



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL

ADAEL IAN MENSLIN
FELIPE MACIEL BUCHELE
KAIRON FELLIPE ANTUNES
LUCIANO CARLOS LINGNER JÚNIOR
RENAN CARLOS DE LIMA

**DETERMINAÇÃO DE TRAÇOS DE CROMO UTILIZADO COMO
CORANTE EM MATERIAIS ESCOLARES INFANTIS**

Conectando os Saberes
Curso Técnico em Química (modalidade: Integrado): 5ª Fase
JARAGUÁ DO SUL

2017

ADAEL IAN MENSLIN
FELIPE MACIEL BUCHELE
KAIRON FELLIPE ANTUNES
LUCIANO CARLOS LINGNER JÚNIOR
RENAN CARLOS DE LIMA

**DETERMINAÇÃO DE TRAÇOS DE CROMO UTILIZADO COMO
CORANTE EM MATERIAIS ESCOLARES INFANTIS**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo
formativo diversificado “Conectando
Saberes” do Curso Técnico em Química
(Modalidade Integrado) do Instituto Federal
Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul.
Orientador: Prof. Giovani Pakuszewski

JARAGUÁ DO SUL

2017

Sumário

TEMA	4
DELIMITAÇÃO DO TEMA	4
PROBLEMA	4
HIPÓTESES	4
5. OBJETIVOS	5
5.1 OBJETIVO GERAL	5
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
6. JUSTIFICATIVA	5
7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
7.1 TEORIA DA DETECÇÃO DAS CORES PELO OLHO HUMANO	6
7.2 CORANTES E PIGMENTOS	7
7.3 TEORIA DA COR E A FORMAÇÃO DOS COMPOSTOS DE COORDENAÇÃO (COMPLEXOS METÁLICOS)	8
7.3.1 Campo Quântico Cristalino	8
7.3.2 Transições eletrônicas do tipo “d-d”	8
7.3.3. Transições eletrônicas do tipo transferência de carga	9
7.4 ESPECTROFOTOMETRIA UV-Vis	9
7.5 ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA	10
7.6 A LEI DE LAMBERT- BEER E A ABSORÇÃO ATÔMICA	11
8. METODOLOGIA	11
9. CRONOGRAMA	13
10. REFERÊNCIAS	15

1 TEMA

Determinação de cromo presente em corantes e pigmentos utilizados em materiais escolares infantis

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Determinação de cromo presente em compostos químicos coloridos utilizados em materiais escolares infantis como “canetas hidrocores”, marcadores, gizes de cera, tintas e lápis de cor.

3 PROBLEMA

O cromo pode ser usado como corante devido a seus múltiplos estados de oxidação e a principalmente devido às possibilidades de transições eletrônicas, que faz com que os seus compostos apresentam cor. A norma ABNT NBR NM 300 estabelece que a concentração máxima do cromo não deve ultrapassar 6,00 mg/100g, em materiais sólidos tendo cromo em sua composição, porém o valor de toxicidade do cromo VI estipulado pela Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH) é igual a $0,05\text{mg}/\text{m}^3$, que seria o limite da quantidade segura de cromo que pode ser encontrada em efluentes e corpos d'água, mostrando uma maior tolerância por parte da ABNT. Esse limite em corpos d'água leva em consideração a biossegurança podendo ser excedido em produtos e ainda sim estar conforme a lei. Tendo em vista que o cromo é um metal tóxico, é necessário que seja investigada a sua presença em materiais destinados ao uso das crianças, principalmente no âmbito escolar.

4 HIPÓTESES

- Serão encontradas concentrações significativas de cromo nos pigmentos do giz;
- Serão encontradas concentrações de cromo na massa restante do giz;
- Serão determinados maiores níveis de cromo na marca 2 em relação a marca 1 de giz;
- O nível de cromo encontrado em canetinha de mesmas cores será maior na marca 2,- do que na marca 1;

- Haverá concentrações de cromo significativas em ambas as marcas e em ambos os produtos (giz de cera e canetinhas coloridas);
- Serão encontrados maiores concentrações de cromo em matrizes que apresentam tons de amarelo, laranja e verde.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Determinar e comparar o nível de cromo encontrado em gizes de ceras e canetinhas coloridas de diferentes marcas utilizando a técnica de espectrometria de absorção atômica em chama (FAAS).

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar as metodologias mais adequadas para realizar as digestões das matrizes escolhidas e as metodologias mais adequadas para determinação do elemento cromo;
- Otimizar as condições de operação do espectrômetro de absorção atômica para o analito cromo;
- Construir a curva de calibração para o cromo;
- Determinar os limites de detecção e quantificação do espectrômetro para o analito cromo;
- Determinações dos teores de cromo presentes nas matrizes de interesse;
- Realizar o tratamento estatístico dos dados.
- Confeccionar o banner para a apresentação dos resultados.

6 JUSTIFICATIVA

O Cromo é um metal de transição da família 6B, sendo extraído principalmente da cromita (BROWN et al, 2005), podendo ser encontrado na forma trivalente, em diversos produtos naturais como um dos micronutrientes essenciais; enquanto que, a forma hexavalente é considerada extremamente tóxica e, em sua maior parte, produzida em processos industriais. (HMDB, [200-?]).

Segundo Barceloux (1999), as aplicações comerciais para os compostos de cromo incluem bronzeamento (III), proteção contra corrosão, conservante para madeiras (VI), acabamentos metálicos (VI) e a produção de pigmentos (III, VI).

Este metal entra no organismo através dos pulmões, do trato gastrointestinal e da pele; independentemente da via de entrada no organismo, o Cr (III) tem uma baixa absorção quando comparado com o Cr (VI) que é mais facilmente absorvido. (HMDB, [200-?])

De acordo com (PATNAIK, 2011) o cromo metálico não possui toxicidade, compostos bi e trivalentes possuem baixos níveis de toxicidade, e os sais hexavalentes apresentam importantes riscos para a saúde.

6.1 Cromo VI

Segundo (PATNAIK, 2011) a exposição ocupacional a estes compostos pode causar úlcera, dermatite, perfuração dos septos nasais e lesões renais. Os sais hexavalentes solúveis em água são absorvidos pela corrente sanguínea.

A redução de Cr (VI) para Cr (III) ocorre no interior da célula através da produção aumentada de espécies reativas de oxigênio (ROS), levando a danos no DNA genômico, deterioração oxidativa de lipídios, proteínas e modulação do gene supressor de tumores p53, contribuindo para a citotoxicidade, genotoxicidade e carcinogenicidade de compostos contendo Cr (VI) (SHRIVASTAVA et al., 2002).

Observando os efeitos que o cromo pode causar, a preocupação com a contaminação de indivíduos ainda em desenvolvimento é algo a ser considerado, tendo em vista que os materiais utilizados durante seu aprendizado, segundo as matrizes do ensino médio do estado do Ceará, podem conter quantidades superiores ao nível seguro estipulado pela ACGIH para concentração do cromo, mas estando dentro do limite legal de (6,00 mg/100g) definido pela ABNT.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 TEORIA DA DETECÇÃO DAS CORES PELO OLHO HUMANO

O olho humano é composto por microestruturas sensíveis à luz (cores), denominados cones e bastonetes, que são células sensoriais localizadas na retina e responsáveis pela percepção das cores através da conversão de luz em sinais nervosos. As diferenças nas

sensibilidades das células ocorre devido à presença de moléculas específicas, fotossensíveis, presentes nessas estruturas.

“Na retina humana há três tipos de cones: os que têm pico de sensibilidade à luz na faixa dos 419nm (azuis); 531nm (verdes) e 559nm (vermelhos), ou seja, cada um é mais sensível a determinado comprimento de onda (ou cores) da luz. A metade dos cones é de verde e vermelho e apenas 8% são azuis.” (NISHIDA, 2012).

Os bastonetes possuem apenas um tipo de fotopigmento e um limiar muito mais baixo de fotossensibilidade; são adaptados para a ambiente com pouca iluminação (visão escotópica).

Os cones, ao contrário dos bastonetes, necessitam de ambiente bem iluminado para serem ativados, isto é, estão adaptados à visão diurna ou fotópica e nos proporcionam maior nitidez dos objetos. Os cones são responsáveis pela revelação detalhada do ambiente proporcionando a nitidez. De fato, ao se comparar a absorbância relativa da energia luminosa dos receptores verificamos que há distintos cones. Com relação aos mecanismos de transdução, os cones também respondem com potencial hiperpolarizante (NISHIDA, 2012).

7.2 CORANTES E PIGMENTOS

Corantes e pigmentos são substâncias utilizadas para alterar a cor de uma matriz, seja ela um solvente, uma fibra, ou uma parede por exemplo. As diferenças entre corantes e pigmentos e suas classificações se dão principalmente na composição, estrutura e forma de fixação. (CASQUEIRA & SANTOS)

Pigmentos em geral alteram a cor ao serem espalhados na matriz, sem reagir com ela, na forma de pequenos partículas, de modo a refletir e absorver a luz enquanto mantém suas propriedades. Já os corantes, são dissolvidos na matriz e de acordo com (GUARATINI e ZANONI, 1998) são classificados por suas estruturas químicas ou pelo método pelo qual são fixados.

Segundo (CASQUEIRA & SANTOS) Um pigmento é definido como sendo um particulado sólido, orgânico ou inorgânico, branco, preto, colorido ou fluorescente, que seja insolúvel no substrato no qual venha a ser incorporado e que não reaja quimicamente ou fisicamente com este.

7.3 TEORIA DA COR E A FORMAÇÃO DOS COMPOSTOS DE COORDENAÇÃO (COMPLEXOS METÁLICOS)

Segundo Brown et al, a principal teoria que explica a formação dos complexos consiste nos princípios que regem as ligações coordenadas, ou de valência, entre espécies com comportamento definido por ácido e base de Lewis. Os metais de transição e seus cátions, os ácidos de Lewis, apresentam camadas com subníveis s, p, d e f, que são frequentemente parcialmente preenchidos, ou sem a presença de elétrons no caso de alguns cátions específicos. Esses orbitais têm várias possibilidades de hibridização, facilitando ligações coordenadas de compostos com pares de elétrons livres dos ligantes, denominados, bases de Lewis.

7.3.1 Campo Quântico Cristalino

Quando um composto coordenado é formado, os elétrons da espécie ligante exercem um efeito de repulsão nos subníveis “d” das camadas mais internas do íon metálico ou átomo central, causando um desdobramento dos mesmos em diferentes estados de energia. Esses desdobramentos permitem transições eletrônicas cujos diferenciais de estados de energia correspondem à ondas eletromagnéticas na faixa do espectro visível. Esse desdobramento tem seu diferencial de energia definido pelo de acordo com o tipo de íon metálico central e da intensidade de interação entre este e os ligantes, denominada de força do campo ligante, permitindo uma grande variedade de frequências, ou cores, produzidas pelas interações dos compostos coordenados com a luz. (BROWN et al., 2005)

7.3.2 Transições eletrônicas do tipo “d-d”

A presença dos elétrons dos grupos ligantes na eletrosfera do íon metálico central causa uma repulsão entre os orbitais ligantes e os orbitais “d” semipreenchidos da camada eletrônica anterior, de acordo com as sobreposições espaciais entre eles, que dependem da geometria dos orbitais ligantes. As diferentes configurações geométricas, ao se sobreporem nos orbitais d, causam o desdobramento do mesmo (figura 1), possibilitando que os elétrons ali localizados transitem entre os diferentes níveis de energia. Esses níveis frequentemente

apresentam uma diferença de energia que corresponde a uma frequência dentro da faixa visível do espectro, garantindo cores aos compostos que realizam essas transições. (BROWN et al., 2005)

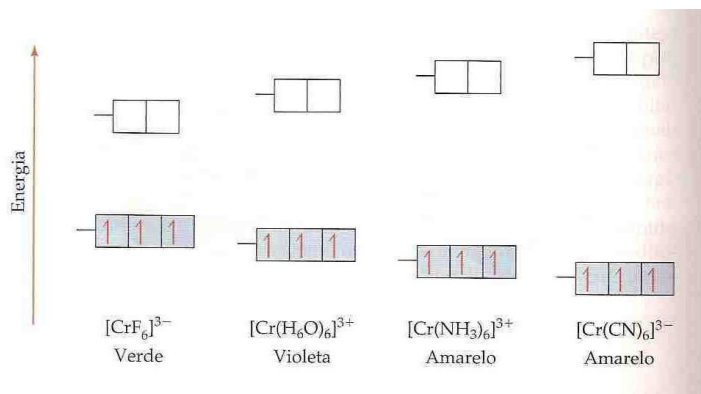


Figura 1: Desdobramento de orbitais “d”

7.3.3. Transições eletrônicas do tipo transferência de carga

Os íons complexos tetraoxocromato VI (cromato) e o tetraoxomanganato VII (permanganato), que contém íons metálicos centrais sem elétrons nos subníveis d, e hibridizações do tipo sp^3 nos quais não existe a possibilidade de transições $d - d$, consequentemente, teoricamente não haveria a possibilidade de apresentarem cor; o que não é verdade, visto que apresentam cores intensas. A cor desses compostos é creditada a um processo denominado transferência de carga, em que elétrons dos ligantes, que se localizam em um subnível ou camada superior, se deslocam para o subnível d desdobrado, inferior, e passam a transitar nele, garantindo ao composto, propriedades semelhantes às espécies que continham orbitais “d” semi preenchidos com elétrons. (BROWN et al., 2005)

7.4 ESPECTROFOTOMETRIA UV-Vis

A espectrofotometria Uv-Visível é uma técnica utilizada para quantificar um composto por sua absorbância, e até mesmo identificar a presença do mesmo ou de outro em uma amostra. Esse é um método baseado na absorção de quantidades discretas de energia por compostos para promover transições eletrônicas, onde um elétron transita de um orbital de

menor energia para outro mais energético. Essa quantidade de energia específica absorvida na região do UV/Vis é denominada absorvância (A) e sua intensidade pode ser quantizada, gerando um sinal analítico (MARTINHO, 1994). Este aparelho geralmente é utilizado na determinação de consideráveis quantidades de cromo.

A análise da absorção de energia no espectrofotômetro de UV-Vis, é feita ao incidir sobre a amostra, ondas eletromagnéticas em um comprimento específico, dentro do espectro visível da luz (Figura 2). O comprimento de onda na qual ocorre a maior absorção de energia, é algo intrínseco do analito e proporcional a concentração da amostra, sendo que quanto maior a concentração deste composto na amostra, maior será o sinal analítico apresentado pelo equipamento. Existem várias técnicas analíticas que utilizam a detecção UV-Visível, entre elas a análise por injeção em fluxo, cromatografia líquida de alta eficiência, eletroforese capilar.

O espectrofotômetro UV/Vis compõe-se de uma fonte de luz (Lâmpada de Deutério (UV) ou Tungstênio (Vis)), um monocromador, que é uma rede de difração que espalha o feixe de luz em seus comprimentos de onda correspondentes e um detector que é geralmente um tubo fotomultiplicador ou um fotodiodo.

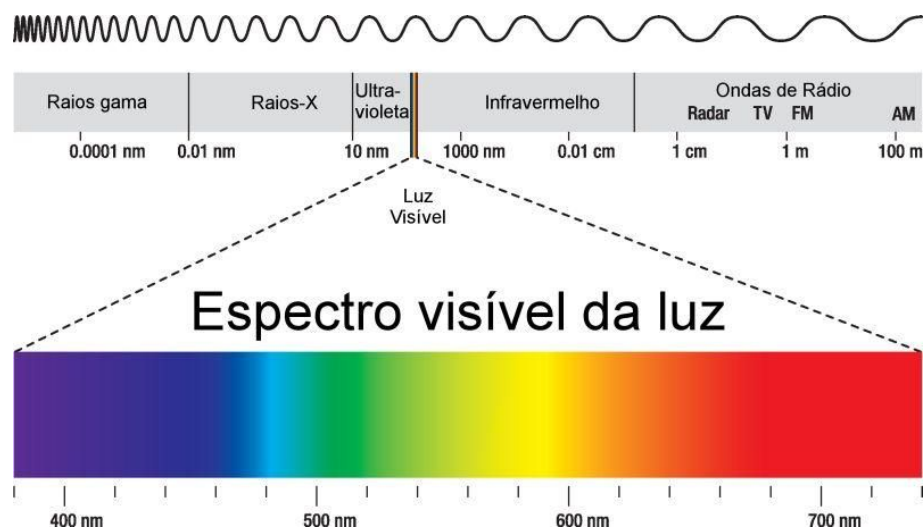


Figura 2: Espectro eletromagnético (INFOESCOLA, 2016)

7.5 ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

O espectrômetro de absorção atômica é um equipamento que permite a análise quantitativa de elementos metálicos em soluções líquidas, gasosas e sólidas, os componentes básicos de um espectrômetro incluem fonte de radiação, sistema de atomização, conjunto monocromador detector e processador. O princípio fundamental da espectrometria de absorção atômica envolve a medida de absorção da intensidade de radiação eletromagnética, proveniente de uma fonte de radiação primária, por átomos gasosos no estado fundamental. Nos equipamentos mais antigos utilizam-se moduladores mecânicos (chopper) e nos mais modernos a modulação é feita eletrônica ou mecanicamente. Sendo usado geralmente para determinação de baixas concentrações ou também chamados de traços.

A espectrometria de absorção atômica utiliza esse fenômeno para a determinação quantitativa de elementos (metais, semi-metais e alguns não metais) em uma ampla variedade de amostras, tais como materiais biológicos, ambientais, alimentos, geológicos, tecnológicos, etc. Existem dois tipos de atomizadores mais utilizados em AAS, que são a chama e o forno de grafite.

A espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS) é a técnica mais utilizada para análises elementares em níveis de mg/L. Feitos em tubo aquecido acoplado a gerador de hidretos, através da geração de vapor a frio, enquanto a espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite (ETAS) é utilizada para determinações de baixas concentrações (ug/L).

7.6 A LEI DE LAMBERT- BEER E A ABSORÇÃO ATÔMICA

A lei de Lambert-Beer, na figura 1 é uma relação entre os valores das variáveis com as medidas colorimétricas das substâncias em um processo de análise utilizando absorção.

A quantidade de absorção da luz, depende de dois fatores: A distância percorrida do feixe de luz dentro do líquido (l) e a concentração da substância que absorve a luz na solução (c). Montando assim a equação de Lambert-Beer representada na Figura 3.

$$A_{\lambda} = \epsilon_{\lambda} \cdot c \cdot l$$

absorvância
(λ fixo)

constante
(para 1 λ fixo)

distância percorrida
pelo feixe luminoso
através da amostra

concentração
da solução
absorvente

Figura 3: Lei de Lambert-Beer (EBAH, 2010)

Uma solução que necessariamente permita um traspassamento, ao ser permeada por um raio de luz de comprimento de onda específico (I_0) parte da luz é absorvida e parte é transmitida (I). A solução precisa ser límpida pois partículas em suspensão podem influenciar na absorção do raio de luz emitido, comprometendo assim a análise.

8. METODOLOGIA

Para definição da metodologia inicialmente enfrentou-se uma grande barreira já que nas metodologias encontradas em artigos, que tratam da análise do cromo como corante, foram usados métodos de análise utilizando espectroscopia de fluorescência de raio X ou espectrometria por emissão óptica. Por não haver disponibilidade desses equipamentos analíticos, resolveu-se adaptar a metodologia de para a melhor realização do projeto, utilizando equipamentos analíticos disponíveis em nosso laboratório, espectrofotômetro UV/vis e espectrômetro de absorção atômica para quantificação e determinação da composição do corante.

A realização da pesquisa se caracteriza tanto por análises qualitativas como por análises quantitativas, tendo em vista que serão determinados e comparados os valores de cromo encontrados nos dois produtos a serem analisados (giz de cera, canetinhas hidrocór, marcadores, tintas e lápis de cor), verificando a diferença entre as diferentes marcas, e também, entre diferentes cores de um mesmo fabricante por meio de técnicas analíticas da

espectrofotometria (UV/vis e absorção atômica), juntamente com os dados fornecidos pela literatura.

Para a concretização dos objetivos e refutação ou homologação das hipóteses será realizado inicialmente, a escolha das duas marcas (acessíveis tanto na questão financeira como na questão de obtenção da mesma) para realização da pesquisa. Para início de nossa pesquisa será realizada a determinação qualitativa via UV/Vis, de acordo com a metodologia de determinação metalocrômica proposta por (Neto et al., 2005), onde o cromo (VI) reage com 1,5-difenilcarbazida formando um complexo colorido cuja absorção máxima ocorre em 550 nm, também serão aplicadas as digestões oxidantes de ácido perclórico e ácido nítrico desta metodologia, para que o cromo (III), se presente, oxide para o estado hexavalente desejado para a determinação. A partir dos resultados encontrados nessa determinação será realizado um teste para determinar qual a massa adequada de analito a ser analisada. A preparação da amostra se dará inicialmente pela digestão ácida com o objetivo de mineralizar o analito, decompondo os compostos interferentes presentes na matriz.

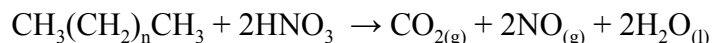
“A decomposição das amostras por via úmida é denominada DIGESTÃO e muitas vezes chamada de Decomposição Oxidativa. A Digestão consiste na decomposição de compostos orgânicos e inorgânicos em seus elementos constituintes empregando ácidos minerais e aquecimento. Os ácidos minerais atuam na decomposição da fração orgânica da matriz da amostra e apresentam poder de oxidação de moderado a forte, dependendo do ácido [...]” (SOUSA; CAMPOS; ORLANDO, 2015, p. 10)

Serão feitos testes de mineralização utilizando duas misturas a primeira formada por ácido clorídrico (HCl - 37%) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂ - 30%) e a segunda com ácido nítrico (HNO₃ - 65%) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂ - 30%).

“O ácido nítrico (HNO₃) é o ácido mineral oxidante mais utilizado pois suas soluções (reagentes comerciais) podem ser facilmente encontradas com elevada pureza e, os seus produtos de reação são geralmente nitratos metálicos, em sua maioria solúveis em meio aquoso. Seu poder oxidante é moderado e este ácido pode ser usado em temperaturas elevadas (quando sob refluxo ou sistema fechado).” (SOUSA; CAMPOS; ORLANDO, 2015, p. 11)

As digestões ácidas de matrizes orgânicas normalmente utilizam o ácido nítrico pois em sua reação com compostos orgânicos ele forma essencialmente gases deixando na solução somente a parte inorgânica, como podemos ver na equação estequiométrica abaixo, que

mostra a reação genérica desse ácido com compostos orgânicos (SOUSA; CAMPOS; ORLANDO, 2015):



Serão realizados estudos sobre as determinações qualitativas (UV/Vis) e quantitativas (Espectrometria de Absorção Atômica em Chama- FAAS) dos extratos, para adaptar as metodologias analíticas para as matrizes em questão, otimizar as condições de operação dos equipamentos e determinar os limites de detecção e quantificação. Após esta etapa serão efetuadas as leituras nos equipamentos UV/Vis e espectrômetro de absorção atômica. As amostras serão levadas aos aparelhos analíticos tendo como objetivo detectar e quantificar o cromo.

De acordo com (Schiavo, [200-?]) o cromo tem uma linha espectral principal com comprimento de onda de 302,067 nm, sendo possível a sua determinação por FAAS, utilizando dois tipos de chamas: ar/acetileno e óxido nitroso/acetileno, sendo mais comum o uso da chama ar/acetileno. Serão construídas curvas de calibração externas para verificar a possível relação linear entre as concentrações de cromo nas soluções (extratos) e o sinal analítico nos limites de quantificação pretendidos. A partir da curva de calibração e da equação da reta, será possível determinar com relativa precisão as concentrações do analito cromo presentes nas amostras analisadas. Ao final dessas etapas, ocorrerá o tratamento dos dados obtidos e a confecção do artigo.

9. CRONOGRAMA

	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Obtenção das matrizes	X				
Realização de testes da metodologia	X	X			
Determinação dos traços de cromo		X	X	X	
Quantificação do cromo		X	X	X	

Análise dos resultados		X	X	X	
Escrita do relatório	X	X	X	X	X
Elaboração do <i>banner</i>			X	X	
Entrega do relatório					X
Apresentação final					X

10. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR NM 300**: segurança de brinquedos. São Paulo, 2005

BARCELOUX, Donald G. Chromium. **Journal Of Toxicology: Clinical Toxicology**. p. 173-194. 06 ago. 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1081/CLT-100102418>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

BARTHELMY, David (Org.). **Chromite Mineral Data**. Disponível em: <<http://webmineral.com/data/Chromite.shtml#.WTh4L025f4h>>. Acesso em: 5 jun. 2017.

BROWN, Theodore L. et al. **Química: a ciência central**. Tradução de Robson Mendes Matos. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 972 p., il. ISBN 9788587918420.

CASQUEIRA, Rui de Goes; SANTOS, Shirleny Fontes. **Pigmentos Inorgânicos: Propriedades, Métodos de Síntese e Aplicações**. 2008. 45 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Cetem/mct, Rio de Janeiro, 2008

GUARATINI, Cláudia C. I.; ZANONI, Maria Valnice B.. **CORANTES TÊXTEIS**. **Química Nova**, Araraquara, v. 23, n. 1, p.71-78, jan. 2000.

HERMANN, Bremer Neto et al . Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 691-697, June 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782005000300033&script=sci_arttext>. Acesso em 12 de junho 2017.

HMDB. **Showing metabocard for Chromium (HMDB00599)**. disponível em <<http://www.hmdb.ca/metabolites/HMDB00599>> . Acesso em: 27 maio. 2017.

KRUG, Francisco José; NÓBREGA, Joaquim Araújo; OLIVEIRA, Pedro Vitoriano de. **Espectrometria de Absorção Atômica.** Disponível em: <<http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/AAS-geral-parte-1-revisada.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

MARTINHO, J. M. G. **Espectroscopia de Absorção no Ultra-Violeta e Visível.** 1994.

PATNAIK, Pradyot. **Guia Geral Propriedades Nocivas Das Substâncias Químicas Volume II.** 2. ed. Belo Horizonte: Ergo Editora Ltda, 2011.

SCHIAVO, Daniela. **Espectrometria de absorção atômica: Fundamentos, figuras de mérito, otimização do instrumento e aspectos práticos.** Disponível em <http://www.cnpsa.embrapa.br/met/images/arquivos/18MET/palestras/31-10-2013/Abs_Atomic_Daniela.pdf>. Acesso em: 29 maio. 2017

SHRIVASTAVA, Richa et al. Effects of chromium on the immune system. **Fems Immunology & Medical Microbiology**, [s.l.], v. 34, n. 1, p.1-7, set. 2002. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-695x.2002.tb00596.x>.

SOUSA, Rafael Arromba de; CAMPOS, Náira da Silva; ORLANDO, Ricardo. **PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE ELEMENTAR.** 2015. 17 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação em química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

SPUDEIT, Daniel Alfonso; DOLZAN, Maressa Danielli; MICKE, Gustavo Amadeu. **Conceitos básicos em Eletroforese Capilar.** Disponível em: <<http://www.scientiachromatographica.com/files/v4n4/v4n4a05.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2017.