

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA

Alexandre Alvin Ramos Toledo

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA
DE QUELATOS DE Ni E Pb COM 8-HIDROXIQUINOLINA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2011

ALEXANDRE ALVIN RAMOS TOLEDO

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE
QUELATOS DE Ni E Pb COM 8-HIDROXIQUINOLINA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior em Química Industrial da Coordenação de Química – COQUI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco...

Orientador: Prof. Dr. Henrique Emilio Zorel Junior

Coorientadora: Prof. Dra. Cristiane Regina Budziak Fukamachi

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **Obtenção e Caracterização Espectrofotométrica de quelatos de Ni e Pb com 8-Hidroxiquinolina** foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° **024** de 2010.

Fizeram parte da banca os professores.

Prof. Dr. Henrique Emilio Zorel Junior

Prof. Dra. Cristiane Regina Budziak Fukamachi

Prof. Dra. Larissa Macedo dos Santos

Em memória de João Manoel – Noeli e Alvin Toledo, que mesmo longe no momento me “carregaram” ao seu modo durante todo esse tempo.

À minha família e minha vó Conceição, pelo apoio irrestrito em todos os momentos de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Prezo todos os que me ajudaram e ainda espero lembrar, de todos para escrever esses agradecimentos.

Começo agradecendo a Deus, pois mesmo sem eu ter-lhe dado muita atenção, nunca me senti sozinho.

Aos meus pais por me sustentarem muito longe de casa, e por me darem forças para continuar e nunca desistir.

A minha namora Larissa Bach, a qual sempre me ajudava, me apoiava, e ainda sempre pegava no meu pé, me fazendo estudar mesmo quando eu não tinha vontade, a ela devo tudo.

Ao meu orientador, pois foi ele quem me deu essa oportunidade de realizar esta belo trabalho, mesmo por trás de todas as nossas dificuldades.

A minha coorientadora, que não deixava de me atender, mesmo quando muito ocupada.

E aos meus verdadeiros amigos, com os quais eu pude contar quando precisava.

“A mais profunda emoção que podemos experimentar é inspirada pelo senso do mistério. Essa é a emoção fundamental que inspira a verdadeira arte e a verdadeira ciência. Quem despreza esse fato, e não é mais capaz de se questionar ou de se maravilhar, está mais morto do que vivo, sua visão está comprometida. Foi o senso do mistério – mesmo se misturado com o medo – que gerou a religião. A existência de algo que nós não podemos penetrar, a percepção da mais profunda razão e da beleza mais radiante no mundo à nossa volta, que apenas em suas formas mais primitivas são acessíveis às nossas mentes – é esse conhecimento e emoção que constituem a verdadeira religiosidade; nesse sentido, e nesse sentido apenas, eu sou um homem profundamente religioso.”

Albert Einstein.

RESUMO

TOLEDO, Alexandre Alvin Ramos. Obtenção e caracterização espectrofotométrica de quelatos de Ni e Pb com 8-Hidroxiquinolina. 2011.47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

Esta pesquisa se insere nas áreas de química analítica e inorgânica, e tem por objetivo desenvolver estudos de obtenção e caracterização de quelatos de níquel e chumbo com 8-hidroxiquinolina por espectrofotometria na região do visível. Parte-se do pressuposto de que as diferentes concentrações entre metal/ligante originam uma melhor complexação dos metais em estudo, isso devido à característica da 8-hidroxiquinolina de ser um ligante bidentado e extremamente dependente do meio reacional (Zorel et al, 2001). O trabalho com o espectrofotômetro de varredura nos permitiu verificar as diversas condições de absorbância e transição do campo ligante. As experimentações sucessivas e os resultados obtidos nos possibilitaram afirmar e determinar em qual proporção de metal/ligante haverá melhor interação entre as moléculas do complexo, ou seja, a proporção adequada em que ocorre a formação de complexos com maior número de ligantes no metal, e que torne o complexo mais estável.

Palavras-chave: espectrofotometria, complexos, 8-hidroxiquinolina, níquel, chumbo.

ABSTRACTS

TOLEDO, Alvin Alexandre Ramos Acquisition and spectrophotometric characterization of Ni and Pb chelates with 8-Hydroxyquinoline. 2011.47s.Completion of course work (Bachelor of Industrial Chemistry). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

This research is inserted in the analytic and inorganic chemistry, and aims to develop studies of extraction and characterization of nickel and lead chelates with 8-hydroxyquinoline by spectrophotometry in the visible region. It starts from the assumption that the concentration of different metal / ligand originates a better complexation of the metals under study, due to 8-hydroxyquinoline main characteristic is presumed to be a bidentate ligand and extremely dependent on the environmental inner reaction (Zorel et al, 2001). With the aid of scanning spectrophotometer measure, the maximum absorbance and ligand field transitions, with the spectra obtained scanning was possible to analyze and determine what proportion of metal / ligand interaction is between the molecules, ie, the extent to which is the formation of complexes with more ligands on the metal, and to make the complex more stable.

Key words: spectrophotometry, complex, 8-hydroxyquinoline, nickel, lead.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3 REFERENCIAL TEÓRICO	3
3.1 ESPECTROFOTOMETRIA	3
3.1.1 Desvios da Lei de Beer	5
3.2 ELEMENTOS DE TRANSIÇÃO	5
3.5 A 8-HIDROXIQUINOLINA	9
3.6 LIGAÇÕES EM COMPLEXOS DE TRANSIÇÃO.	10
3.6.1 Teoria do campo cristalino	10
3.6.2 Teoria dos orbitais moleculares.....	10
3.6.3 Teoria do campo cristalino.	11
3.6.4 Complexos octaédricos.	11
3.6.5 Energia de estabilização do campo ligante (EECL).	13
3.6.6 Espectro eletrônico dos complexos.	14
3.6.7 Regra de seleção de spin.....	14
3.6.8 Regra de Laport.	14
3.6.9 Tanabe-Sugano.....	15
3.7 COMPLEXOS	15
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 PREPARO DAS SOLUÇÕES.	17
5 RESULTADO E DISCUSSÕES	19
5.1 CURVA DE CALIBRAÇÃO	19
5.2 O Ni	20
6 CONCLUSÕES	34
7 REFERÊNCIAS	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intensidade das bandas espectroscópicas para complexos 3d.	15
Tabela 2 - Materiais e Reagentes	17
Tabela 3 - Misturas de metal/ligante em diferentes proporções	18
Tabela 4 – Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Níquel referente à figura 14	23
Tabela 5 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Níquel referente à figura 15	24
Tabela 6 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Níquel referente à figura 14	25
Tabela 7 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Níquel referente à figura 17	27
Tabela 8 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Chumbo referente à figura 20	29
Tabela 9 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Chumbo referente à figura 21	30
Tabela 10 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Chumbo referente à figura 22	31
Tabela 11 - - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Chumbo referente à figura 23	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espectrofotômetro e seus principais componentes.....	3
Figura 2: Representação da luz incidente e sua parcela refletida.....	4
Figura 3 - Espectro Eletromagnético.....	4
Figura 4 - Fórmula estrutural da 8-Hidroxiquinolina.....	9
Figura 5 - Íon 8-hidroxiquinolinato se ligando ao metal.....	9
Figura 6 - Modelos dos orbitais d_{z^2} e $d_{x^2-y^2}$, e d_{yz} , d_{zx} e d_{xy}	11
Figura 7 - Parâmetro de desdobramento do campo ligante.....	12
Figura 8 - Esquema do efeito dos campos ligantes fortes e fracos na ocupação dos orbitais para um complexo d^4	13
Figura 9 - Curva de calibração do Ni.....	19
Figura 10 - Curva de calibração do Pb.....	19
Figura 11 – Espectros de absorção da água e das soluções de Ni em diferentes concentrações.....	20
Figura 12 – Espectro de absorbância da água destilada.....	21
Figura 13 - Espectro de absorbância da 8-Hidroxiquinolina.....	21
Figura 14 - Espectro de máxima absorbância do Ni 1:1.....	22
Figura 15- Espectro de máxima absorbância do Ni 1:2.....	23
Figura 16 - Espectro de máxima absorbância do Ni 1:3.....	25
Figura 17 - Espectro de máxima absorbância do Ni 1:4.....	26
Figura 18 - Comparação das diversas formações de complexos em diferentes proporções.....	27
Figura 19 - Comparação das diversas concentrações de chumbo.....	28
Figura 20 - Espectro de máxima absorbância do Pb 1:1.....	29
Figura 21 - Espectro de máxima absorbância do Pb 1:2.....	30
Figura 22 - Espectro de máxima absorbância do Pb 1:3.....	31
Figura 23 - Espectro de máxima absorbância do Pb 1:4.....	32

1 INTRODUÇÃO

A importância dos metais é tão grande que depois de sua descoberta nunca pararam de serem estudados. Atualmente vemos vários tipos de metais em toda parte, porém ainda buscamos novos métodos para melhorar suas propriedades.

Os metais estudados neste trabalho, níquel e chumbo, apresentam características importantes tais como: dureza, resistência térmica, resistência mecânica e a capacidade de formar complexos.

A formação de complexos com os metais citados acima será feita com a 8-hidroxiquinolina, que é um agente quelante. Neste caso a estrutura formada será denominada quelato, pois é mais estável que um complexo, que só é possível devido a estrutura do ligante. Porém ela é muito dependente do meio reacional e do pH da solução os quais devem ser devidamente controlados.

A técnica de espectrofotometria é utilizada para analisar a presença de metais em uma solução e determinar a sua concentração. Pode ser utilizada para tratamentos de resíduos, quantificação de metais no solo, no sangue e alimentos. Isto só é possível, pois cada metal absorve em um determinado comprimento de onda característico o qual o espectrofotômetro analisa e determina que metal se trata.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver estudos de obtenção e caracterização de quelatos de Ni e Pb com 8-hidroxiquinolina por espectrofotometria na região do visível.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter quelatos de Ni e Pb com 8-hidroxiquinolina em solução;
- Determinar o comprimento de onda de máxima absorbância dos quelatos;
- Caracterizar os quelatos por espectrofotometria na região do visível.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ESPECTROFOTOMETRIA

A espectrofotometria é a técnica que utiliza luz para medir as concentrações das espécies químicas (HARRIS, 2008).

Os espectrofotômetros são equipamentos que utilizam prismas ou redes de difração na seleção da região desejada do espectro eletromagnético. A maioria deles faz medições nas partes do espectro correspondentes ao ultravioleta (UV), visível (VIS) e infravermelho (IV) (HARRIS, 2008).

A figura 1 mostra os principais componentes de um espectrofotômetro.

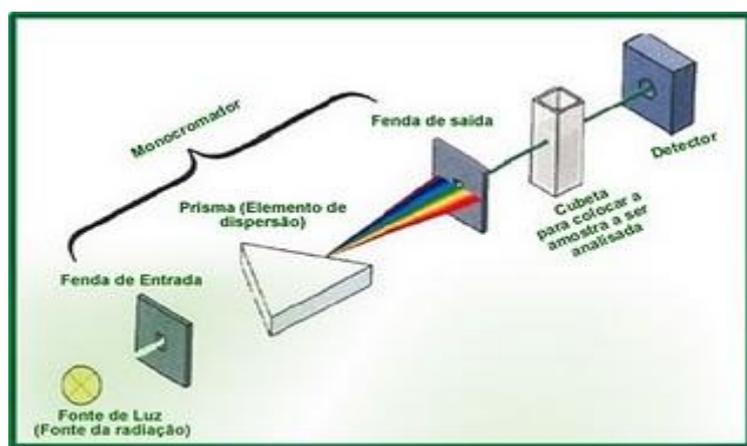


Figura 1: Espectrofotômetro e seus principais componentes.

Fonte: Infoescola, 2010

O funcionamento do espectrofotômetro consiste em uma luz monocromática ou heterogênea que incide sobre um meio homogêneo, uma parte da luz incidente é refletida, outra parte é absorvida no meio e o restante é transmitido, como é mostrado na Figura 2 (HARRIS, 2008).

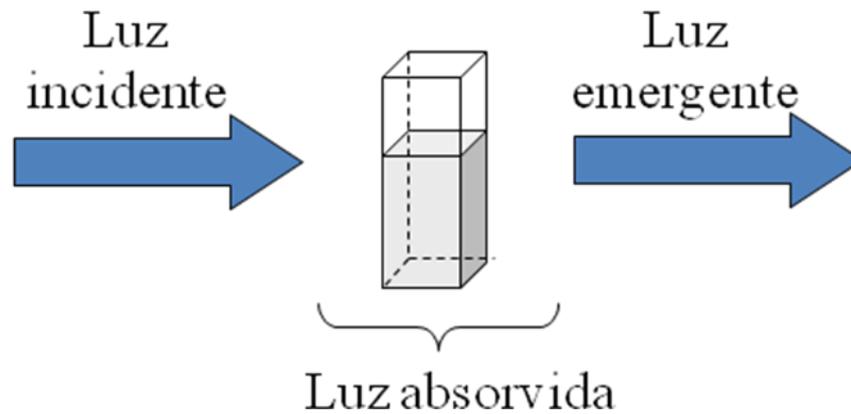


Figura 2: Representação da luz incidente e sua parcela refletida.

Fonte: (SOUZA, 2007)

O espectro visível ocupa a faixa de comprimento de onda de 380-780 nanômetro ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$) (HARRIS, 2008) no espectro eletromagnético (Figura 3).

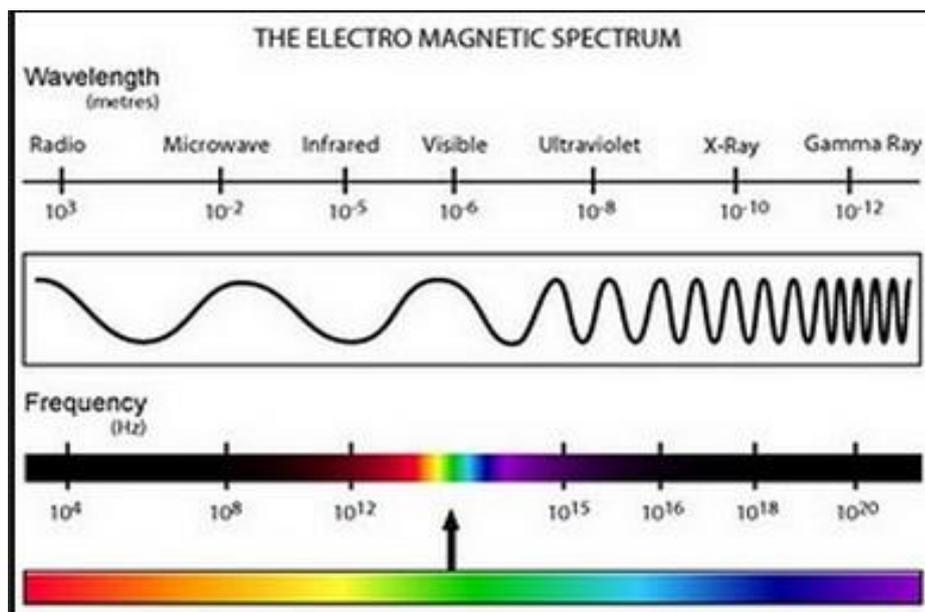


Figura 3 - Espectro Eletromagnético.

Fonte: (ZIL, 2011)

Do ponto de vista prático, o aspecto mais importante do cálculo quântico é a determinação de quanta luz é absorvida pela amostra. Isto é descrito pela *lei de Beer-Lambert*, que dá a relação entre a intensidade da luz incidente na solução (P_0), e a intensidade da luz emitida da solução (P) (HARRIS, 2008).

$$A = \log (P_0 / P) = - \log T$$

$$T = P / P_0$$

$$A = \epsilon bc$$

T= transmitância

A= absorvância

ϵ = absorvidade molecular ou coeficiente de extinção

c= concentração do material absorvedor

b= espessura da amostra da amostra através da qual a luz passa.

3.1.1 Desvios da Lei de Beer

A lei de Beer mostra que a absorvância é proporcional à concentração da espécie absorvente. Ela se aplica para a maioria das substâncias quando a radiação é monocromática e as soluções a serem estudadas estão devidamente diluídas, <0,01M.

Em soluções concentradas, as moléculas do soluto influenciam umas com as outras devido à proximidade. Quando as moléculas do soluto ficam muito perto uma das outras, suas propriedades, incluindo a absorvidade molar, sofrem pequenas modificações. Em concentrações muito altas, o soluto torna-se o solvente. Solutos não-absorventes também podem interferir com as espécies absorventes, alterando assim a absorvidade (HARRIS, 2008).

3.2 ELEMENTOS DE TRANSIÇÃO

Inter-relacionando os autores J.D Lee (2008), Chris J. Jones. (2002), D.F. Sheriver (2003) e P.W. Atkins é possível deduzir que na tabela periódica, os elementos químicos podem ser agrupados em blocos de acordo com o preenchimento dos seus orbitais atômicos mais externos, ou valência.

De acordo com os autores citados acima, são formadas três séries de elementos preenchimento dos níveis eletrônicos 3d, 4d e 5d. Em conjunto eles constituem os elementos do bloco d. Suas propriedades são intermediárias, sendo assim uma transição entre os elementos metálicos altamente reativos do bloco s,

que geralmente formam compostos iônicos, e os elementos do bloco p, que geralmente formam compostos covalentes.

Os elementos de transição possuem várias propriedades características, todos podem ser ligados uns com os outros e com os elementos metálicos representativos, menos com o mercúrio. Além disso, muitos deles formam compostos com cor, sendo a absorção de luz no visível associada à presença de subcamadas parcialmente preenchidas (LEE, 2008), (JONES, 2002).

Um dos aspectos mais marcantes dos elementos de transição é o fato deles poderem existir em diversos estados de oxidação.

Os compostos são considerados estáveis quando não são oxidados pelo ar, não são hidrolisados por vapor d'água e não sofrem reação de desproporcionamento ou decomposição a temperaturas ambiente (LEE, 2008).

Os elementos de transição exibem uma tendência de formar compostos de coordenação com bases de Lewis, ou seja, com grupos capazes de doar um par de elétrons. Esses grupos são denominados ligantes (SHRIVER & ATIKINS, 2003), (LEE, 2008).

Essa capacidade de formar complexos contrasta muito com o fato dos elementos dos blocos s e p formarem apenas alguns poucos complexos. Os elementos de transição têm elevada tendência de formar complexos, pois formam íons pequenos de carga elevada, com orbitais vazios de baixa energia capazes de receber pares isolados de elétrons doados por outros grupos ou ligantes. Os complexos em que o metal está no estado de oxidação (+3) são geralmente mais estáveis que aqueles onde o metal está no estado (+2) (SHRIVER & ATIKINS, 2003), (LEE, 2008).

No contexto da química do bloco D, o termo complexo significa um átomo metálico central ou íon rodeado por uma série de ligantes. Um ligante é um íon ou molécula que pode ter uma existência independente (SHRIVER & ATIKINS, 2003), (LEE, 2008).

3.3 O Ni

Para Mellor (1967), o níquel foi conhecido, em épocas remotas, pelos chineses.

Normalmente ele é encontrado quase sempre associado, porém ele pode ser encontrado livre em meteoritos (MELLOR, 1967).

O níquel é um metal branco prateado, regularmente duro, inerte na forma maciça, ele não perde o brilho e não reage com o ar ou com a água em temperatura ambiente, porém queima em atmosfera de oxigênio. O níquel funde a aproximadamente 1450°C e é muito pouco magnético (LEE, 2008), (MELLOR, 1967).

É predominantemente iônico e divalente em compostos simples. Mencionam-se diversos óxidos de níquel, porém só a existência de dois deles parece não ter sido contestada (MELLOR, 1967).

- Óxido níqueloso, NiO;
- Dióxido de níquel. NiO₂.

O Ni é encontrado na forma de Ni (+II), na maioria dos seus complexos, que normalmente são quadrados planares ou octaédricos, mas também pode ser encontrado nos estados de oxidação de (-I) a (+IV), os elementos de oxidação mais elevados são instáveis (LEE, 2008), (MELLOR, 1967).

Embora a química do Ni seja relativamente simples por possuir a maioria dos elementos no estado de oxidação (+2), a química do Ni(+2) em complexos é mais complicada. Geralmente, seus complexos são octaédricos e quadrados planares, mas também são conhecidos alguns complexos com estruturas tetraédricas, bipirâmides trigonais e pirâmides de base quadrada (LEE, 2008) (MELLOR, 1967).

3.4 O Pb

Mellor (1967) relata que o Pb era conhecido pelos antigos egípcios, e é mencionado muitas vezes no Antigo Testamento. Os antigos romanos usavam o Pb para fabricar manilhas, e alguns compostos de Pb eram usados na fabricação de cosméticos e de tintas.

O Pb, é um metal pesado, macio, maleável de baixa condutividade térmica e elétrica, altamente resistente à corrosão, possui coloração azulada quando recém cortado, porém quando é exposto ao ar torna-se acinzentado. Pode se liquefazer quando submetido a pressão de aproximadamente 5000 quilos cm^{-2} . Funde-se a 327°C e entra em ebulição a cerca de 1620°C (LEE, 2008), (MELLOR, 1967).

O Pb forma cinco óxidos:

- Subóxido de chumbo, Pb_2O ;
- Monóxido de chumbo, litargírio, massicote, PbO ;
- Tetróxido triplúmbico, chumbo vermelho, mínio, Pb_3O_4 ;
- Sesquióxido de chumbo, Pb_2O_3 ;
- Dióxido de chumbo, PbO_2 .

O Pb (+2) é o estado de oxidação mais comum do Pb além de ser iônico é estável, comparado com o Pb (+4), que é oxidante (MELLOR, 1967).

Há um gradativo aumento na estabilidade dos di-haletos na seguinte ordem: (LEE, 2008).



Os compostos PbX_2 são muito mais estáveis que os compostos PbX_4 . O Pb é o único elemento do Grupo 14 com cátions bem definidos. Todos os sais PbX_2 podem ser obtidos à partir de um sal de Pb^{+2} solúvel em água. (LEE, 2008)



Em solução é possível reconhecer os sais de chumbo pela formação de um precipitado branco de cloreto de chumbo, obtidos quando é adicionado ácido clorídrico, o precipitado é solúvel em água quente e quando resfriado cristaliza-se sob a forma de agulhas brancas (LEE, 2008).

3.5 A 8-HIDROXIQUINOLINA

Para Almeida (2008) a 8-Hidroxiquinolina (8QL) é um agente complexante que pertence ao grupo das oxinas usada na determinação por via espectrofotométrica e extração de metais. Possui boa solubilidade em solventes orgânicos.

Segundo Zorel et al., (2001), a oxina, como também é chamada, é objeto de estudos em diferentes sistemas, tais como na separação e quantificação de metais, para a formação dos complexos metálicos. A obtenção de quelatos formados pela 8-hidroxiquinolina é extremamente dependente do pH e do meio de precipitação.

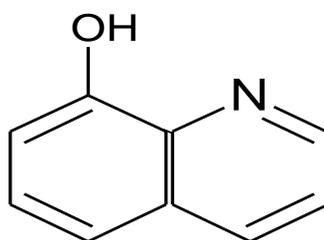


Figura 4 - Fórmula estrutural da 8-Hidroxiquinolina.

A 8-hidroxiquinolina forma quelatos com metais, pois pode se ligar através de dois átomos (oxigênio e nitrogênio). A fórmula geral desses quelatos é $M(C_9H_6ON)_n$ onde n é a carga do íon metálico (Vogel, 2002).

A estrutura abaixo mostra como ocorre à ligação entre a 8-hidroxiquinolina e o metal (LEE, 2008).

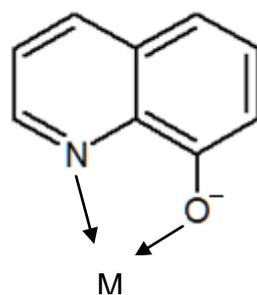


Figura 5 - Íon 8-hidroxiquinolinato se ligando ao metal

3.6 LIGAÇÕES EM COMPLEXOS DE TRANSIÇÃO.

Existem três teorias que explicam as ligações entre o metal e os ligantes nos complexos, todas elas foram formuladas na década de 30 (ATKINS & SHRIVER, 2006).

A Teoria da ligação de valência foi criada por Pauling, assim explicando que os compostos de coordenação contêm íons complexos, nos quais os ligantes formam ligações coordenadas com o metal, sendo assim o ligante deve ter um par de elétrons livres e o metal um orbital vazio de energia similar para formar a ligação. A partir desse dado, pode-se deduzir a forma e a estabilidade do complexo (ATKINS & SHRIVER, 2006).

3.6.1 Teoria do campo cristalino

Essa teoria foi proposta por Bethe e van Vleck. A força de atração entre o metal central e os ligantes do complexo é considerada como sendo de natureza puramente eletrostática. Assim, as ligações nos complexos podem ser consideradas como sendo por atração íon-íon (ATKINS & SHRIVER, 2006).

A teoria é bastante simples e tem sido usada para a explicação dos espectros eletrônicos e das propriedades magnéticas dos complexos de transição.

A teoria do campo cristalino modificada para conter as atribuições covalentes é denominada teoria do campo ligante, nessa teoria é possível três tipos de interações: interação σ , π ou $d\pi - p\pi$ (ATKINS & SHRIVER, 2006).

3.6.2 Teoria dos orbitais moleculares.

São integralmente consideradas nessa teoria tanto as contribuições covalentes como as iônicas.

3.6.3 Teoria do campo cristalino.

Segundo Shriver Atikins (2006), na teoria do campo cristalino, o par isolado do ligante é considerado um ponto de carga negativa (ou a carga parcial negativa de um dipolo elétrico) que repele os elétrons dos orbitais d do íon metálico central. Esta teoria baseia-se no desdobramento dos orbitais d em grupos com energias diferentes e usa este desdobramento para justificar e correlacionar o espectro óptico, a estabilidade termodinâmica e as propriedades magnéticas.

3.6.4 Complexos octaédricos.

No campo cristalino octaédrico, os orbitais d são desdobrados em orbitais de menores energias e triplamente degenerados (t_{2g}) e em orbitais de maior energia duplamente degenerados (eg), separados por uma variação de energia Δ_o (ATKINS & SHRIVER, 2006).

Para os complexos octaédricos são utilizados modelos de seis pontos de cargas negativas representando os ligantes são distribuídos em forma octaédrica ao redor do íon metálico central, essas cargas interagem fortemente com o íon metálico central, assim originando a estabilidade do complexo (ATKINS & SHRIVER, 2006).

Os elétrons dos orbitais d_{z^2} e $d_{x^2-y^2}$, estão localizados em regiões de maior energia que os elétrons dos orbitais d_{yz} , d_{zx} e d_{xy} . (ATKINS & SHRIVER, 2006).

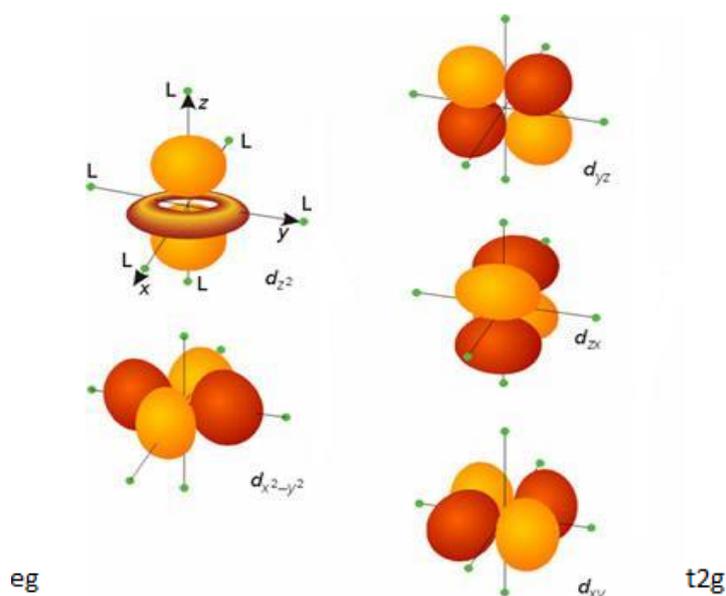


Figura 6 - Modelos dos orbitais d_{z^2} e $d_{x^2-y^2}$, e d_{yz} , d_{zx} e d_{xy} .

Fonte: E-Ciência (2010)

Este arranjo mostra que os dois orbitais e_g possuem a mesma energia e os três orbitais t_{2g} também possuem energias iguais. Sendo assim a separação dos dois conjuntos (e_g e T_{2g}) é chamada de parâmetro de desdobramento do campo ligante, Δ_o (onde "o" é o campo ligante octaédrico) (ATKINS & SHRIVER, 2006).

O parâmetro de desdobramento do campo ligante é organizado desta forma:

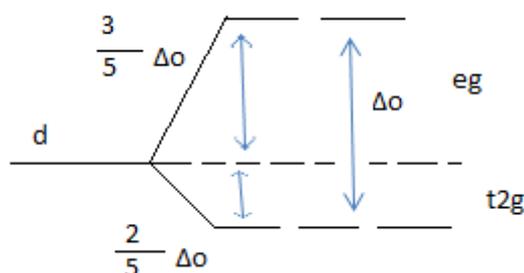


Figura 7 - Parâmetro de desdobramento do campo ligante.

O parâmetro de desdobramento do campo ligante possui uma variação de acordo com a identidade do ligante em questão, ou da identidade do íon metálico, por causa dessa característica, Ryutarō Tsuchida esquematizou um arranjo para os ligantes, definindo assim a série espectroquímica, a qual os elementos estão organizados em ordem crescente da energia das transições que ocorrem quando estão presentes nos complexos (ATKINS & SHRIVER, 2006).

De acordo com a natureza do ligante.

$I^- < Br^- < S^{2-} < SCN^- < Cl^- < NO_2^- < N_3^- < F^- < OH^- < C_2O_4^{2-} < H_2O < NCS^- < CH_3CN < py < NH_3 < en < bipy < phen < NO_2^- < PPh_3 < CN^- < CO$
(CAMPO FORTE)

De acordo com a identidade do metal.

$Mn^{+2} < Ni^{+2} < Co^{+2} < Fe^{+2} < Co^{+3} < Mo^{+3} < Rh^{+3} < Ru^{+3} < Pd^{+4} < Ir^{+3} < Pt^{+4}$ (CAMPO FORTE)

Um ligante que dá origem a uma transição de alta energia é chamado de ligante de campo forte, enquanto que aquele que origina uma transição de baixa energia é chamado de ligante de campo fraco (ATKINS & SHRIVER, 2006).

Como citado em LEE (2008), os complexos com maior número de elétrons desemparelhados é denominado configuração de spin alto, e o que possui menos

elétrons desemparelhados possuirá configuração de spin baixo. Sendo assim um ligante de campo fraco, causará apenas um pequeno desdobramento dos níveis de energia e o Δ_o será pequeno, nesse caso será energeticamente mais favorável que os elétrons ocupem o nível superior e_g e formem um complexo de spin alto, ao invés de emparelhar os elétrons. Por outro lado os ligantes de campo forte provocarão um grande desdobramento do campo cristalino e a energia necessária para emparelhar os elétrons, será menos que Δ_o , e o complexo será de spin baixo.

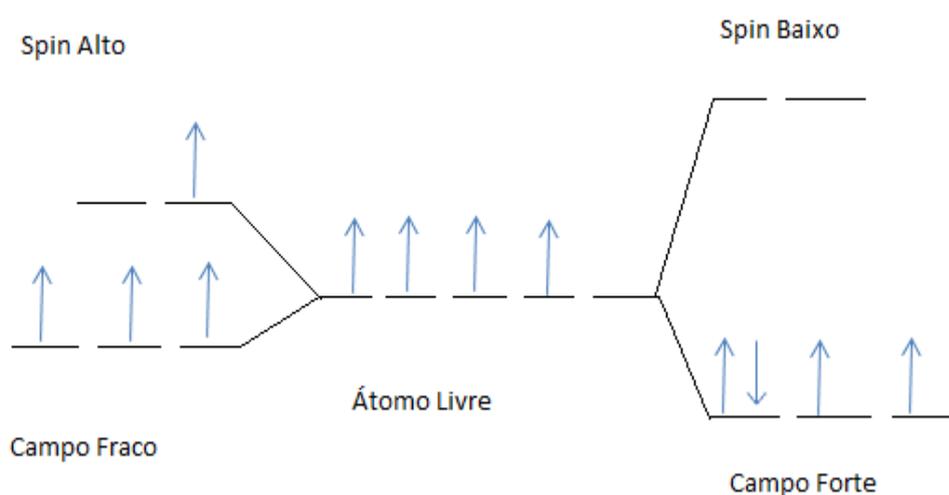


Figura 8 - Esquema do efeito dos campos ligantes fortes e fracos na ocupação dos orbitais para um complexo d4.

3.6.5 Energia de estabilização do campo ligante (EECL).

A EECL para compostos octaédricos, em relação ao baricentro a energia do orbital t_{2g} é de $-0,4\Delta_o$ e a do orbital e_g é de $+0,6\Delta_o$, como mostrado na figura 7.

Assim obtemos a seguinte fórmula.

$$EECL = (0,4x - 0,6y) \Delta_o$$

Onde x é a quantidade de elétrons no orbital t_{2g} e y é a quantidade de elétrons no orbital e_g .

Conforme SHERIVER & ATIKINS (2006). "A EECL é geralmente uma pequena fração da interação total entre o átomo metálico e os ligantes, a qual aumenta da esquerda para direita ao longo de um período devido ao decréscimo no raio dos íons M^{2+} ao longo da série."

Segundo SHERIVER & ATKINS (2006) a teoria do campo ligante é uma aplicação da teoria dos orbitais moleculares, porém mais concentrada nos orbitais d do átomo metálico central.

3.6.6 Espectro eletrônico dos complexos.

As bandas de transferência de carga tem origem nas transições de transferência de carga eletrônicas dos elétrons entre orbitais diferentes, sendo que um deles possui caráter de ligante e o outro um caráter de metal, esse tipo de transição é vista devido sua alta intensidade e pela sensibilidade de suas energias (ATKINS & SHRIVER, 2006).

De acordo com SHRIVER & ATKINS (2006), altas intensidades em um espectro sugerem que a transição não é uma simples transição de campo ligante, mas sim uma transição de transferência de carga (TC).

Em uma TC, um elétron desloca-se entre um orbital que possui um caráter de ligante e o outro tem um caráter predominantemente de metal, a mudança do elétron do ligante para o metal se denominará transição de transferência de carga do ligante para o metal (TCLM), mas se a migração ocorre ao contrário, será denominada de transferência de carga metal para o ligante (ATKINS & SHRIVER, 2006).

3.6.7 Regra de seleção de spin.

Para SHRIVER & ATKINS (2006), "as transições eletrônicas com mudança de multiplicidade são proibidas; as intensidades das transições proibidas por spin são maiores para complexos de metais 4d e 5d do que para os complexos de metais 3d comparáveis."

3.6.8 Regra de Laport.

"A regra de Laport afirma que em uma molécula ou íon centrossimétrico, as únicas transições permitidas são aquelas acompanhadas por uma mudança de paridade, isto significa que transições entre g e u são permitidas, mas um termo g

não pode sofrer uma transição para outro termo g e um termo u não pode sofrer transição para outro termo u.” (ATKINS & SHRIVER, 2006).

Em um complexo centrossimétrico, as transições d-d de um campo ligante são g \leftrightarrow g, sendo assim são proibidas. O caráter proibido implica com uma intensidade relativamente baixa em complexos octaédricos (ATKINS & SHRIVER, 2006).

Tabela 1 - Intensidade das bandas espectroscópicas para complexos 3d.

Tipo de banda	$\epsilon_{\text{máx}} / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1})$
Proibida por spin	< 1
d -d, proibida por Laporte	20 a 100
d-d, permitida por Laporte	≈ 500
Permitida por simetria, Transferência de carga.	1000 a 50000

3.6.9 Tanabe-Sugano

Shriver & Atkins (2008), descrevem o diagrama de Tanabe-Sugano como sendo “diagramas de correlação que descrevem as energias dos estados eletrônicos dos complexos em função da força do campo ligante.”. Nesses diagramas é possível ver os desdobramentos para todos os termos atômicos em que há desdobramento. É importante ressaltar que os termos de simetria não se cruzam, assim “quando o aumento do campo ligante faz com dois termos de campo fraco de mesma simetria se aproximem, eles se curvam, afastando-se um do outro.”

3.7 COMPLEXOS

Para química, o termo complexo significa que um átomo metálico central ou íon é rodeado por uma série de ligantes. Um ligante é um íon ou molécula que pode ter uma existência independente, cada ligante tem pelo menos um par de elétrons livres com o qual se liga ao íon ou átomo central por covalência coordenada. Um complexo é uma combinação de um ácido de Lewis (o átomo central) com um número de bases de Lewis (os ligantes). O átomo da base de Lewis que forma a ligação ao átomo central é chamado de átomo doador (ATKINS & JONES, 2006), (SHRIVER & ATKINS, 2003).

A capacidade de formar complexos contrasta muito com o fato dos elementos dos blocos s e p formarem somente alguns complexos. Os elementos de transição têm elevada tendência de formar complexos, pois eles formam íons pequenos com carga elevada, com orbitais vazios de baixa energia capazes de receber pares isolados de elétrons doados por outros grupos ou ligantes. Complexos em que o metal está no estado de oxidação (+3) geralmente são mais estáveis que aqueles onde o metal está no estado (+2) (LEE, 2008).

Os ligantes polidentados podem produzir um quelato, um complexo no qual um ligante forma um anel que inclui o átomo metálico (LEE, 2008).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 PREPARO DAS SOLUÇÕES.

Para o preparo das soluções foram necessários os seguintes materiais e reagentes.

Tabela 2 - Materiais e Reagentes

<i>MATERIAIS</i>	<i>REAGENTES</i>
Balão volumétrico (250 mL e 100mL)	Nitrato de níquel
Espátula	Nitrato de chumbo
Vidro de relógio	Ácido acético
Pipeta volumétrica	8 – hidroxiquinolina em pó
Béqueres (250 mL)	Água destilada
Pipetador	
Espectrofotômetro Shimatzu	

Fonte: Autoria própria

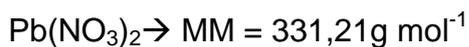
A primeira etapa do trabalho foi preparar soluções de concentrações $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ com o Ni, Pb e a 8-QL diluída em ácido acético concentrado.

Através destes cálculos:

Soluções com concentração de $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e volume de 250 mL.



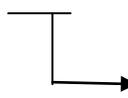
$$[\] = m/\text{MM} \cdot V_{(L)} \rightarrow 0,1 = m/290,31 \cdot 0,250 \rightarrow m = 7,25775 \text{ g}$$



$$\begin{array}{l} \text{---} \\ | \\ \text{---} \rightarrow m = 8,28025 \text{ g} \end{array}$$

Solução com concentração de $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e volume de 1000 mL. Esta solução foi preparada diluindo 14,516 g de 8HQ em ácido acético concentrado.

$$8\text{HQ} \rightarrow \text{MM} = 145,16\text{g mol}^{-1}$$



$$m = 14,516\text{ g}$$

A partir das soluções de $0,1\text{mol L}^{-1}$ foram feitas novas amostras, de concentrações diferentes as quais seriam $0,01$; $0,04$; $0,06$; $0,08\text{ mol L}^{-1}$, dos metais com o intuito de formular suas curvas padrões.

Para dar continuidade a pesquisa, medimos através das soluções dos metais e do ligante já preparado anteriormente, de concentrações definidas ($0,1\text{ mol L}^{-1}$), seus determinados espectros de absorvância, com o uso do espectrofotômetro Shimatzu, e assim verificamos o comprimento de onda de máxima absorvância para cada amostra.

Também foram preparados misturas de metal/ligante em diferentes proporções, 1:1, 1:2, 1:3 e 1:4 (a partir das soluções $0,1\text{ mol L}^{-1}$ como mostrado na tabela 3), as quais foram feitas varreduras para verificar suas máximas absorvâncias e seu nível de complexação, com a finalidade de estudar quais concentrações seriam mais propícias a uma melhor formação de complexos com os metais estudados.

Tabela 3 - Misturas de metal/ligante em diferentes proporções

<i>Volume metal/mL</i>	<i>Volume ligante/mL</i>	<i>Volume água/mL</i>	<i>Volume total/mL</i>
10	10	40	60
10	20	30	60
10	30	20	60
10	40	10	60

Fonte: Autoria própria

5 RESULTADO E DISCUSSÕES

5.1 CURVA DE CALIBRAÇÃO

Com o auxílio da curva de calibração, foram realizadas varreduras espectrofotométricas para observar o pico de maior absorbância para os metais em estudo (Ni e Pb). As soluções foram feitas em diferentes concentrações $0,01 \text{ mol L}^{-1}$; $0,04 \text{ mol L}^{-1}$; $0,06 \text{ mol L}^{-1}$; $0,08 \text{ mol L}^{-1}$.

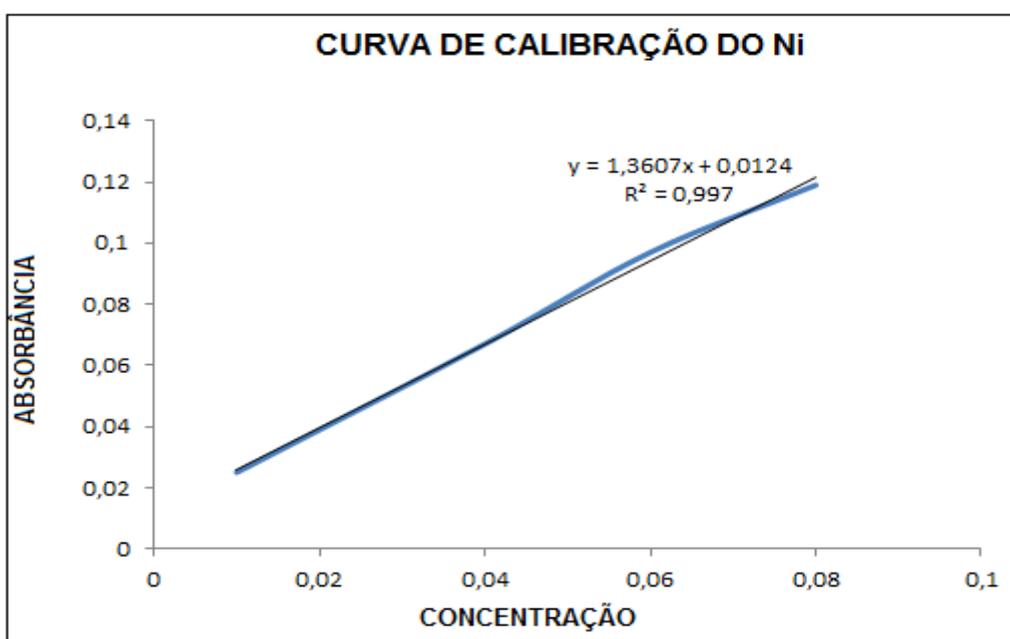


Figura 9 - Curva de calibração do Ni

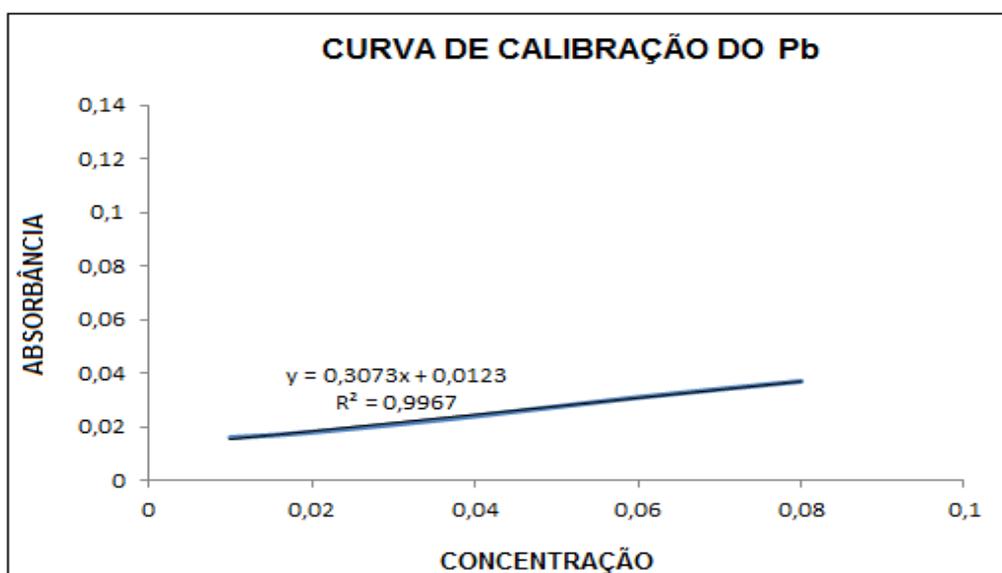


Figura 10 - Curva de calibração do Pb

5.2 O Ni

Após a realização das varreduras espectrofotométricas das diversas concentrações do Ni^{+2} em solução, verificaram-se que a solução de concentração de $0,08 \text{ mol L}^{-1}$ é a que apresenta as bandas de absorção mais definidas (três bandas), sendo assim é visto que, com o aumento da concentração facilitar-se-á a formação de NiO_2 , como é possível visualizar na Figura 11 abaixo.

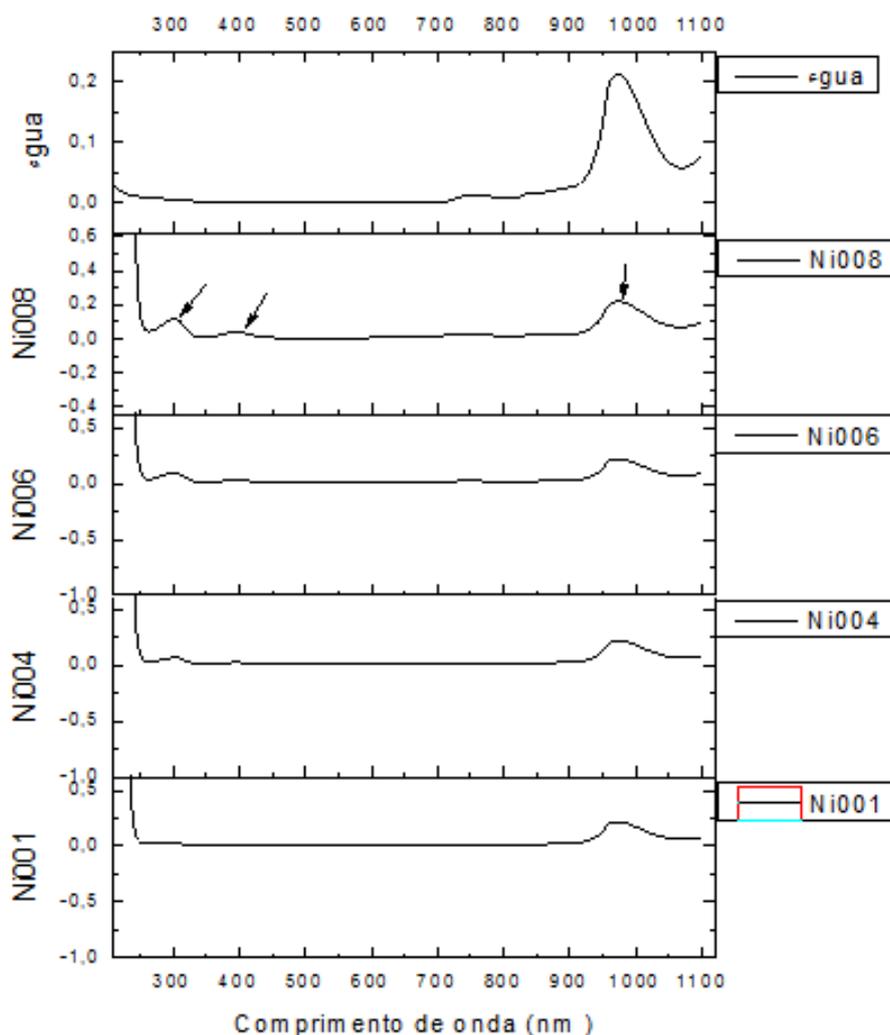


Figura 11 – Espectros de absorção da água e das soluções de Ni em diferentes concentrações

É possível observar uma banda bem definida em aproximadamente 950 nm. Nota-se que essa banda está presente até nas concentrações mais baixas, as quais não apresentam outras bandas características.

Por se tratar de uma solução aquosa, foi feita a varredura para a água destilada, e foi obtido o gráfico da figura 12.

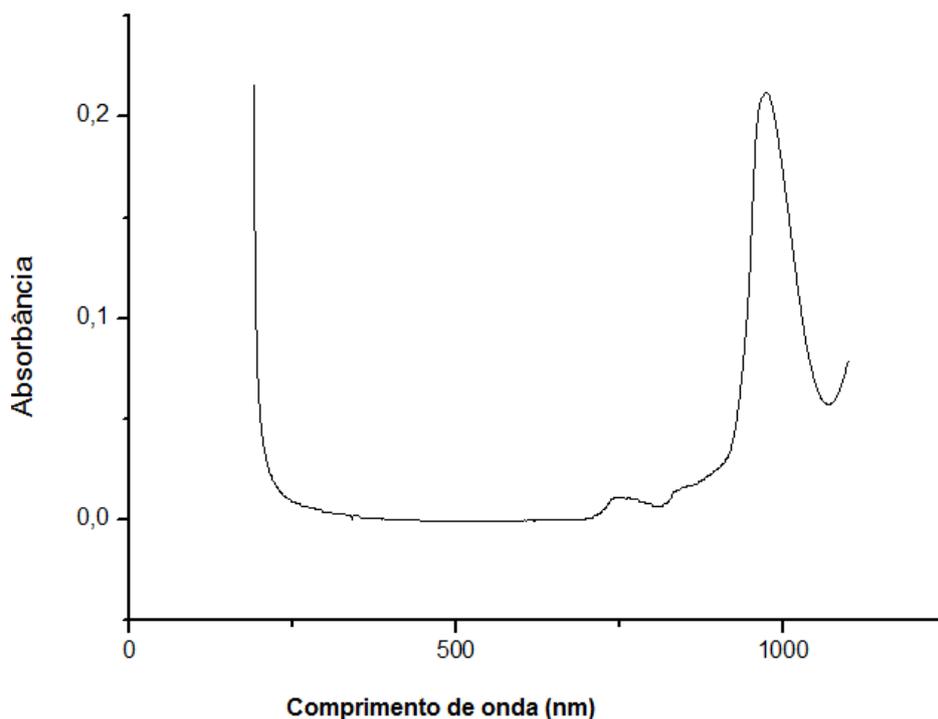


Figura 12 – Espectro de absorvância da água destilada

Assim conclui-se que a banda de aproximadamente 950 nm, pertence à água destilada.

Nesta varredura a banda aparece em aproximados 1000 nm, isso ocorre por que ela não está na presença do Ni^{2+} .

A varredura também foi realizada para o ligante, 8QL, e no gráfico abaixo observa-se qual é o seu comprimento de onda de máxima absorvância.

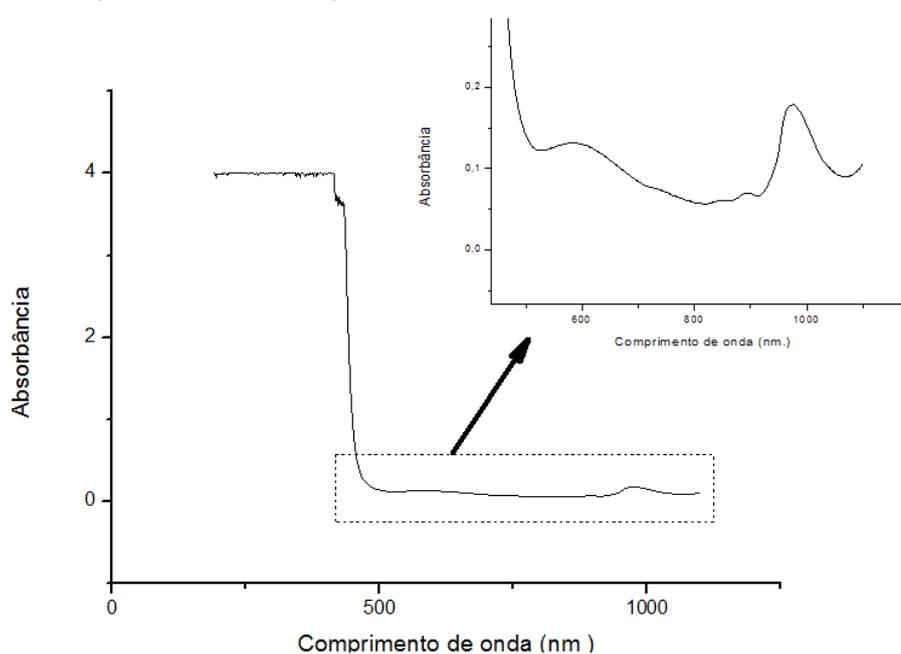


Figura 13 - Espectro de absorvância da 8-Hidroxiquinolina

A etapa anterior foi realizada basicamente para que seja possível distinguir as bandas características do metal, do ligante e as do complexo.

A complexação do metal foi feita em diferentes proporções de metal/ligante (1:1, 1:2, 1:3, 1:4). As diferentes proporções têm por objetivo identificar em qual delas haverá complexação e será completa e mais eficiente.

O Ni^{2+} por ser um metal de transição possibilitou identificar, além da sua complexação, também as suas transições de campo ligantes, permitidas ou proibidas.

No gráfico da Figura 14 do Níquel 1:1, observamos que:

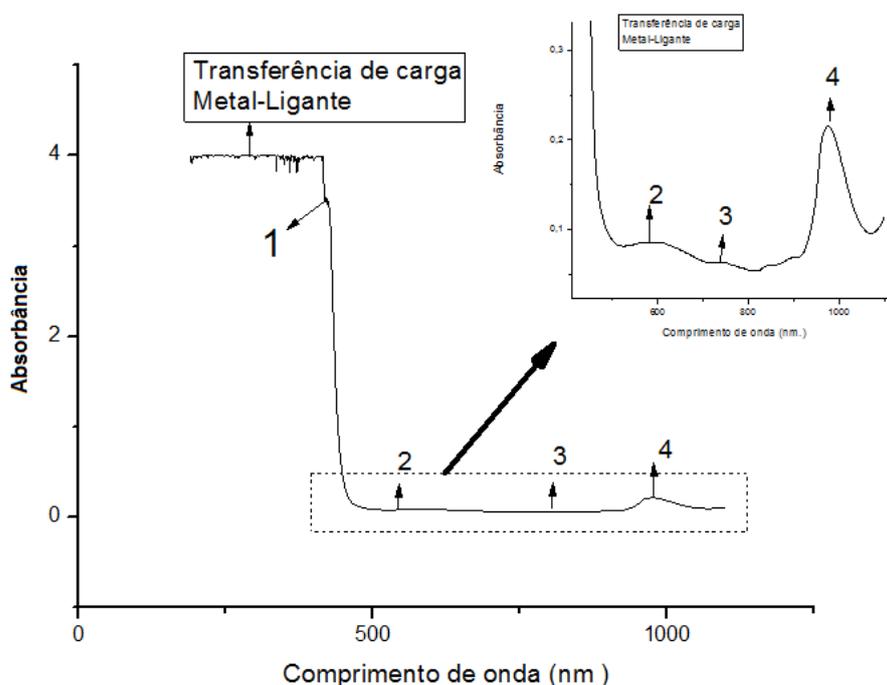


Figura 14 - Espectro de máxima absorvância do Ni 1:1

Analisando o gráfico da Figura 14, percebe-se que no comprimento de onda de aproximadamente 420 nm, há uma transferência de carga do metal para o ligante, que ocorre quando um elétron é transferido do orbital do metal para o orbital do ligante. No comprimento de onda de 592nm há uma banda, pois ocorre uma transição de campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_2$, sendo esta transição permitida por spin. Já no comprimento de onda de aproximadamente 740nm ocorre uma transição proibida por spin e uma transição do campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^1E$. A ultima banda em 975nm

é atribuída como sendo a curvatura característica da água, como observado no espectro de varredura na Figura 12.

A tabela a seguir relaciona as bandas nos seus devidos comprimentos de onda, com as suas respectivas transições do campo ligante.

Tabela 4 – Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Níquel referente à figura 14

Ni 1:1	ϵ ($\text{dm}^3\text{cm}^{-1}\text{mol}^{-1}$)	Comprimento de onda (nm)	Proibida por spin	Permitida por spin	Transição do campo ligante
Banda 1	34,97	420			TCML
Banda 2	0,86	592		x	${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_2$
Banda 3	0,64	740	x		${}^3A_{2g} \rightarrow {}^1E$
Banda 4	2,15	975			Banda da água

Fonte: Autoria própria

Como trabalhou-se com um ligante quelante e nesse caso com proporções 1:1, haverá total complexação.

No gráfico de Níquel 1:2 observamos que:

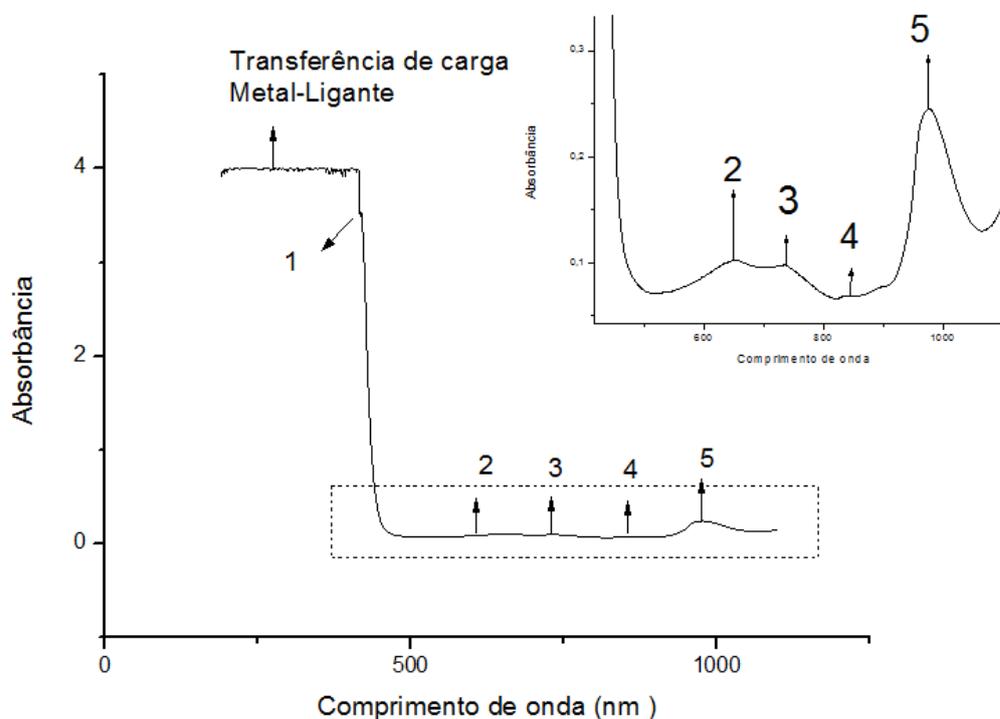


Figura 15- Espectro de máxima absorbância do Ni 1:2

Analisando o gráfico da Figura 15, percebe-se que no comprimento de onda de aproximadamente 417nm, há uma transferência de carga do metal para o ligante, que ocorre quando um elétron é transferido do orbital do metal para o orbital do ligante. No comprimento de onda de 651nm há uma banda, pois ocorre uma transição de campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_2$, sendo esta transição permitida por spin. Na terceira banda em 736nm ocorre uma transição permitida por spin com transição do campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_1$. Já no comprimento de onda de aproximadamente 845nm ocorre uma transição proibida por spin e uma transição do campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^1E$. Na ultima banda em 975nm é atribuída como sendo a curvatura característica da água, como observado no espectro de varredura na Figura 12.

Pode-se montar a seguinte tabela, que relaciona as bandas nos seus devidos comprimentos de onda, com as suas respectivas transições do campo ligante.

Tabela 5 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Níquel referente à figura 15

Ni 1:2	$\epsilon(\text{dm}^3\text{cm}^{-1}\text{mol}^{-1})$	Comprimento de onda (nm)	Proibida por spin	Permitida por spin	Transição do campo ligante
Banda 1	35,15	417			TCML
Banda 2	1,02	651		X	${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_2$
Banda 3	0,98	736		X	${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_1$
Banda 4	0,69	845	X		${}^3A_{2g} \rightarrow {}^1E$
Banda 5	0,98	975			Banda da água

Fonte: Autoria própria

Agora utilizando o dobro de ligante é possível notar uma melhora na formação do complexo, levando em comparação ao primeiro espectro de máxima absorvância do Níquel na razão de 1:1.

No gráfico da Figura 16 do Níquel 1:3 observamos que:

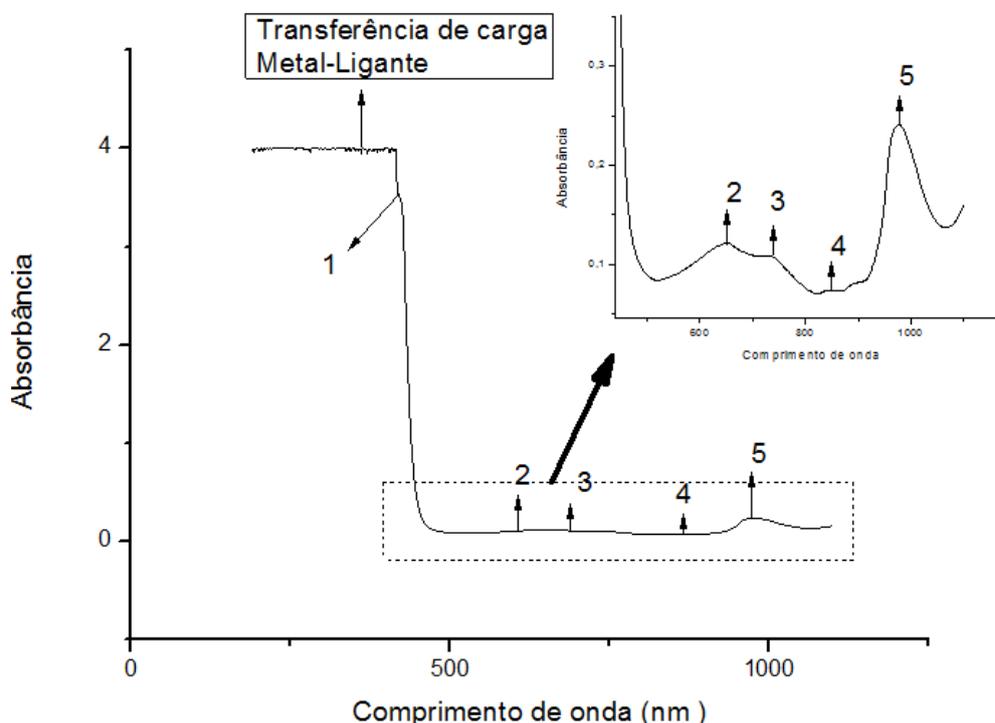


Figura 16 - Espectro de máxima absorvância do Ni 1:3

Analisando o gráfico da Figura 16, percebe-se que no comprimento de onda de aproximadamente 420nm, há uma transferência de carga do metal para o ligante, que ocorre quando um elétron é transferido do orbital do metal para o orbital do ligante. No comprimento de onda de 646nm há uma banda, pois ocorre uma transição de campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_2$, sendo esta transição permitida por spin. Na terceira banda em 736nm ocorre uma transição permitida por spin com transição do campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_1$. Já no comprimento de onda de aproximadamente 845nm ocorre uma transição proibida por spin e uma transição do campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^1E$. Na ultima banda em 975nm é atribuída como sendo a curvatura característica da água, como observado no espectro de varredura na Figura 12.

Pode-se montar a seguinte tabela, que relaciona as bandas nos seus devidos comprimentos de onda, com as suas respectivas transições do campo ligante.

Tabela 6 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Níquel referente à figura 14

Ni 1:3	$\epsilon (dm^3 cm^{-1} mol^{-1})$	Comprimento de onda (nm)	Proibida por spin	Permitida por spin	Transição do campo ligante
Banda 1	35,11	420			TCML
Banda 2	1,21	646		X	${}^3A_2 \rightarrow {}^3T_2$

Banda 3	1,08	736		X	${}^3A_2 \rightarrow {}^3T_1$
Banda 4	0,73	845	X		${}^3A_2 \rightarrow {}^1E$
Banda 5	2,41	975			Banda da água

Fonte: Autoria própria

Com essa proporção notamos que ocorre a complexação, pois a banda referente ao metal é pequena em comparação a banda do complexo.

No gráfico da Figura 17 do Ni 1:4 observamos que:

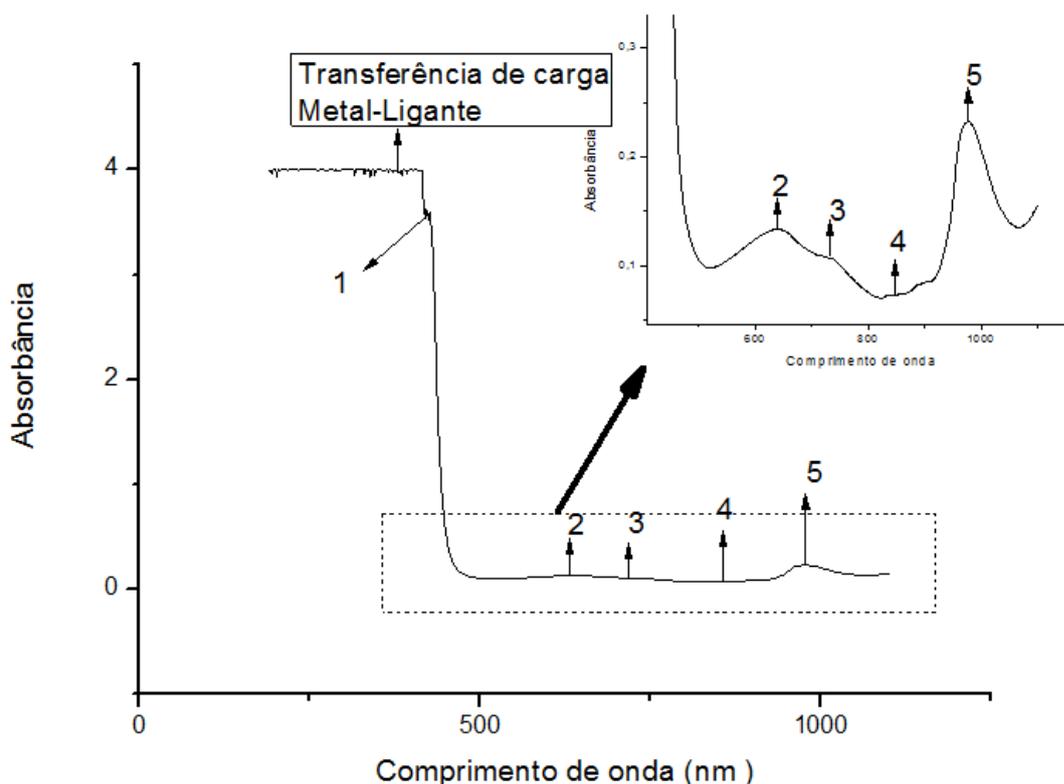


Figura 17 - Espectro de máxima absorvância do Ni 1:4

Analisando o gráfico da Figura 17, percebe-se que no comprimento de onda de aproximadamente 423nm, há uma transferência de carga do metal para o ligante, que ocorre quando um elétron é transferido do orbital do metal para o orbital do ligante. No comprimento de onda de 638nm há uma banda, pois ocorre uma transição de campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_2$, sendo esta transição permitida por spin. Na terceira banda em 732nm ocorre uma transição permitida por spin com transição do campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_1$. Já no comprimento de onda de aproximadamente 846nm ocorre uma transição proibida por spin e uma transição do campo ligante de ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^1E$. Na última banda em 975nm é atribuída como sendo a curvatura característica da água, como observado no espectro de varredura na Figura 12.

Pode-se montar a seguinte tabela, que relaciona as bandas nos seus devidos comprimentos de onda, com as suas respectivas transições do campo ligante.

Tabela 7 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Níquel referente à figura 17

Ni 1:4	$\epsilon(\text{dm}^3 \text{cm}^{-1} \text{mol}^{-1})$	Comprimento de onda (nm)	Proibida por spin	Permitida por spin	Transição do campo ligante
Banda 1	35,75	423			TCML
Banda 2	1,33	638		X	$^3A_2 \rightarrow 3T_2$
Banda 3	1,07	732		X	$^3A_2 \rightarrow 3T_1$
Banda 4	0,73	846	X		$^3A_2 \rightarrow 1E$
Banda 5	2,32	975			Banda da água

Fonte: Autoria própria

Na Figura 18 observamos as diferentes proporções e assim observa-se que 1:3 ocorre formação do complexo, pois possui um excesso de ligante na solução.

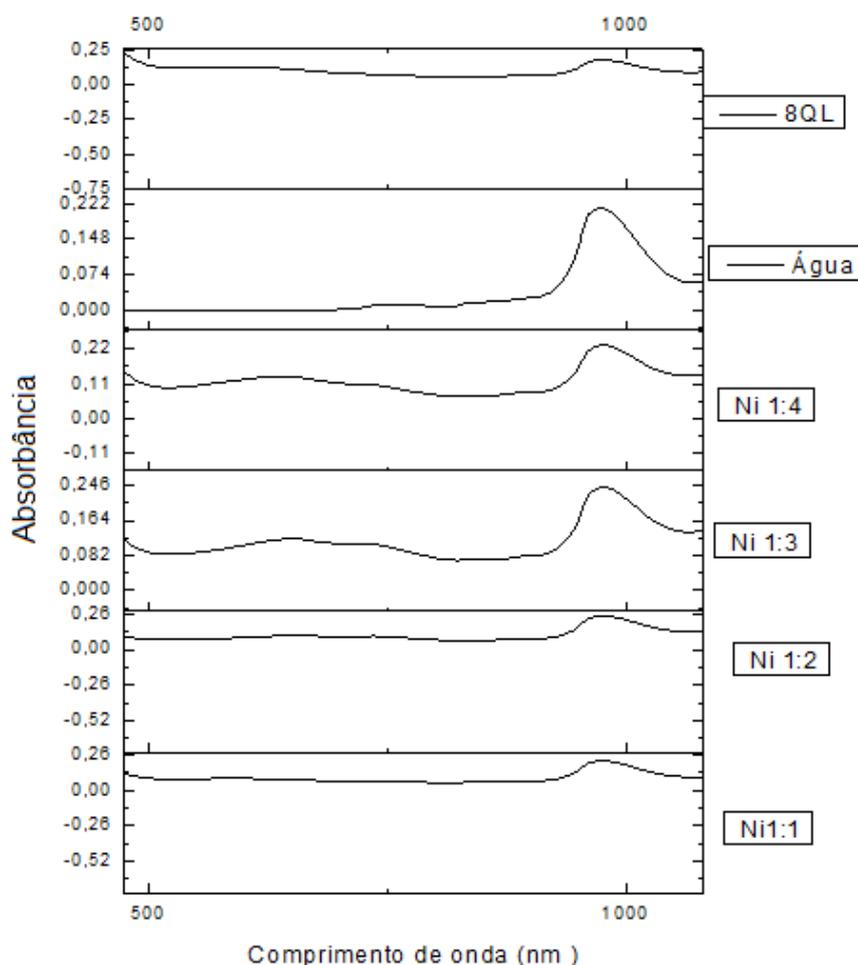


Figura 18 - Comparação das diversas formações de complexos em diferentes proporções

É difícil observar a diferença entre os gráficos, porém nota-se que a proporção 1:3 mostra o início da formação de complexo, pois a banda do complexo é mais definida em comparação com os outros de proporção menor.

5.3 O Pb

Apesar do Pb possuir muitas características parecidas com os metais de transição, não foi possível observar as bandas de formação de complexo.

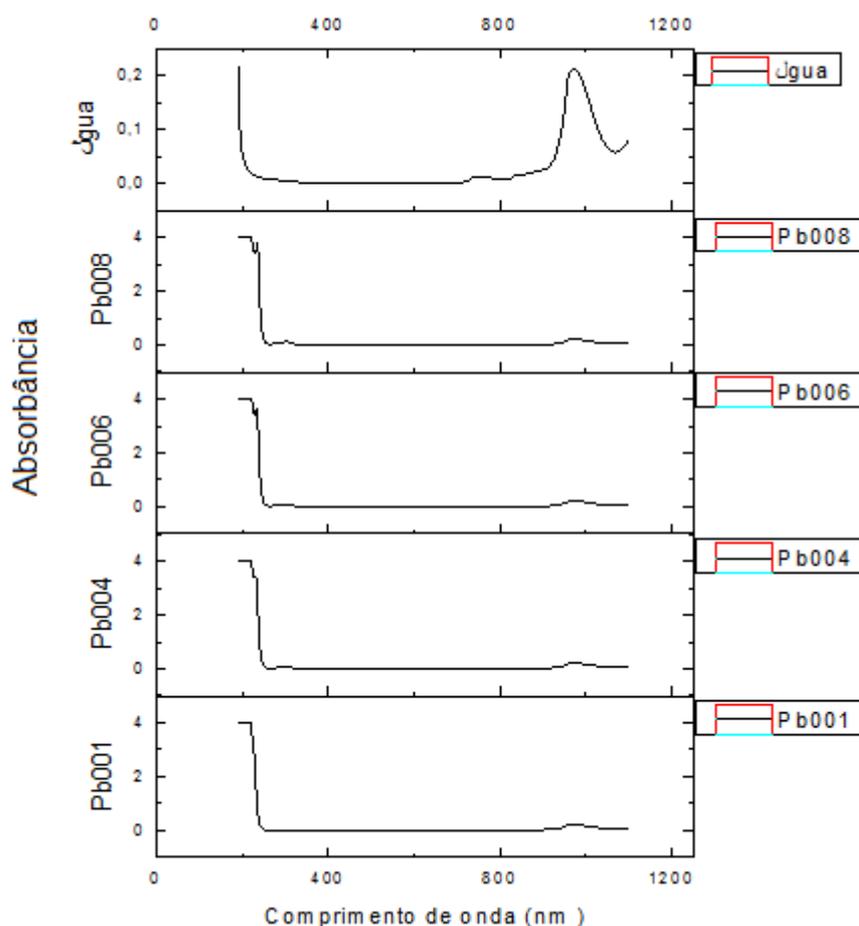


Figura 19 - Comparação das diversas concentrações de chumbo

Como mostra na Figura 18, a varredura do chumbo nos mostrou apenas duas bandas, a banda característica da água por volta de 950nm, e banda do Pb em aproximadamente 350nm

Nas Figuras 20, 21, 22 e 23 são mostrados os espectros de varreduras das diversas proporções de Pb com a 8-hidroxiquinolina.

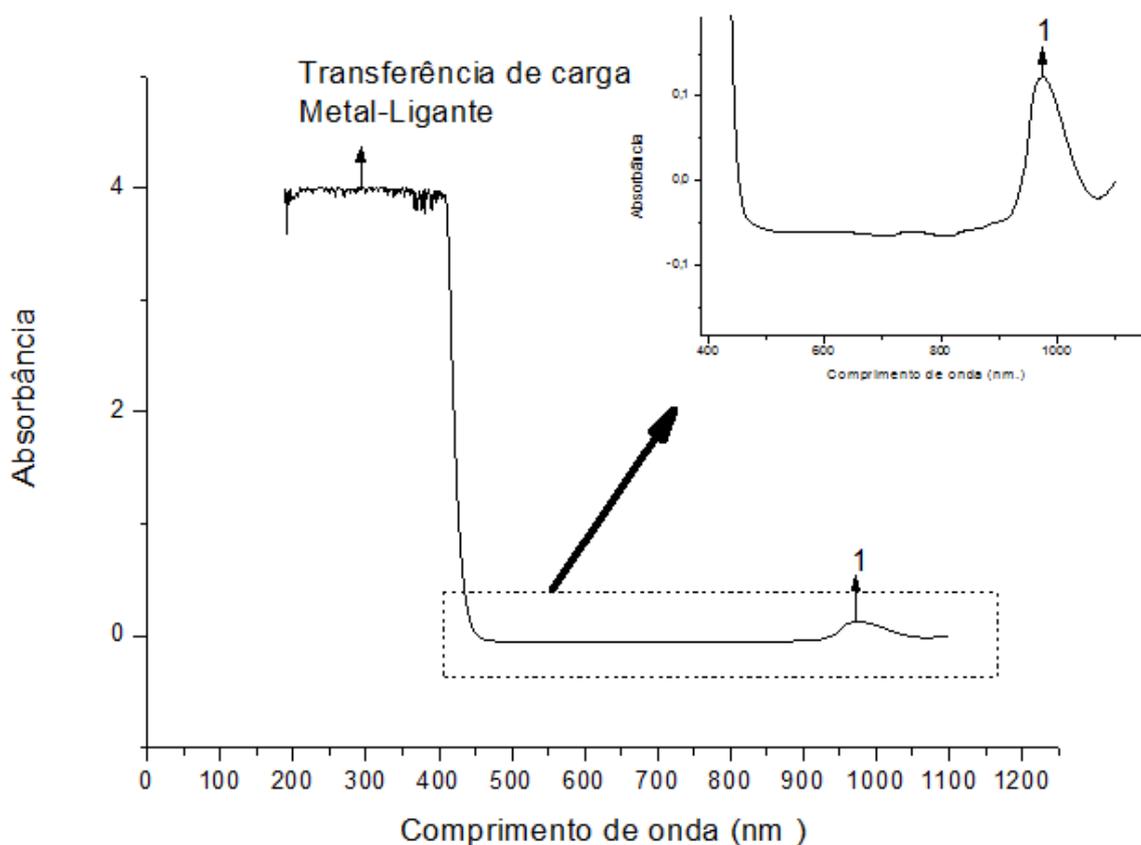


Figura 20 - Espectro de máxima absorvância do Pb 1:1

Na Figura 20 é possível apenas ver 1 banda em torno de 975nm que é atribuída como sendo a curvatura característica da água, como observado no espectro de varredura na Figura 12.

Tabela 8 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Chumbo referente à figura 20

<i>Pb 1:1</i>	$\epsilon(dm^3cm^{-1}mol^{-1})$	<i>Comprimento de onda (nm.)</i>
Banda 1	1,23	975

Fonte: Aatoria própria

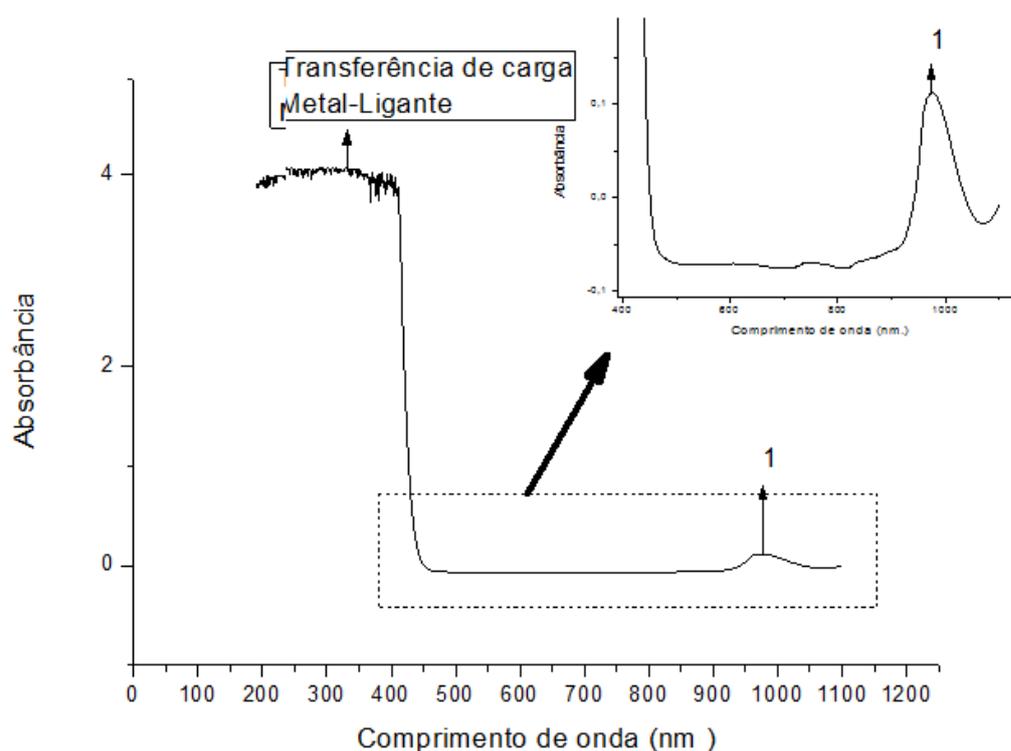


Figura 21 - Espectro de máxima absorvância do Pb 1:2

Na Figura 21 é possível apenas ver uma banda em torno de 975nm que é atribuída como sendo a curvatura característica da água, como observado no espectro de varredura na Figura 12.

Tabela 9 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Chumbo referente à figura 21

<i>Pb 1:2</i>	$\epsilon(dm^3 cm^{-1} mol^{-1})$	<i>Comprimento de onda (nm)</i>
Banda 1	1,13	975

Fonte: Autoria própria

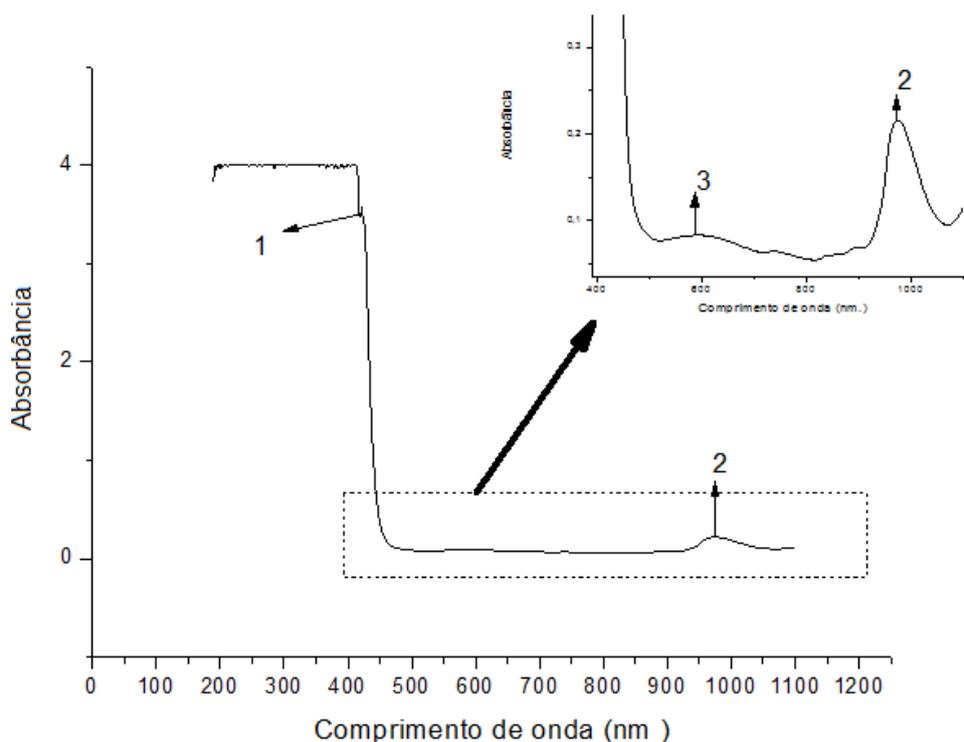


Figura 22 - Espectro de máxima absorvância do Pb 1:3

Estudando a Figura 22 é possível observar três bandas distintas, no qual a primeira banda de aproximadamente 422 possui absorvância de $35,35 \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, a segunda banda é pertencente à água e a terceira banda possui absorvância de $0,84 \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Não foi possível determinar nenhuma transição de campo ligante para o chumbo, pois o mesmo possui subcamadas “d” totalmente preenchidas.

Tabela 10 - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Chumbo referente à figura 22

<i>Pb 1:3</i>	$\epsilon(\text{dm}^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1})$	<i>Comprimento de onda (nm)</i>
Banda 1	35,35	422
Banda 2	2,15	975
Banda 3	0,84	599

Fonte: Autoria própria

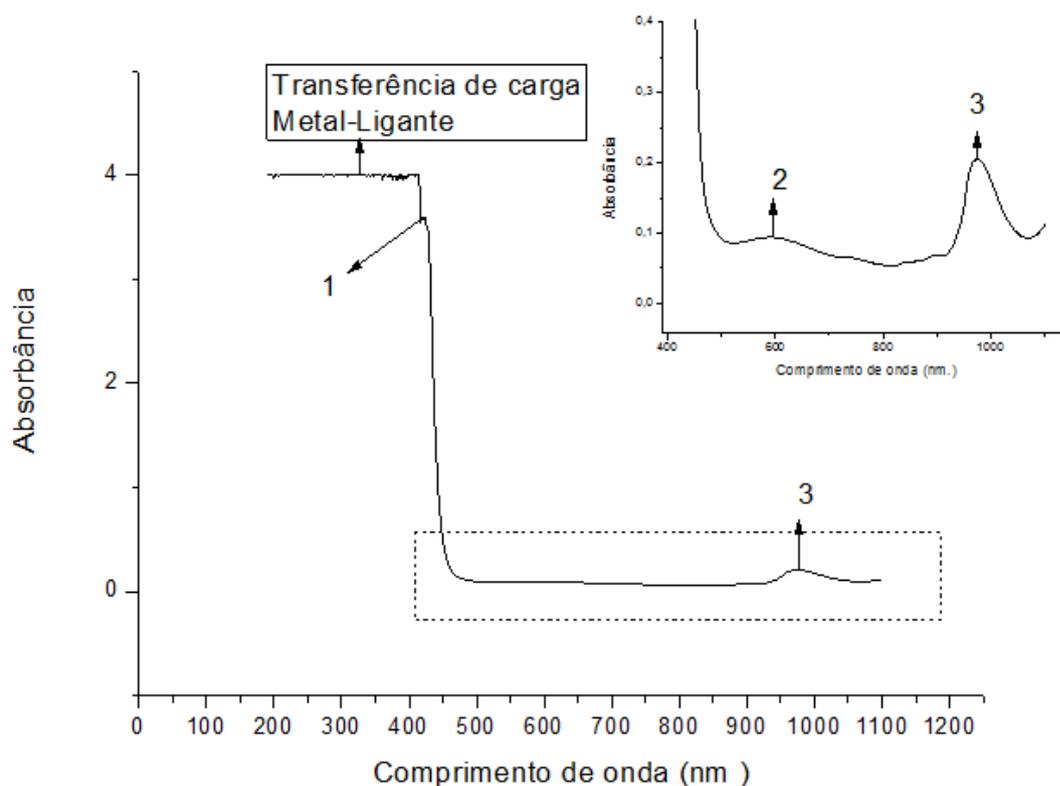


Figura 23 - Espectro de máxima absorvância do Pb 1:4

Estudando a Figura 23 é possível observar três bandas distintas, no qual a primeira banda de aproximadamente 423 possui absorvância de $35,8 \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, a segunda banda possui absorvância de $0,94 \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, e a terceira banda pertence à água.

Não foi possível determinar nenhuma transição de campo ligante para o chumbo, pois o mesmo possui subcamadas “d” totalmente preenchidas.

Tabela 11 - - Interpretação dos resultados obtidos pelas bandas de absorção da solução de Chumbo referente à figura 23

<i>Pb 1:4</i>	$\epsilon(\text{dm}^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1})$	<i>Comprimento de onda (nm)</i>
Banda 1	35,8	423
Banda 2	0,94	593
Banda 3	2,05	975

Fonte: Autoria própria

Não foi possível verificar quais são as transições do campo ligante para o Pb²⁺ pois não há transições d-d, elétron em complexos metálicos d^{10} , porque os orbitais d estão completamente preenchidos. Assim, bandas de absorção de UV-visível não são observadas em um diagrama de Tanabe-Sugano.

Apenas é observada uma banda de transferência de carga metal/ligante proveniente do ligante 8-hidroxiquinolina na região de 950 nm.

6 CONCLUSÕES

Nos meios analíticos estudados não foi possível obter resultados para o complexo de Pb, pois no espectro obtido através da varredura, se observa a ausência das bandas referentes ao complexo formado entre o Pb e a 8-hidroxiquinolina, o chumbo é um d^{10} e não tem transições de campo ligante, portanto não era esperado o espectro para o chumbo.

Entretanto na análise do Ni, foram obtidos resultados interessantes e que atenderam o principal objetivo deste trabalho, que era obter o quelato em solução e caracteriza-lo, além de determinar o comprimento de onda de máxima absorbância.

A precipitação do complexo durante os procedimentos era, teoricamente considerado um problema como é afirmado em Zorel et al. (2001), pois a 8-hidroxiquinolina precipitava quando ela estava sendo diluída, mas com o uso do ácido acético concentrado, não houve precipitação de nenhum dos complexos em estudo.

O mais importante deste trabalho de conclusão de curso, foi afirmar que este método pode ser utilizado para identificar a presença de Ni, e provavelmente outros metais que possuam características semelhantes com o Ni^{2+} , em solução, bastando complexá-los com a 8-hidroxiquinolina.

7 REFERÊNCIAS

ACD Labs. **ACD/3D Sketch v12**. Advanced Chemistry Development, Inc. Toronto, 22 out. De 2008.

ALMEIDA, Eduardo Santos. AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE 8-HIDROXIQUINOLINA E MISTURA HOMOGÊNEA DOS SOLVENTES ÁGUA-ETANOL-CLOROFÓRMIO PARA A DETERMINAÇÃO DE ÍONS Al³⁺. **XII Seminário de Iniciação Científica 2008**. Disponível em <<http://www.ic-fufu.org/anaisufu2008/PDF/IC2008-0116.PDF>> Acesso em 3 de jun de 2011.

ATKINS, P.W., SHRIVER, D.F. **Química inorgânica**. 3º Edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2003.

ATIKINS, P.W. e JONES, L. **Princípios de química, questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3º Edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

ATKINS, P.W., SHRIVER, D.F. **Química inorgânica**. 4º Edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

E-CIENCIA. **Complejo Química**. Disponível em <[http://e-ciencia.com/recursos/enciclopedia/Complejo_\(química\)](http://e-ciencia.com/recursos/enciclopedia/Complejo_(química))>. Acesso em 06 de nov de 2011

EINSTEIN, A. disponível em< <http://www.psicooanalitica.com.br/fisica.htm> >. Acesso em 16 de nov de 2011.

INFOESCOLA, **Espectrofotômetro**. Publicado em julho de 2010. Disponível em <<http://www.infoescola.com/espectrofotometro/>> Acesso em 20/05/2011.

JONES, Chris J. **Química dos Elementos dos blocos d e f**. 1º Edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.

LEE, J.D. **Química Inorgânica não tão concisa**. 7º Edição. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 2008.

MELLOR, JW. **Química Inorgânica Moderna**. 5º Edição. Porto Alegre: Editora Globo, 1967.

SOUZA, Bruno L. Cortez de. **Espectrofotometria UV- Visível**. Publicado em 2007. Escola de Engenharia de Lorena. Disponível em <<http://www.slideshare.net/b.cortez/aula-05-espectrofotometria-uv-vis>> Acesso em 18/05/2011.

VOGEL, Arthur I.. **Análise Química Quantitativa**. 6. Ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2002.

ZIL, Felipe. **The Electro Magnetic Spectrum**. Publicado em abril 2011. Disponível em <http://felipizil.blogspot.com/2011_04_01_archive.html>. Acesso em 06/05/2011.

ZOREL, Henrique E. Jr. et al. COMPORTAMENTO TÉRMICO DO 8-QUINOLINOL E SEUS NITRO-DERIVADOS. **Química Nova**, vol 24, No5, p. 599-603, março de 2001. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n5/a05v24n5.pdf>> Acesso em 3 de jun de 2011.

