

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA-UNIFOR
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
RAFAEL AUGUSTO SILVA PINTO

DETERMINAÇÃO DE COBALTO EM MANGANOCRETE
UTILIZANDO SISTEMA TERNARIO DE SOLVENTES E
ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

FORMIGA - MG

2017

RAFAEL AUGUSTO SILVA PINTO

**DETERMINAÇÃO DE COBALTO EM MANGANOCRETE
UTILIZANDO SISTEMA TERNARIO DE SOLVENTES E
ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária da UNIFOR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Alex Magalhães De Almeida

FORMIGA – MG

2017

Rafael Augusto Silva Pinto

DETERMINAÇÃO DE COBALTO EM MANGANOCRETE
UTILIZANDO SISTEMA TERNARIO DE SOLVENTES E
ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária da UNIFOR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Alex Magalhães De Almeida

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alex Magalhães de Almeida

Prof. Anísio Cláudio Rios Fonseca

Prof^a. Ma. Tânia Aparecida Oliveira Fonseca

Formiga 21 de novembro de 2017

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus que me deu forças todos os dias para que eu pude concluir esta etapa de minha vida. Agradeço a minha mãe Andréa Mara Silva Pinto e meu pai Jorge Luiz Pinto Jr. que me apoiaram nas horas mais difíceis. Agradeço ao meu irmão Leonardo Augusto Silva Pinto por sempre estar ao meu lado, guiando e ajudando nas horas mais precisas, também à minha amada Thaíza Gabriela Silva, com seu apoio e companheirismo nesta caminhada. Em especial a uma pessoa que foi mais que um professor nesta etapa de minha vida, Prof. Dr. Alex Magalhães de Almeida, pois que, com sua orientação e amizade pude saber o melhor caminho a ser trilhado, também a todos meus amigos que acreditaram em mim e me ajudaram nas horas difíceis.

RESUMO

O cobalto é um elemento de transição na classificação periódica e apresenta dureza acentuada, porém é muito quebradiço, possui tonalidade cinza-aço assemelhando-se ao ferro, apresentando propriedades discretamente magnéticas. Ocorre em diferentes minerais como a cobaltita, sulfoarseniato de cobalto (CoAsS) e, mais frequentemente, está associado a minérios de níquel, ferro, prata, chumbo e cobre. Sua presença é detectada também em meteoritos. É utilizado como componente ativo em formulações de secantes para pintura em óleo sobre tela, no refino de petróleo e outros processos químicos, é componente da liga de AlNiCo que é utilizado na fabricação de artefatos magnéticos. Dada a importância do elemento desenvolveu-se um procedimento determinativo com uso do sistema ternário de solventes constituído por água-etanol- cloreto de metileno, o reagente cromogênico 1, 2-piridilazonaftol e espectrofotometria UV-VIS. Para avaliar a eficiência do método, realizou-se a determinação do elemento em rochas, sendo uma delas com valor certificado por difração de raio X. Os resultados obtidos corroboram para a que o método seja aplicado na análise quantitativa de cobalto em amostras de rochas.

Palavras-chave: manganocrete, reagente complexante, sistema fase única.

ABSTRACT

Cobalt is a transitional element in the periodic classification and has a marked hardness, but it is very brittle, it has gray-steel tonality resembling iron, presenting discretely magnetic properties. It occurs in different minerals such as cobalt, cobalt sulfoarsenieto (CoAsS) and is most often associated with nickel, iron, silver, lead and copper ores. Its presence is also detected in meteorites. It is used as an active component in drying formulations for oil paint on canvas, in petroleum refining and other chemical processes, it is a component of AlNiCo alloy that is used in the manufacture of magnetic artifacts. Due to the importance of the element, a determinative procedure was developed using the ternary system of solvents consisting of water-ethanol- methylene chloride, the chromogenic reagent 1, 2-pyridylazonaphthol and UV-VIS spectrophotometry. To evaluate the efficiency of the method, the determination of the element in rocks was carried out, one of them being certified by X-ray diffraction. The results obtained corroborate that the method is applied in the quantitative analysis of cobalt in rock samples.

Keywords: Homogeneous ternary solvent system, manganocrete, PAN.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de Roozeboom	17
Figura 2 – Amostras de rocha manganocrete	21
Figura 3 – Moinho de bola de bancada	21
Figura 4 – Amostras pulverizadas	22
Figura 5 – Estudo do pH da fase aquosa	23
Figura 6 – Curva de calibração utilizadas na determinação de Co	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Ligas de cobalto, composição e utilização industrial	14
Tabela 2 - Percentual de cobalto encontrados em amostras de rochas	25
Tabela 3 - Determinação de Cobalto em diferentes complexantes.	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Valores da curva de calibração

25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 Objetivo.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3 Revisão bibliográfica.....	12
3.1 Carste mineiro	12
3.1.1 Manganocrete	13
3.2 Cobalto	14
3.3 Toxicologia.....	15
3.3.1 para o ser humano	15
3.3.2 Para o meio ambiente.....	17
3.4 Sistema ternário de solventes.....	17
3.5 Espectrofotometria UV-VIS	18
4 METODOLOGIA.....	19
4.1 Mateiras empregados	19
4.1.2 Aparelhos utilizados	19
4.1.3 Vidrarias e matérias diversos	19
4.1.4 Soluções e reagentes	20
4.2 Preparo do complexante.....	20
4.4 Preparo para determinar a manganocrete.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
5.1 Sistema ternário e composição dos solventes;.....	22
5.2 Estudo de pH.....	22
5.3 Construção da curva de calibração	23
5.4 Amostras de manganocrete	24
Fonte:	25
6 CONCLUSÃO	26
7 REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O cobalto (Co) é um elemento de transição pertencente coluna 9 semelhante ao ferro, possui número atômico 27 e massa atômica 58,93. É dúctil, mas apenas moderadamente maleável, sendo um dos três únicos que ocorrem naturalmente a metais magnéticos, os outros dois são ferro e níquel. O Cobalto é um elemento moderadamente reativo, ele reage com a maioria dos ácidos para produzir hidrogênio na forma de gás e não reagindo com a água à temperatura ambiente (Russel, J. B.). O nome do metal teve sua origem da mitologia germânica, que faz alusão a um duende com nome "kobalt", os mineiros acreditavam que o cobalto era um metal contaminante sem utilidade e figura do duende estar ligada a de seres malfazejos.

O cobalto tem um leque variados para sua utilização, sendo um componente ativo em formulações de secantes para pintura em óleo sobre tela, no refino de petróleo, assim como o ferro é usado para produção de ímã. O cobalto metálico é, por sua vez, utilizado em galvanoplastia, devido à sua aparência atraente, dureza e resistência a corrosão. Em condições medicinais, o cobalto quando é bombardeado por nêutrons obtém-se o isótopo ^{60}Co , onde é utilizado para tratamento do câncer.

O método de Espectroscopia UV-VIS, utilizado para a determinação do Cobalto, espectrofotometria é definida como toda técnica analítica que utiliza a luz para medir as concentrações das soluções, na interação da luz com a matéria. A luz de uma maneira geral é mais bem descrita como sendo uma radiação eletromagnética em virtude de sua natureza dualística.

Sendo realizado o estudo com a formação do sistema ternário de solventes e espectrofotometria UV-VIS.

2 Objetivo

2.1 Objetivo Geral

Determinação quantitativa de cobalto em rocha manganocrete, utilizando uma metodologia desenvolvida no laboratório da UNIFOR, com um método de baixo custo, método rápido de determinação e facilidade de utilização.

2.2 Objetivos Específicos

- Estudo de um sistema ternário homogêneo de solventes que possibilite seu uso em procedimentos de determinação;
- Estudar a formação do complexo PAN-Co no sistema de solventes;
- Elaborar um procedimento de determinação de cobalto;
- Realizar a determinação de cobalto em rochas.

3 Revisão bibliográfica

3.1 Carste mineiro

As áreas cársticas compreendem de 10 a 15% da superfície terrestre, sobretudo as desenvolvidas em rochas carbonáticas como o calcário e o dolomito. Essas regiões vêm sendo usadas desde os primórdios da humanidade como fontes de alimentos e abrigo, bem como foram locais para o estabelecimento dos primeiros assentamentos humanos por ofertar água potável e alimentos. Em muitos países do mundo é possível identificar populações que são abastecidas por mananciais cársticos e, em várias culturas, as cavernas ainda são utilizadas como locais para a prática de ritos religiosos (TRAVASSOS, 2007).

Para Travassos (2007; 2010) o estudo deste tipo de relevo começou com as observações dos antigos filósofos gregos e romanos, formalizadas cientificamente na região do Planalto de Kras, na Eslovênia. A sua origem deve ser compreendida

como a complexa consequência do fato de que o carbonato tende a ser dissolvido pelas águas, transformando a paisagem na superfície e no subsolo (KÖHLER, 1989; TRAVASSOS, 2010).

No carste existe uma diversidade de feições geomorfológicas. Isto ocorre, principalmente, em razão do intemperismo químico por meio de variações climáticas ao longo do tempo geológico. Por conta disso, as feições características (e.g.: poljes, uvalas, dolinas, humes, surgências, sumidouros, ressurgências, vales cegos e afloramentos rochosos) são condicionados por controles litológicos, estruturais, tectônicos e pelo grau de solubilidade da rocha (TRAVASSOS, 2007; 2010).

3.1.1 Manganocrete

Segundo Fonseca (2012) as manganocrete são de origem química / laterítica. Diferente de outros minerais que contêm em sua composição o manganês e sistemas cristalino definido, a manganocrete não apresenta ser um mineral isolado e sim uma mistura de minerais com a presença de cobalto em sua composição química, terminologia preconizada pela IUGS (International Union of Geological Sciences).

Manganocretes, com sua determinação mineralógica chamada de Manganíferas Botrioidais, onde as amostras do mineral apresentam sua estrutura botrioidal bem complexa, onde encontram a partir de precipitações de micropartículas (colóides), sendo partículas com diâmetro de 1nm a μL , que formam a superfície ondulada da amostra de mineral onde se parecem com cachos de uva.

Sendo possível encontrar no mineral alguns metais, onde em maior abundância encontrado o manganês, e em menores proporções juntamente com o manganês se obtêm o ferro, bário, silício, potássio e cobalto.

3.2 Cobalto

O Co é um metal branco-acinzentado com propriedades magnéticas similares ao ferro e ao níquel (BARCELOUX, 1999). Os principais estados de oxidação do Co são +2 e +3, mas, na maioria dos compostos de Co disponíveis, seu estado de valência é +2 (Comission of European Communities Industrial Health and Safety, 1987).

O Co é um elemento relativamente raro. Ocorre na crosta terrestre na faixa de 0,001 - 0,002%, onde é encontrado na forma de minérios tais como a cobaltita (CoS_2), linneita (Co_3S_4), esmaltita (CoAs_2) e eritrita ($3\text{CoO} \cdot \text{As}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) (Merck Index, 1996).

A principal utilização industrial do Co é na produção de ligas metálicas, nas quais a exposição ocorre durante o processo de moagem do minério, mistura do pó com os outros componentes, sinterização e posterior usinagem do aço na produção de ferramentas e peças para maquinários, tais como brocas e discos para polimento (Wehner et al., 1977; Scansetti et al., 1998). Um terço do Co é utilizado na produção de outras formas químicas, como catalisadores e pigmentos (Goyer, Cherian, 1995).

O Co também é utilizado como ^{60}Co na cobaltoterapia para substituir o rádio no tratamento de alguns tipos de câncer. Na terapêutica, tem sua utilidade para tratamento da intoxicação por cianeto como CoEDTA (Comission of European Communities Industrial Health and Safety, 1987).

3.2.1 Produção mundial de cobalto

Aproximadamente 60% da produção mundial de Co vem das minas do Zaire e, em menor extensão, do Zâmbia, Canadá e dos Estados Unidos. O Co é produzido principalmente como subproduto da mineração de Cu e Ni, que usualmente contêm Co em proporção menor que 1%. As ligas de Co apresentam alto ponto de fusão, dureza e resistência à oxidação (IARC, 1991). Estas propriedades dependem da composição da liga (Tabela 1).

Tabela 1: Ligas de cobalto, composição e utilização industrial (IARC, 1991).

Tipo de liga	Composição	Utilização
Superligas resistentes à corrosão	cobalto, cromo, níquel, tungstênio, tântalo, alumínio, titânio e zircônio	lâminas de corte
ligas magnéticas	cobalto, níquel, alumínio, cobre e titânio	indústria eletroeletrônica
aços de alta resistência	cromo e cobalto (25-65%)	peças de equipamentos que necessitam de aço altamente resistente ao calor, tais como turbinas de aviões
aços com propriedades especiais	cromo, níquel, molibdênio e 65% de cobalto	implantes cirúrgicos
aço "metal duro" produzido por processo de "sinterização"*	pó de cobalto, ligante na produção de ligas com o carvão de tungstênio e/ou titânio, tântalo, nióbio e molibdênio	lâminas de corte, brocas e discos para polimento de diamantes

*Sinterização: é um processo de preparação de ligas metálicas, no qual a mistura de seus componentes é prensada e submetida a temperatura abaixo do seu ponto de fusão.

Fonte: IARC, 1991.

3.3 Toxicologia

Embora historicamente a toxicologia dos metais se refira a efeitos agudos, atualmente este tipo de efeito é relativamente raro, devido aos conhecimentos de toxicidade que vão se renovando e aos critérios de prevenção adotados em saúde ocupacional (SALGADO, 1996).

3.3.1 para o ser humano

De acordo com a atividade desenvolvida por um determinado trabalhador, a exposição ocupacional pode ser ao pó do metal puro e/ou a poeiras contendo óxidos ou sais de Co. Considerando as principais vias de exposição ocupacional, será abordado neste trabalho o efeito tóxico no trato respiratório, pele, sistema cardíaco e glândula tireóide, conforme explicado por SALGADO, 1996.

3.3.1.1 Trato Respiratório

De acordo com os relatos de Tolot et al. (1970) e Kusaka et al. (2001), diferentes tipos de reações podem afetar tanto o trato respiratório superior como também a árvore brônquica e o parênquima pulmonar. O efeito no trato respiratório

superior ocorre ou como resultado de ação irritativa de partículas contendo Co, ou por intermédio de reação mediada imunologicamente. Em trabalhadores expostos, pode-se observar inflamação da nasofaringe ou rinite alérgica. Em alguns trabalhadores foi observado asma ocupacional devido à exposição a poeiras de metal duro, efeito decorrente da sensibilidade ao Co (SHIRAKAWA ET AL., 1988; WILK-RIVARD, SZEINUK, 2001).

3.3.1.2 Pele

Em uma indústria com atividade de manufatura de carbonetos, cujos materiais utilizados incluíam Co metálico, observou-se aumento progressivo dos casos de dermatite, sugerindo que o Co pode provocar eczema e urticária (SCHWARTZ ET AL., 1945). Reações dérmicas também já foram observadas em trabalhadores que produziam sais e óxidos de Co (SWENNEN ET AL., 1993).

3.3.1.3 Sistema Cardíaco e Glândula Tireóide

Exposições ao Co por via oral e pulmonar podem produzir lesões no miocárdio. Estudos a respeito destes efeitos foram realizados após surtos endêmicos de cardiomiopatia degenerativa fatal observada em consumidores habituais de cerveja, após a introdução de cloreto e/ ou sulfato de Co como estabilizadores de espuma na cerveja de alguns países (ELINDER, FRIBERG 1986). Casos distintos de miocardiopatia foram associados à exposição industrial:

- Uma pessoa veio a óbito por um choque cardíaco durante um processo cirúrgico, onde o mesmo trabalhava em atividade que envolvia manipulação de pó de Co em forma metálica (KENNEDY, KING, DORNAN, 1981).
- Através de um estudo microscópico do tecido do miocárdio de um indivíduo que estava exposto ao pó de Co metálico por 4 anos acabou revelando semelhança àquele efetuado entre os consumidores de cerveja. Estes apresentaram cardiomiopatia fatal, após consumo de cerveja com sulfato de cobalto (BARBORIK, DUSEK, 1972).

- **3.3.2 Para o meio ambiente**

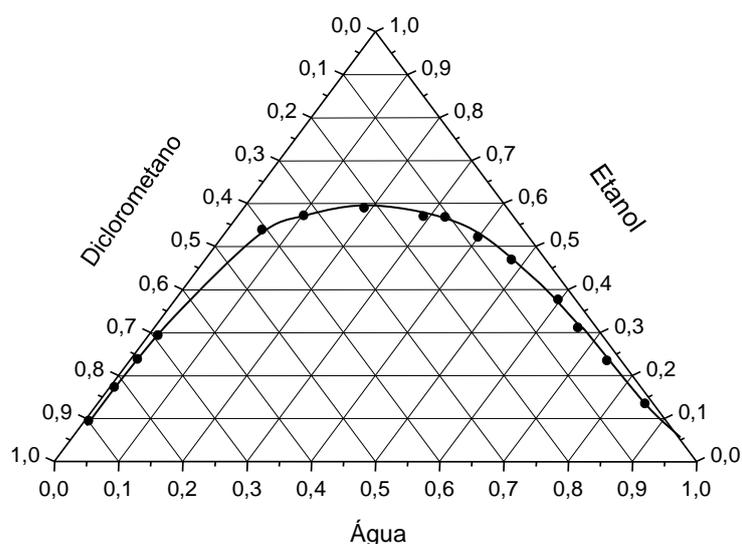
O cobalto é altamente concentrado em rochas máficas, principalmente se comparado a sua concentração em rochas ácidas, estando fortemente associado ao ferro em processos geoquímicos (KABATA-PENDIAS; MUKHERJEE, 2007).

Embora o cobalto seja um elemento essencial aos animais (principalmente para a formação da vitamina B12), sua administração em excesso se torna tóxica, podendo causar inúmeros problemas de saúde (BARCELOUX, 1999).

3.4 Sistema ternário de solventes

Os diagramas de fase são modelos de representação gráficas com o intuito de permitir visualizar transformações físicas e/ou químicas de um sistema, ou alterações de propriedades de componentes de uma mistura. Quando se tem dois líquidos não miscíveis juntos em determinada proporção e é necessário um terceiro líquido para obter uma mistura homogênea temos um sistema ternário de solventes. Para se determinar o sistema ternário de solventes é necessário utilizar o diagrama de Roozeboom (Figura 1) (ATKINS, 1991; MOORE, 1959).

Figura1 – Diagrama de Roozeboom



Fonte: ALMEIDA, 2003.

Para se obter com facilidade o entendimento da composição de solventes, potencialidades e em suas aplicações (ALMEIDA, 2003). Para se entender o diagrama, deve-se conhecer os pontos que estão localizados na curva tracejada (binodal), os pontos acima da curva compõem de uma mistura homogênea dos solventes, e os pontos localizados abaixo da curva representam as duas fases para os solventes (mistura heterogênea). Os pontos que estão localizados exatamente sobre a curva binodal apresentam uma característica de uma solução turva, indicando visualmente o limite entre fase homogênea e as fases separadas denominado “ponto de opalescência”.

3.5 Espectrofotometria UV-VIS

A Espectrofotometria UV-VIS, é uma das técnicas analíticas mais empregadas hoje em dia, apresentando diversas características significantivas como: baixo custo de operação, método robusto, facilidade em utilização e grande número de aplicações na área analítica. Os procedimentos por UV-VIS utilizam medidas diretas de absorção de radiação que são medidas após derivação química e podendo ter um acoplamento a diversas técnicas ou processos, como cromatografia, eletroforese e análises em fluxo. (ROCHA, TEIXEIRA, 2004)

Os resultados das análises de espectrofotometria na região UV-VIS em geral parte são representações gráficas de absorvância contra o comprimento de onda (medida em nanômetros). O comprimento de onda correspondente ao máximo de absorbância (ou o mínimo de transmitância) tem-se a leitura no gráfico sendo utilizado como componente de suma importância para construção da curva de calibração. Esse ponto é escolhido por duas razões: (1) observando a distância entre a amostra contendo água o que seria o ponto 0 e o contendo o metal para analisar a diferença entre as curvas, isto é, a sensibilidade para o estudo de concentração, (2) como ele é um ponto de inflexão, as variações de absorbância são praticamente desprezíveis em uma pequena faixa de comprimento de onda. (MENDHAM; DENNEY; BARNES; TROMAS, 2002).

4 METODOLOGIA

4.1 Mateiras empregados

Os reagentes empregados nesse trabalho apresentam grau analítico superior.

4.1.2 Aparelhos utilizados

- Balança analítica de precisão (0,0001 g) modelo BEL ENGINEERING;
- Espectrofotômetro QUIMIS de feixe simples;
- Pipetadores automáticos da marca LABTEX com as seguintes características: volumes variáveis entre 50 μ a 1000 μ ;
- Moinho de bola de bancada.

4.1.3 Vidrarias e matérias diversos

- Balões volumétricos de 50, 100 e 1000mL;
- Béqueres de 50, 100 e 250mL;
- Provera de 50 e 100 mL;
- Funil de separação de 250 mL;
- Funil de vidro;
- Peras de sucção;
- Pipetas volumétricas de 5,0 mL;
- Ponteiras descartáveis;
- Vidro de relógio;
- Cubetas de quartzo com caminho óptico de 1,0 cm;
- Placa aquecedora com agitador magnético;
- Filtro de papel fino (filtragem lenta);

4.1.4 Soluções e reagentes

- Solução padrão Cobalto 1000mg/L;
- Cloreto de Metileno (Diclorometano);
- Ácido clorídrico (HCl) P.A;
- Etanol P.A;
- Água deionizada;
- Complexante (PAN).

4.2 Preparo do complexante

Pesou-se um grama do reagente 1,2-piridilazonaftol em balança analítica e solubilizou em diclorometano utilizando um balão de 100 ml. Em seguida completou até o menisco com água deionizada.

4.4 Preparo para determinar a manganocrete

As amostras de rocha manganocrete (Figura 2) foram coletadas no entroncamento das BR 354 com a BR 362, município de Córrego D'Anta-MG, Brasil nas coordenadas 19°44'39.80"S 46°2'20.33"O, com equipamentos adequados, como: Martelo geológico East Wing, Sacos plásticos para amostras, GPS e EPI's.

Figura 2 – Amostras de rocha manganocrete.



Fonte: Autor da Pesquisa, 2015.

No laboratório as amostras foram trituradas no Moinho de bola de bancada (Figura 3), com as amostras já pulverizadas e separadas de acordo com o seu tamanho (Figura 4) pesou-se em triplicata um grama da parte pulverizada da amostra em uma balança de precisão, junto a capela de exaustão realizou o ataque ácido com Ácido Clorídrico (HCl) junto à placa aquecedora com agitador magnético para evidenciar a presença dos metais contidos na rocha, em seguida ao ataque ácido a amostra foi submetida a uma filtragem com papel filtro de filtragem lenta e por fim solubilizado em um balão de 100mL com água deionizada.

Figura 3: Moinho de bola de bancada.



Fonte: Autor da Pesquisa (2016).

Figura 4: Amostras Pulverizadas.



Fonte: Autor da Pesquisa. (2015).

Utilizando um sistema fase única composto de 2 mL da solução contendo a amostra, 10 mL do PAN solubilizado em diclorometano e 10 mL de etanol P.A. Com isso pôde-se fazer as leituras no espectrofotômetro UV-VIS, as leituras foram feitas no comprimento mais adequado sendo ele de 570nm.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Sistema ternário e composição dos solventes;

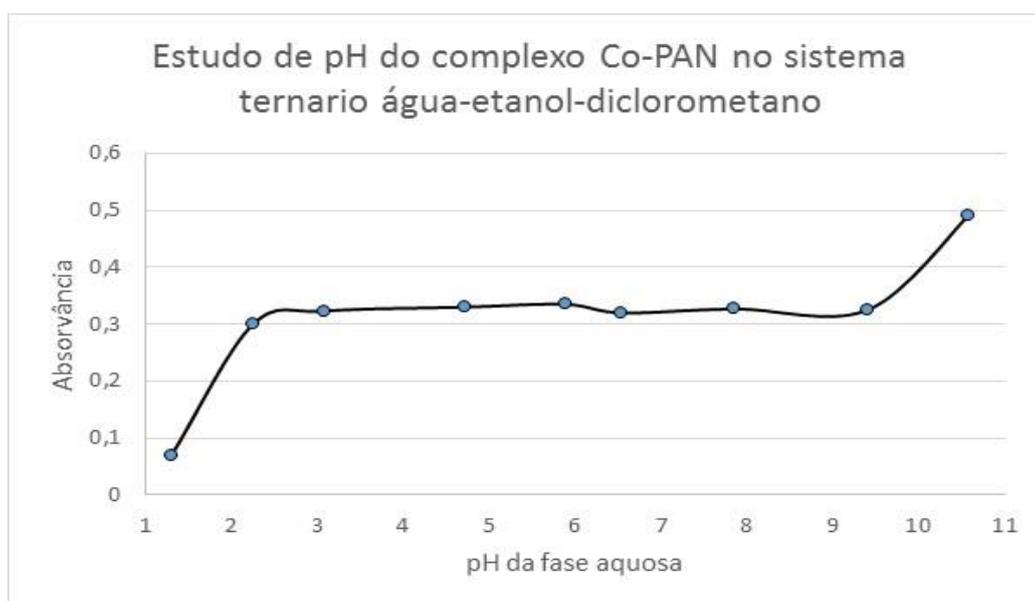
O sistema homogêneo de solventes é composto por água (contendo a amostra e o analito), diclorometano (contendo o reagente complexante PAN) e Etanol (promove a interação das fases heterogêneas em homogêneas)

5.2 Estudo de pH

Na sequência verificou-se a interferência que o sinal analítico sofre em função do pH da fase aquosa (Figura 5), exibindo os resultados do estudo realizado com soluções aquosas em diferentes valores de pH, juntamente com o metal, procedendo a formação do complexo no sistema ternário e leitura no sistema analítico a 570nm.

Nota-se que entre os pH 2 e 8 não ocorre mudança no sinal.

Figura 5: Resultados obtidos para o estudo de pH da fase aquosa.



Fonte: Autor da Pesquisa. 2015.

Apresentando um valor estável quanto ao sinal analítico no comprimento de onda característico em função do tempo, comprovando que as medições futuras não sofreriam alterações ao decorrer do tempo.

5.3 Construção da curva de calibração

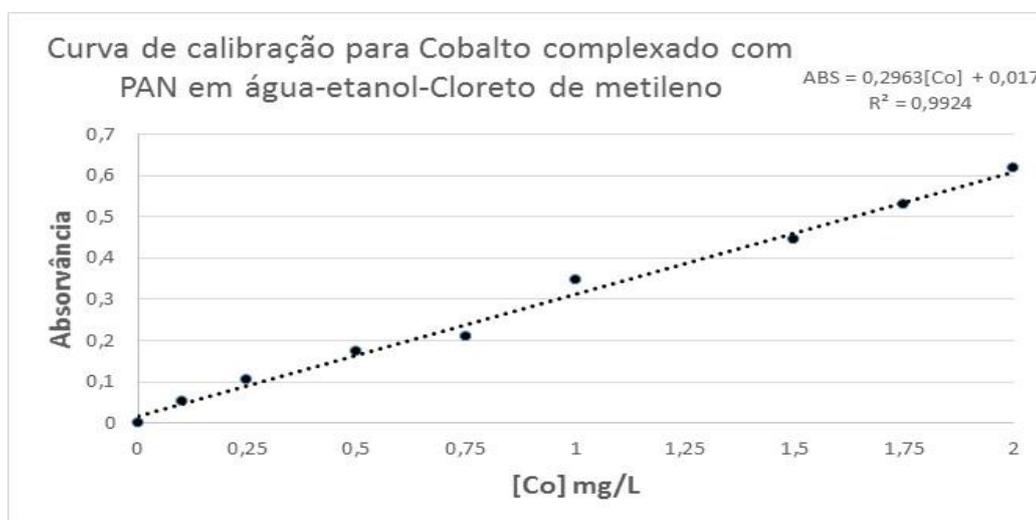
Em seguida, ao comprovar que o valor de pH da fase aquosa não afetaria os valores do sinal analítico encontrado na amostra, de posse das melhores condições, confeccionou-se a curva de calibração com os valores apresentados na Quadro 1 que apresentou as características descritas a seguir na Figura 6.

Quadro 1 – Valores da curva de calibração

[Co] mg/L	ABS
0	0
0,1	0,042
0,25	0,114
0,5	0,207
1	0,405
1,5	0,580
1,75	0,748
2,0	0,900

Fonte: Autor da Pesquisa. 2015

Figura 6 :Curva de calibração utilizada nas determinações de Co.



Fonte: Autor da Pesquisa, 2015.

Apresentando valores satisfatórios de $R^2= 0,9924$. Esta curva foi utilizada como referência para as determinações futuras do presente trabalho.

5.4 Amostras de manganocrete

As amostras de manganocrete, depois de passar por todo procedimento de abertura de amostras, como moinho de bolas, as peneiras magnéticas, a pesagem da amostra de rocha triturada até a submissão ao ataque ácido. Onde realizou nas condições estipuladas a curva de calibração, com os valores de Co em mg/L para obter a construção da curva e posteriormente a determinação do cobalto nas amostras de rochas, onde obteve os resultados que estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Percentual de cobalto encontrados em amostras de rochas.

Amostras de rochas	% Cobalto (método UV-VIS)	% Cobalto (Raio X)
Canga Ferrífera	0,37	-
Silex	0,02	-
Pirolusita	1,85	-
Galena	0,04	-
Manganocrete	2,34	2,54

Fonte: Autor da Pesquisa, 2015

A rocha do tipo manganocrete possui valor comprovado por difração de raio X disponibilizado por Fonseca, e o resultado encontrado pelo método UV-VIS desenvolvido é equivalente, sendo então, de maior disponibilidade em termos de equipamento que o de difração de raio X.

A espectrometria de absorção atômica com forno tubular na chama e aerossol térmico (TS-FF-AAS) é capaz de aumentar significativamente o poder de detecção da espectrofotometria de absorção atômica com chama (FAAS) devido à maior eficiência nos processos de introdução da amostra e atomização.

No trabalho avaliou os valores avaliados de cinco complexantes e seus efeitos sobre a determinação de Co em alimentos pelo TS-FF-AAS, mostrado na tabela 3.

Tabela 3: Determinação de Cobalto em diferentes complexantes.

Complexante	% Cobalto (TS-FF-AAS)
Acetilacetona	0
PAN	2,262
DDCT	1,850
APDC	2,444

Fonte: Donati, G. L, 2006.

Por fim, ao realizar a comparação com outro tipo de espectrofotometria, o resultado é equivalente e satisfatório, pois o método utilizado no foco do trabalho, é de menor custo, de rápida determinação e fácil manuseio. E pelo outro lado o método de TS-FF-AAS (Espectrofotômetro de Absorção Atômica com Forno Tubular na chama Aerossol) demanda um maior custo, maior experiência em laboratório para quantificação do mesmo, e um maior tempo para se determinar a proporção encontrada na amostra.

6 CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido apresentou resultados satisfatórios, pois são condizentes com os fornecidos pela difração de raio X e com outros tipos de espectrofotometria, e os valores encontrados permitem a avaliação do teor de cobalto em tipos diferentes de amostras de rochas, o que evidencia o fato da metodologia desenvolvida, poder ser aplicada na determinação de cobalto utilizando sistema ternário de solventes e espectrofotometria UV-VIS.

7 REFERÊNCIAS

KOHLER, H.C. **Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa**. 1989. 113p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

TRAVASSOS, L.E.P. **Caracterização do carste da região de Cordisburgo, Minas Gerais**. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Geografia – Tratamento da Informação Espacial) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TRAVASSOS, L.E.P.; TRAVASSOS L.P. A espeleologia como fator de motivação escolar. **O Carste**, v. 17, n. 2, 2005.

TRAVASSOS, L.E.P. A importância cultural do carste e das cavernas. 2010. 374f. **Tese** (Doutorado em Geografia – Tratamento da Informação Espacial) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FONSECA, A.C.R. **MORFOLOGIA E ANÁLISE DE ELEMENTOS MAIORES DAS FORMAÇÕES MANGANESÍFERAS BOTRIÓIDAI (MANGANOCRETES) DO SUBGRUPO PARAOPEBA, MUNICÍPIO DE CÓRREGO D'ANTA-MG. FORMIGA**, 2012.

BARCELOUX, D. G. **Cobalt**. **J. Toxicol. Clin. Toxicol.**, New York, v.37, p. 201-206, 1999.

COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES INDUSTRIAL HEALTH AND SAFETY. **Biological indicators for the assessment of human exposure to industrial chemicals: cobalt** s. n. t., 1987. p.51-61.

GOYER, A. R.; CHERIAN, G. M. **Toxicology of metals**. Heidelberg: Springer, 1995. p.358-360.

MERCK INDEX: **an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals**. 12.ed. Whitehouse Station: Merck, 1996. p.2488-2504.

WEHNER, A. P.; BUSCH, R. H.; OLSEN, R. J.; CRAIG, D. K. **Chronic inhalation of cobalt oxide and cigarette smoke by hamsters**. **Am. Ind. Hyg. Assoc. J.**, Chicago, v.38, p.338-346, 1977.

SCANSETTI, G.; MAINA, G.; BOTTA, GC.; BAMBACE, P.; SPINELLI, P. **Exposure to cobalt and nickel in the hard-metal production industry**, **Int. Arch. Occup. Environ. Health**, Berlin, v.71, p.60-63, 1998.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Chlorinated drinking water, chlorinated by products, some other halogenated compounds, cobalt and cobalt compounds**. Lyon, v.52, 1991.

SALGADO, P. E. T. **Toxicologia dos metais**. In: OGA, S. Fundamentos de toxicologia. São Paulo: Ateneu, 1996. cap 3.2, p.154.

TOLOT, F.; GIRARD, R.; DORTIT, G.; TABOURIN, G.; GALY, P.; BOURRET. J. **Manifestations pulmonaires des métaux durs. Troubles irritatifs (enquête et observations cliniques)**. Arch. Mal. Prof., Paris, v.31, p.453-470, 1970.

KUSAKA, y.; SATO, K.; SUGANUMA, N.; HOSODA, Y. **Metal-Induced lung disease: lessons from Japan's experience**, J. Occup. Health, Tokyo, v. 43, p. 1-23, 2001.

SHIRAKAWA, T.; KUSAKA, Y.; FUJIMURA, N.; GOTO, S.; MORIMOTO, K. **The existence of specific antibodies to cobalt in hard metal asthma**. Clin. Allergy, Oxford, v.18, p.451-460, 1988.

WILK-RIVARD, E.; SZEINUK, J. **Occupational asthma with paroxysmal atrial fibrillation in a diamond polisher**. Environ. Health Perspectives, Washington, v.109, p. 1303-1306, 2001.

SCHWARTZ, L.; PECK, S. M.; BLAIR, K. E.; MARKUSON, E. **Allergic dermatitis due to metallic cobalt**. J. Allergy, St. Louis, v.16, p.51-53, 1945. Apud: DELLA ROSA, H. V. **Exposição ao Co, riscos à saúde**. São Paulo: Sindicato das Indústrias de Produtos Químicos para fins Industriais e Petroquímicos no Estado de São Paulo, 1996. n.p. [Apostila].

SWENNEN, B.; BUCHET, J-P.; STĂNESCU, D.; LISON, D.; LAUWERYS, R. **Epidemiologic survey on workers exposed to cobalt oxides, cobalt salts and cobalt metal**. Br. J. Ind. Med., London, v.50, p.835-842, 1993.

ELINDER, C. G.; FRIBERG, I. Cobalt. In: **Handbook on the toxicology of metals 2.ed.** Amsterdam: Elsevier, 1986. cap.9, p.68-78. [VII: specific metals].

KENNEDY, A.; KING, R.; DORNAN, J. D. **Fatal myocardial disease associated with industrial exposure to cobalt**. Lancet, London, v.21, p.412-414, 1981.

BARBORIK, M.; DUSEK, J. Cardiomyopathy accompanying industrial cobalt exposure. Br. Heart J., London, v.34, p.113-116, 1972. Apud: DELLA ROSA, H. V. **Exposição ao Co, riscos à saúde**. São Paulo: Sindicato das Indústrias de Produtos Químicos para fins Industriais e Petroquímicos no Estado de São Paulo, 1996. n.p. [Apostila].

KABATA-PENDIAS, A.; MUKHERJEE, A. B. **Trace Elements from Soil to Human**. Berlin: Springer-Verlag, 2007. 550 p.

ATKINS, P. W. **Physical Chemistry**. Wilmington, Delaware: Addison-Wesley Iberoamericana, 1991.

MOORE, W. J. **Physical Chemistry**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1959.

ALMEIDA, A. M.; PIMENTA, N. A.; NASCIMENTO, K. S.; GONTIJO, L. C.; EIRAS, S. P. **Determinação do teor alcoólico em cachaças utilizando titulação e diagramas de fases: uma opção para trabalhar conteúdos de química.** Centro Universitário de Formiga – MG, 2014.

ALMEIDA, A. M. **Determinação voltamétrica de molibdênio(vi) utilizando um sistema ternário homogêneo de solventes.** 2003. Tese de Doutorado (Doutorado em Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ROCHA, F. R. P.; TEIXEIRA, L. S. G. **Estratégias para aumento de sensibilidade em espectrofotometria UV-VIS.** Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, Vol.27, no.5, 807 – 812, 2004.

MENDHAM, J.; DENNEY, R.C.; BARNES, J. D.; THOMAS, M. J. S. **Vogel –análise química quantitativa.** Rio de Janeiro. Editora LTC. ed. 6, 2002.

DONATI, G. L. **Avaliação da viabilidade da determinação de cobalto e cromo em alimentos por espectrometria de absorção atômica com forno tubular na chama e aerossol térmico (TS-FF-AAS).** 2006. Dissertação Mestrado (Mestrado em Química – Centro de Ciência Exata e Tecnologia) Universidade Federal de São Carlos, 2006.