 233.4 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\% \text{ Sb}_2\text{S}_3 = ?$$

$$x = \frac{0.1872 \text{ (Sb}_2\text{S}_3)}{0.3243 \text{ (BaSO}_4)}$$

$$x = \frac{0.1872 \text{ (Sb}_2\text{S}_3)}{3 \times 0.3243 \text{ (BaSO}_4)}$$

$$x = \frac{339.9}{3 \times 233.4}$$

$$x = 0.4854$$

$$0.1872 \text{ (Sb}_2\text{S}_3) = 0.1872 \text{ (Sb}_2\text{S}_3) \times x$$

$$0.1872 \text{ (Sb}_2\text{S}_3) = 0.3243 \times 0.4854$$

$$0.1872 \text{ (Sb}_2\text{S}_3) = 0.1574 \text{ (Sb}_2\text{S}_3)$$

$$\% \text{Sb}_2\text{S}_3 = \frac{0.3243}{0.1872} \times 100\% \quad \% \text{Sb}_2\text{S}_3 = \frac{0.3243 \times 0.4854}{0.1872} \times 100\% \quad \% \text{Sb}_2\text{S}_3 = 84.09\%$$

Resp. A percentagem de Sb_2S_3 na amostra analisada é de 84.09.

Pergunta 3 (3 valores)

$$V_{\text{amostra}} = 200 \text{ mL} = 0.2 \text{ L}$$

$$m_{\text{cadinho vazio}} = 26.6000 \text{ g}$$

$$m_{\text{cadinho+precipitado calcinado}} = 26.7130 \text{ g}$$

$$m_{\text{ponderal}} = 0.1130 \text{ g}$$

$$m_{\text{ponderal}} = m_{\text{cadinho+precipitado calcinado}} - m_{\text{cadinho vazio}}$$

$$m_{\text{ponderal}} = 26.7130 - 26.6000$$

$$f = \frac{m_{\text{ponderal}}}{m_{\text{cadinho+precipitado calcinado}}}$$

$$f = \frac{0.1130}{26.7130}$$

$$f = 0.7147$$

$$m_{\text{Ca}} = m_{\text{precipitado}} \times f$$

$$m_{\text{Ca}} = 0.1130 \times 0.7147$$

$$m_{\text{Ca}} = 0.0808 \text{ g} = 80.8 \text{ mg}$$

$$[\text{Ca}] = \frac{m_{\text{Ca}}}{V_{\text{amostra}}} [\text{Ca}] = \frac{80.8}{0.2} [\text{Ca}] = 404 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = 404 \text{ ppm}$$

Resp. A amostra de água tem $404 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de Ca (404 ppm de Ca).

Pergunta 4 (2 valores)

$$\text{Amostra} = \begin{cases} 2.60\% \text{ de humidade} \\ 19.88\% \text{ de Alumínio} \end{cases}$$

$$\% \text{Al}_2\text{O}_3 = \% \text{Al} \times \frac{100}{100 - \% \text{H}_2\text{O}}$$

$$\% \text{Al}_2\text{O}_3 = 19.88 \times \frac{100}{100 - 2.60}$$

$$\% \text{Al}_2\text{O}_3 = 19.88 \times \frac{100}{97.40}$$

$$\% \text{Al}_2\text{O}_3 = 20.41$$

Resp. A percentagem de alumínio após a secagem é de 20.41.

ANEXO III**Tabela de resultados de análise do teste**

Tipo de erros cometidos pelos estudantes na realização do teste do 1º semestre, 1º ano turma de Geologia

No	Tipo de erros	No	pergunta 2	pergunta 3	pergunta 4	Total
1	Troca de valores na substituição na fórmula	A	13	2	10	25
2	Não substituiu o coeficiente no cálculo	B	6			6
3	Uso de operação errada no cálculo (2- multiplicar em vez de subtrair), (3-no cálculo da massa procurada)	C	3	2		5
4	Erro de cálculo	D	7	11	7	25
5	Omissão do factor 100% no cálculo da percentagem	E	3			3
6	Substituição errada do coeficiente b	F	5			5
8	Cifra significativa	G	8	21	23	52
9	Uso de valor errado no cálculo	H	3	7	2	12
10	Erro de arredondamento	I	6	11		17
11	Omissão de FG no cálculo da % na pergunta (2) e da massa procurada na pergunta (3)	J	1	18		19
12	Não resolveu todo o exercício	K	1	6		7
13	Omissão da massa da amostra no cálculo da percentagem	L	2			2
14	Indicação de unidades erradas	M	1	6	1	8
15	Fórmula errada para o cálculo da percentagem	N	1	6	12	19
16	Não redução de unidades	O		5		5
17	Não indicação de unidades	P		5		5
18	Não resolveu o exercício	Q		2	3	5
19	Soma		60	102	58	220

ANEXO IV

Guião utilizado nas experiências laboratoriais com volumes reduzidos

Curso de Licenciatura em Geologia.

Disciplina: Química Analítica.

Semestre: 2. Ano: 1o.

Trabalho laboratorial No.2.

Volumetria ácido ó base

- Preparação de soluções padrão de ácido oxálico e de hidróxido de sódio.
- Titulação de ácido forte com base forte
- Titulação de ácido fraco com base forte

I- INTRODUÇÃO.

Neste trabalho determina-se a concentração de um ácido forte (HCl) e de um ácido fraco (CH₃COOH) por titulação com a mesma base (NaOH). A aferição desta última é feita usando como padrão primário H₂C₂O₄.2H₂O.

A análise das curvas de titulação obtidas, teórica ou experimental, põe em evidência o diferente comportamento dos dois tipos de ácido face à adição do titulante.

Através do cálculo e da comparação dos erros de titulação derivados do uso de indicadores com zonas de viragem distintas (fenolftaleína e alaranjado de metilo) pode-se escolher o indicador mais conveniente.

II- EXECUÇÃO PRÁTICA

Reagentes e soluções necessárias

H₂C₂O₄.2H₂O

NaOH.

Soluções 0,05N de HCl e CH₃COOH

Solução indicadores fenolftaleína e alaranjado de metilo.

A- A preparação de uma solução de NaOH 0,05N

7. Pesar cerca de 1g de NaOH num vidro de relógio.
8. Deitar o NaOH para um copo de 100 ml adicionando 50 ml de água destilada.
9. Agitar com uma vareta de vidro ate dissolução completa, tapar o copo com vidro de relógio e deitar arrefecer ate temperatura ambiente.
10. Guardar a solução num frasco de polietileno.
11. Transferir 25 ml da solução anterior para um balão volumétrico de 250ml.
12. Adicionar água destilada, agitar bem, completar ao volume e homogeneizar a solução.

B- Preparação do padrão primário.

Calcular a quantidade necessária de H₂C₂O₄.2H₂O (1,26 g) para preparar 100 mL de solução 0,05N.

Pesar num copo de 100 mL a massa calculado do padrão primário.

Dissolver e transferir quantitativamente a solução anterior para um balão de 100ml.

Adicionar água destilada, perfazer o volume e agitar para homogeneizar a solução.

C- Aferição da solução de NaOH

Preparar uma bureta de 25 ml com a solução de NaOH.

Pipetar 10 ml da solução de ácido oxálico para um erlenmeyer.

Juntar 20 ml de água e 3 gotas de fenolftaleína.

Proceder à titulação até aparecer a cor rosa permanente.

Repetir 2 vezes (os valores obtidos não devem diferir entre si mais de 0,1 ml)

D- Titulação de uma solução de HCl com a solução NaOH

Preparar uma bureta de 25 ml com a solução de NaOH.

Pipetar 20 ml de solução de HCl para um erlenmeyer, adicionar 3 gotas de fenolftaleína.

Titular até aparecer cor rosa permanente.

Repetir até obter 3 valores concordantes.

Fazer novamente a titulação mas usando como indicador o alaranjado de metilo.

E- Titulação de uma solução de CH₃COOH com a solução NaOH

Preparar uma bureta de 25 ml com a solução de NaOH.

Pipetar 20 ml de solução de CH₃COOH para um erlenmeyer, adicionar 3 gotas de fenolftaleína.

Titular até aparecer cor rosa permanente.

Repetir até obter 3 valores concordantes.

Fazer novamente a titulação mas usando como indicador o alaranjado de metilo.

Bibliografia

KIN, F. D. (1996). Química Analítica II. Ficha de Trabalhos Laboratoriais. Universidade Eduardo Mondlane-Departamento de Química. Maputo.

ALEXEEV, V. (1983): Análise Quantitativa ó Tradução de Pinheiro e Melo, A., Editora Lopes da Silva, 3ª edição, Porto 574 pp.

ANEXO V

Resultados das experiências laboratorias utilizando volumes reduzidos

a) Titulação das soluções 0,1N.

Solução de ácido oxálico 0,1N para titular NaOH aprox. 0,1N.

Volume de ácido oxálico 10 ml

Volume gasto de NaOH 10,70 e 10,80 ml

b) Titulação das soluções de ácido clorídrico e de ácido acético 0,1N com NaOH aprox 0,1N

V solução de ácido clorídrico 10 ml

V gasto da solução NaOH 9,30 e 9,40 ml usando **fenolftaleína**.

V gasto V gasto da solução NaOH 9,20 e 9,10 ml usando **metil laranja**.

V solução de ácido acético 10 ml

V gasto da solução NaOH 11,00, 10,90 e 10,90 ml usando **fenolftaleína**.

V gasto V gasto da solução NaOH 8,30, 8,40 e 8,30 ml usando **metil laranja**.

c) Titulação das soluções 0,05N.

Solução de ácido oxálico 0,05N para titular NaOH aprox. 0,05N.

Volume de ácido oxálico 10 ml

Volume gasto de NaOH 10,60 e 10,70 ml

d) Titulação das soluções de ácido clorídrico e de ácido acético 0,05N com NaOH aprox 0,05N

V solução de ácido clorídrico 10 ml

V gasto da solução NaOH 9,20 9,30 e 9,40 ml usando **fenolftaleína**.

V gasto V gasto da solução NaOH 9,10 , 9,00 e 9,10 ml usando **metil laranja**.

V solução de ácido acético 10 ml

V gasto da solução NaOH 10,80, 10,60 e 10,60 ml usando **fenolftaleína**.

V gasto V gasto da solução NaOH 8,20 8,10 e 8,00 ml usando **metil laranja**.