



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Química:

Desvendando propriedades e
comportamentos da matéria 2

Atena
Editora
Ano 2022



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Química:

Desvendando propriedades e
comportamentos da matéria 2

 **Atena**
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Química: desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Q6 Química: desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0486-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.866221409>

1. Química - Estudo e ensino. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O e-book intitulado: “Química: Desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2 ” é constituído por dez capítulos de livros que foram divididos em três eixos-temáticos: *i)* ensino de química; *ii)* química inorgânica e suas aplicações e; *iii)* produção de álcool e química ambiental.

O primeiro tema é constituído por três capítulos que procuraram investigar as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de química sob o olhar do aluno em relação às aulas no sistema remoto e as dificuldades enfrentadas por futuros professores de química durante a pandemia do COVID-19 (março/2020 a dezembro/2021). O terceiro capítulo apresentou um estudo em relação ao tema “Estação Meteorológica” como gerador do conhecimento químico.

Os capítulos de 4 a 7 apresentam trabalhos que procuraram investigar a química inorgânica e suas diferentes aplicações, entre as quais: *i)* transformação do 2-metilofeno sobre argila modificada pela incorporação de zinco; *ii)* a importância do conhecimento dos compostos de coordenação; *iii)* introdução de filmes finos de CeO_2 sobre a superfície de materiais cerâmicos com porosidade construída de TiO_2 utilizando a técnica de réplica e; *iv)* utilização de Terras Raras como indicador fotoluminescente de pH.

Por fim, o terceiro eixo temático apresenta um estudo que demonstra o potencial de produção de etanol de segunda geração a partir da biomassa vegetal da Gigoga (vegetal que se prolifera em ambientes aquáticos de águas doces e salobras com elevada contaminação). O oitavo capítulo apresenta a eficiência da biomassa proveniente da maçã como bioadsorvente de Cu(II) , Fe(II) e Ni(II) . Finaliza-se com o capítulo 10 que apresenta um estudo para remoção do hormônio 17 α -Ethinilestradiol sob cristais de WO_3 e ativados por luz policromática.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ENSINO REMOTO EM MEIO À PANDEMIA DA COVID-19: DIFICULDADES E PERCEPÇÕES DE BOLSISTAS PIBID E ALUNOS NO ENSINO DE QUÍMICA


Caren Layssa Marques Santana
Werley Denison Lima de Lima
Alexsandro Sozar Martins
Ana Rosa Carriço de Lima. M. Duarte
Kelly das Graças Fernandes Dantas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214091>

CAPÍTULO 2..... 7

RELATO DE AULAS REMOTAS EM COMPONENTES CURRICULARES EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA NO ENSINO


Aline Valquiria da Silva Maciel
Brenda Vanzin Ribas
Edneia Durlí

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214092>

CAPÍTULO 3..... 10

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA


Carla Aparecido da Silva Lopes
Eliane Flora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214093>

CAPÍTULO 4..... 13

ESTUDO DAS TRANSFORMAÇÕES DO 2-METILTIOFENO SOBRE A ARGILA KSF MODIFICADA ATRAVÉS DA PILARIZAÇÃO E INCORPORAÇÃO DE ZINCO

Manuela Lisboa de Oliveira
Vivian Lima dos Santos
Eneida Andrade Cardoso
Vitor Almeida de Novaes Galvão
Angelica Amaral de Oliveira
Arthur Pinto Mariano
Ronaldo Costa Santos
Luiz Antônio Magalhães Pontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214094>

CAPÍTULO 5..... 25

INTRODUÇÃO A QUÍMICA DOS COMPOSTOS POR COORDENAÇÃO


Emanoel Jorge Silva Gomes
Silvia Cristianne Nava Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214095>

CAPÍTULO 6..... 35

SÍNTESE DE FILME FINO DE CeO₂ SUPORTADO EM CERÂMICA POROSA DE TiO₂ A PARTIR DA TÉCNICA DE RÉPLICA

Daniel Coelho do Amaral
Alley Michael da Silva Procópio
Isabela Cristina Fernandes Vaz
Ana Cristina Tolentino Cabral
Márcio Roberto de Freitas
Mercês Coelho da Silva
Francisco Moura Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214096>

CAPÍTULO 7..... 44

INDICADOR FOTOLUMINESCENTE DE pH: UMA INTRODUÇÃO ÀS TERRAS RARAS


José Gabriel Santos Barbosa
Jorge Fernando Silva de Menezes
Andrei Marcelino Sá Pires Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214097>

CAPÍTULO 8..... 60

ANÁLISE DO POTENCIAL DA GIGOGA PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO VIA ROTA QUÍMICA


Carolina Mello Coutinho Fonseca
Marina Pinheiro Gomes
Gisel Chenard Díaz
Yordanka Reyes Cruz
Leonard Guimarães Carvalho
Donato Alexandre Gomes Aranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214098>

CAPÍTULO 9..... 75

BIOMASSA DE MAÇÃ COMO BIORSORVENTE PARA REMOÇÃO DE Cu(II), Fe(II) E Ni(II) EM SOLUÇÕES AQUOSAS


Aline Raiza Aparecida Ribeiro
Alexandre Gomes
Aline Rocha Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214099>

CAPÍTULO 10..... 86

FOTODEGRADAÇÃO DO 17 α -ETINILESTRADIOL SOB CRISTAIS DE WO₃ SUPOSTADOS EM SBA-15 ATIVADOS POR LUZ POLICROMÁTICA

Antonio Ferreira Soares Filho
Luis Fernando Guimarães Noletto
Vitória Eduardo Mendes Vieira
Renato Pereira de Sousa
Geraldo Eduardo da Luz Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.86622140910>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	101
ÍNDICE REMISSIVO.....	102

INTRODUÇÃO A QUÍMICA DOS COMPOSTOS POR COORDENAÇÃO

Data de aceite: 01/09/2022

Emanoel Jorge Silva Gomes

Graduado em Licenciatura em Química pela Universidade Cruzeiro do Sul
Especialista em Metodologia do Ensino da Matemática pela Faculdade São Marcos, São Luís - MA

Silvia Cristianne Nava Lopes

Docente da Universidade Federal do Maranhão
Discente do Curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão

RESUMO: O presente estudo propôs um debate sobre conceitos fundamentais e classificações dos compostos complexos. Sendo assim, este capítulo apresenta uma breve abordagem acerca da importância da ligação coordenada como referência facilitadora para o ensino da Química Inorgânica sob a ótica de Lewis no contexto de doador e receptor de pares eletrônicos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino da Química, Eletroquímica, Compostos Complexos.

ABSTRACT: This study proposed a debate on fundamental concepts and classifications of complex compounds. Thus, this chapter presents a brief approach about the importance of coordinated bonding as a facilitating reference for the teaching of Inorganic Chemistry from Lewis's perspective in the context of donor and recipient of electronic pairs.

KEYWORDS: Teaching Chemistry,

Electrochemistry, Complex Compounds

1 | INTRODUÇÃO

Os compostos de coordenação consistem em um átomo central, rodeado de moléculas neutras ou íons, denominados ligantes, que têm a propriedade de doar elétrons ao átomo central. O átomo central corresponde a um metal ou íon metálico. Na maioria dos casos, representa um íon metálico de transição (ATKINS e JONES, 2006).

Em outras palavras, usa-se o termo composto de coordenação para designar um complexo neutro ou um composto iônico em que, no mínimo, um dos íons é um complexo (ATKINS e JONES, 2006).

De acordo com Dall'oglio e Hoehne (2013), esses compostos são encontrados em muitos processos de conversão das ligações químicas de moléculas ricas em energia, que são utilizadas em processos vitais, como na respiração, em que a maior responsável pela troca de gás carbônico (CO_2) pelo oxigênio (O_2) no organismo é a hemoglobina, um complexo que contém o ferro (Fe^{2+}) como elemento central e, na fotossíntese, que é realizada pela clorofila, um complexo em que o elemento central é o magnésio (Mg^{2+}).

O principal objetivo do presente estudo é apresentar os conceitos fundamentais, a Teoria de Werner e nomenclatura dos compostos de

coordenação, visando demonstrar a importância destes compostos para a compreensão da química inorgânica.

Justifica-se a realização do presente estudo, pela necessidade da adoção do Ensino Híbrido, durante o período de suspensão das aulas presenciais nas Instituições de Ensino Superior (IES) públicas e privadas, decretada pelo Estado, incluindo a Universidade Federal do Maranhão (UFMA), modo a promover o distanciamento social no claro intuito de proteger a saúde da população no período de enfrentamento da pandemia da Covid-19. Esta temática despertou nosso interesse, devido a relação destes compostos com o processo bioquímico da respiração celular, o que representa uma das nossas linhas de pesquisa: agregar ciência e tecnologia com a área da saúde.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consiste na realização de uma pesquisa bibliográfica, exploratória em livros, artigos científicos, teses, dissertações e documentos, com conteúdo atualizado sobre a temática abordada, qual seja: “Introdução a Química dos Compostos por Coordenação”.

Para Gil (2002), a pesquisa bibliográfica acontece quando um pesquisador utiliza documentos objetivando extrair dele informações, investigando, examinando, usando técnicas apropriadas para seu manuseio e análise; segue etapas e procedimentos; organiza informações a serem categorizadas e posteriormente analisadas; por fim, elabora sínteses analíticas sobre a temática.

Para o desenvolvimento deste estudo, foram percorridas as seguintes etapas descritas por Gil (2002), quais sejam: formulação do tema, localização dos estudos, coleta, análise e interpretação dos dados. Em seguida, realizou-se o aprimoramento e atualização da pesquisa.

No que concerne à localização dos estudos, esta foi realizada mediante busca eletrônica de livros, teses, dissertações e artigos científicos nas bases de dados do SCIELO (Scientific Electronic Library On Line), BVS (Biblioteca Virtual de Saúde) e Google Acadêmico. A coleta de dados foi realizada no período de 17 a 22 de março de 2020. Foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: Complexos, Compostos de Coordenação e Isômero.

Os critérios de inclusão foram: aqueles que tivessem como assunto principal a temática “Compostos de Coordenação”, que estivessem disponíveis com texto completo em português e/ou inglês, totalizando 6 documentos.

No que concerne à análise dos dados, foi realizada uma análise crítica dos estudos selecionados, observados os aspectos metodológicos e a familiaridade entre os resultados. Na última etapa da pesquisa, foi elaborado o resumo das evidências disponíveis, com a produção dos resultados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os compostos de coordenação são moléculas formadas por um ou vários Ácidos de Lewis, que fazem ligação com uma ou várias Bases de Lewis. Os Ácidos de Lewis são espécies químicas que, ao formarem ligação, funcionam como receptoras de par de elétrons. Já as Bases de Lewis, atuam como doadoras de par de elétrons durante a ligação (COELHO, 2015).

Lee (199) destaca que a primeira teoria sobre os compostos por coordenação foi publicada em 1893, por Alfred Werner, que a partir de então forneceu as bases para toda a química moderna. Antes da teoria proposta por Werner, os compostos de coordenação eram considerados um verdadeiro mistério e um grande desafio para os químicos, uma vez que eles não conseguiam entender de que forma um sal estável como o cloreto de cobalto (CoCl_2) poderia reagir com a amônia (NH_3) em diferentes relações estequiométricas, originando novos compostos e com colorações diferentes.

Tais compostos por se mostrarem, para a época, bastante inusitados e difíceis de entender e explicar, acabaram recebendo do próprio Werner, o sugestivo nome de complexos (LEE, 1999).

Para Ferreira, Toma e Massabni (1984), Alfred Werner foi capaz de explicar as principais características das estruturas geométricas dos compostos de coordenação e concluiu que nestes compostos, o metal apresenta dois tipos de valência.

- a) Valência Primária: consiste no número de carga do íon complexo, hoje denominado estado de oxidação.
- b) Valência Secundária: corresponde ao número de ligantes coordenados ao metal, hoje denominado de Número de Coordenação (NC).

Além disso, Werner demonstrou que todos os elementos tendem a satisfazer tanto às valências primárias quanto às secundárias e que as valências secundárias estão dirigidas para posições fixas no espaço. Esta última constitui a base da estereoquímica dos complexos metálicos (FERREIRA, TOMA e MASSABNI, 1984).

Werner combinou a interpretação de isomerismo óptico e geométrico com padrões de reações e com dados de condutividade elétrica. Nesse sentido, a partir da Teoria de Werner, foi possível deduzir as geometrias de vários compostos, o que se configurou como a sua maior contribuição para o esclarecimento da natureza dos compostos de coordenação (FERREIRA, TOMA e MASSABNI, 1984).

Dall'oglio e Hoehne (2013), destacam que os primeiros compostos de coordenação foram obtidos pela reação de sais metálicos com amônia (NH_3). Porém, logo se verificou que muitas outras espécies químicas podiam ser usadas em síntese de compostos dessa natureza. Assim, foram preparados muitos complexos, a partir do cianeto (CN^-), dióxido de nitrogênio (NO_2^-), tiocianato (NCS^-) e cloro (Cl^-), com sais de cobalto (Co^{3+}), cromo (Cr^{3+}), e platina (Pt^{4+}).

Vale ressaltar que as cores marcantes de muitos compostos de coordenação dos metais de transição “d” e “f” (ver Tabela Periódica), as quais são consequências das suas estruturas eletrônicas, ainda representavam um mistério para Werner. Esta característica só foi elucidada quando as estruturas eletrônicas passaram a ser descritas em termos de orbitais, no período de 1930-1960. Contudo, a partir da Teoria de Werner, foi possível verificar que um grande número de moléculas e íons podem se comportar como ligantes e um grande número de íons formam complexos (DALL’OGLIO e HOEHNE, 2013).

Nesse seguimento, nos compostos de coordenação, temos um átomo central de metal ou íon metálico, atuando como Ácido de Lewis, rodeado por íons ou moléculas, chamados de ligantes, que representam as Bases de Lewis (COELHO, 2015).

O termo ligante vem da palavra latina “*ligare*”, que significa ligar. Os ligantes, podem ser aniônicos, moleculares (neutros) ou catiônicos. O pré-requisito básico para ser “ligante” é ter pares de elétrons sobrando, para ser doado ao elemento central (COELHO, 2015).

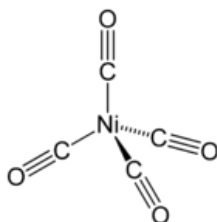
Em outras palavras, pode-se afirmar que, para que um ligante possa participar de um complexo, é fundamental que o mesmo contenha pares eletrônicos disponíveis para carga do complexo poder efetuar ligações covalentes.

Para Shriver et. al (2008), os compostos de coordenação recebem a denominação de complexo, dependendo das espécies coordenadas serem neutras ou iônicas. Suas propriedades físicas e químicas variam bastante, senão vejamos:

- Quando em solução, alguns se dissociam em suas espécies constituintes, outras permanecem com seus ligantes, unidos a espécie central;
- Na forma pura, alguns são estáveis apenas a baixas temperaturas, outros mantêm suas identidades mesmo a altas temperaturas, podendo serem volatilizados;
- Os que têm elementos de transição como átomo central, algumas vezes são paramagnéticos, enquanto aqueles que têm elementos representativos como átomo central são diamagnéticos.
- Da mesma forma, os compostos de metais de transição em geral são coloridos e os elementos representativos são brancos.

Exemplo de complexo neutro:

Níquel Tetracarbonilo



O níquel carbonilo é composto de um átomo central de níquel cercado por quatro ligantes carbonilos (monóxido de carbono) em um arranjo tetraédrico. Os ligantes monóxido de carbono (CO), nos quais o carbono (C) e o oxigênio (O₂) estão conectados por ligações triplas (frequentemente descritos como ligações duplas), são covalentemente ligados ao átomo de níquel (Ni), via terminações de carbono.

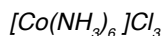
Segundo Shriver et. al (2008), os complexos, que também podem ser denominados de íon complexo, são caracterizados por as espécies coordenadas apresentarem carga.

Exemplo de Complexo Iônico:

Cloreto de Hexaminocobalto



O Cloreto de Hexaminocobalto também pode ser escrito como:



Analisando o exemplo de complexo iônico acima, as espécies dentro do colchete constituem a esfera de coordenação e as que estão fora compõem a esfera externa.

Também é possível observar que a valência primária ou estado de oxidação do cobalto (Co) é 3+. Os três íons cloreto saturam as 3 valências primárias do cobalto, os íons que neutralizam a carga do íon metálico utilizam a valência primária. A valência secundária ou NC consiste no número de átomos ou moléculas diretamente ligados ao átomo metálico. Neste caso o cobalto está rodeado por 6 amônias, de maneira que os íons cloreto não podem ser acomodados como grupos ligantes, portanto ficam mais afastados do íon metálico e menos unidos a ele.

3.1 Os Ligantes e Átomo(s) Doador(es)

Os ligantes monodentados ligam-se através de apenas um átomo doador, consequentemente, eles ocupam somente um sítio de coordenação. Com referência aos ligantes polidentados (multidentados ou agentes quelantes), estes ligam-se através de mais de um átomo doador por ligante. Nesse seguimento, os complexos mais estáveis são formados com agentes quelantes, do que com o número equivalente de ligantes monodentados (FERREIRA, TOMA e MASSABNI,1984).

Segundo Ferreira, Toma e Massabni (1984), tipos de ligantes que apresentam mais de um átomo com elétrons disponíveis para formar ligações coordenadas são denominados:

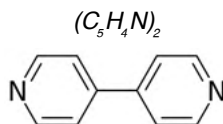
- a) Bidentado - dois átomos doadores por ligante;
- b) Tridentado - três átomos doadores por ligante;
- c) Tetridentado - quatro átomos doadores por ligante;

d) Pentadentado - cinco átomos doadores por ligante;

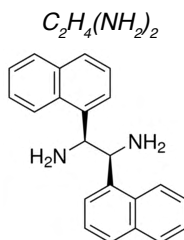
e) Hexadentado – seis átomos doadores por ligante;

Exemplos de Ligante Quelato:

I - Bipiridina



II - Ácido Etilenodiamina



3.2 Outros Termos Usados na Química dos Compostos de Coordenação

De acordo com Coelho (2015), segue abaixo, algumas definições de termos usados na química dos compostos de coordenação, senão vejamos:

3.2.1 Coordenação de um Ligante

Quando um ligante se liga à espécie central, usamos a seguinte expressão: “O ligante coordenou-se à espécie central” (COELHO, 2015).

3.2.2 Átomo Doador

Para Coelho (2015), um átomo doador se refere ao átomo pertencente a uma molécula ou íon composto que doa um par de elétrons. Exemplos:

Na amônia (NH_3), o átomo doador é o nitrogênio (N).

Na água H_2O , o átomo doador é o oxigênio (O_2).

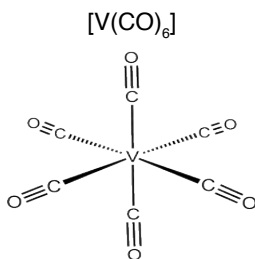
No cianeto (CN^-), tanto o carbono (C), quanto o nitrogênio (N) podem ser o átomo doador, pois possuem um par de elétrons livres para serem dados ao metal.

3.2.3 Complexo e Íon Complexo

Consiste no conjunto formado pela espécie central e os ligantes, podendo ser uma molécula neutra, um cátion ou um ânion (COELHO, 2015).

Exemplo:

Hexacarbonil de Vanádio

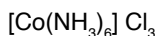


3.2.4 Contra-Íon

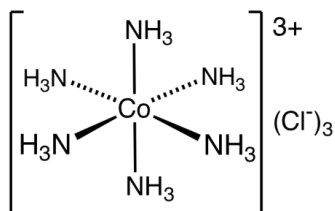
Consiste num cátion ou ânion usado para possibilitar a neutralização de um íon complexo formando um sal (COELHO, 2015).

Exemplo:

Cloreto de Hexamminecobalto



Cloreto de Hexamminecobalto



, onde o Cl^- é o contra-íon

3.2.5 Carga do Íon Complexo

De acordo com Coelho (2015), a carga do íon complexo representa o resultado da soma das cargas negativas e positivas oriunda dos ligantes e da espécie central.

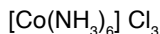
Exemplo: Cloreto de Hexamminecobalto (descrito acima)

Neste complexo é “3+”, pois a amônia (NH_3) tem carga neutra e, portanto a carga do íon complexo fica igual à da espécie central Co^{3+} .

3.3 Escrevendo a Fórmula Molecular dos Compostos de Coordenação

Ferreira, Toma e Massabni (1984) afirmam que a fórmula do íon complexo deve ser escrita entre colchetes e os ligantes, quando são íons compostos e moléculas, são escritas entre parênteses:

Exemplo:



Na fórmula acima, o cobalto (Co) representa o elemento central (metal de transição). A amônia (NH_3), representa o ligante e o cloro (Cl) representa o contra-íon. O número “6”, representa o Número de Coordenação (NC). Neste caso concreto, trata-se de um complexo hexadentado (FERREIRA, TOMA e MASSABNI, 1984).

3.3.1 Principais Regras

Ferreira, Toma e Massabni (1984) afirmam que antes da proposição das regras de nomenclatura, em português, para os compostos de coordenação, deve-se estabelecer a formulação correta de tais compostos. Estes compostos representam aqueles que envolvem um elemento central, cercado por ligantes, constituindo a esfera de coordenação.

De acordo com os autores, as fórmulas dos compostos de coordenação constituem o meio mais simples de se designar a composição dos complexos. Tais fórmulas também são frequentemente empregadas para mostrar detalhes estruturais ou aspectos de interesse comparativo, devendo ser escrita da maneira mais conveniente possível. Nos casos gerais, Ferreira, Toma e Massabni (1984) destacam as seguintes recomendações:

a) Para os sais, dê nome primeiramente ao ânion antes do cátion precedido da preposição “de”. Exemplo em $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}] \text{Cl}_2$, damos nome ao Cl^- antes do $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$.

b) Dentro do íon complexo, os ligantes recebem os nomes (em ordem alfabética) antes do metal.

Exemplo: o $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$ é pentaaminoclorocobalto (II).

Observe que a parte penta é uma indicação do número de grupos NH_3 e conseqüentemente não é considerada na ordem alfabética dos ligantes.

c) Os ligantes aniônicos terminam em “o” e os ligantes neutros são simplesmente o nome da molécula. Exceções: água (H_2O) e amônia (NH_3).

d) Prefixos gregos são usados para indicar o número de ligantes (di-, tri-, tetra-, penta- e hexa-). Exceção: se o nome do ligante já tiver um prefixo grego. Coloque então o nome do ligante entre parênteses e use bis-, tris-, tetrakis-, pentakis- e hexakis.

Exemplo: $[\text{Co}(\text{en})_3] \text{Cl}_3$ é o cloreto de tris(etilenodiamino) cobalto (III).

e) Se o complexo é um ânion, o nome termina em ato.

f) O estado de oxidação do metal é dado em números romanos entre parênteses no final do nome do complexo.

O quadro abaixo, apresenta a fórmula e os nomes de alguns compostos de coordenação:

Fórmula	Nomes
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]$	Diaminprata(I)
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$	Hexamincobalto(III)
$[\text{Mn}(\text{CO})_6]^+$	Hexacarbonilmanganês(I)
$[\text{Ni}(\text{CO})_4]$	Tetracarbonilníquel(0)
$[\text{Mn}(\text{CO})_5]^-$	Pentacarbonilmanganato(-I)
$[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$	Hexatiocianatoferrato(III)
$\text{cis-}[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]^{+2}$	<i>cis</i> -diaminadicloroplatina(II)
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$	Cloreto de hexaminocobalto
$\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$	Hexacloroplatinato(IV) de potássio

3.4 Número de Coordenação de um Complexo (NC)

O número de pontos aos quais o ligante se liga ao metal é denominado de número de coordenação. Em outras palavras, o NC corresponde ao número de átomos ligados ao elemento central.

Vale ressaltar que três fatores determinam o número de coordenação de um complexo:

- O tamanho do átomo central, em geral, raios grandes, possuem NC mais altos;
- Há interações estéricas;
- Ligantes mais volumosos frequentemente resultam em NC baixos, especialmente se os ligantes também são carregados, neste caso, entram em cena interações eletrostáticas desfavoráveis.
- NC altos são mais comuns para elementos situados nos grupos à esquerda do bloco “d”, onde átomos possuem raios maiores.
- NC mais baixos são encontrados para elementos situados à direita do bloco “d”, particularmente, se os íons são ricos em elétrons “d” (ácidos moles).
- Tendência de ligação entre duro-duro, mole-mole.

A tabela abaixo mostra alguns compostos de coordenação, o íon complexo e o número de coordenação:

Composto de coordenação	Íon complexo	Número de coordenação
$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^{2+}$	6
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	4
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	2
$\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	6

4 | CONCLUSÃO

Podem-se definir compostos de coordenação ou complexo como sendo um composto formado por um átomo ou um íon central, ao qual estão ligadas moléculas neutras ou íons, em número igual ou superior ao estado de oxidação mais alto do metal, em que os ligantes são aqueles representados dentro dos colchetes, junto com o metal.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Bookman, 3 ed, 2006.

COELHO, A.L. **Química inorgânica II**. 1 ed. Fortaleza: Ed. UECE, 2015.

DALL'OGGIO, C.; HOEHNE, L. **Compostos de coordenação e a química inorgânica**. Rev. Destaques Acadêmicos, v. 5, n. 4, 2013. Disponível em: < <http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/326>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

FERREIRA, A.M.C.; TOMA, H.E.; MASSABNI, A. **Nomenclatura de compostos de coordenação: uma proposta simplificada**. Ed. Química Nova, 1984.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LEE, J.D. **Química inorgânica não tão concisa**. 5 Ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

SHRIVER, D.F.; ATKINS, P.W.; OVERTON, T.L.; ROURKE, J.P.; WELLER, M.T. ARMSTRONG, F.A. **Química inorgânica**. 4 ed. São Paulo: Bookman, 2008.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Análise termogravimétrica (TG) 38

B

Biocombustíveis 60, 62, 73

Biomassa 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 70, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 81, 82

Biossorção 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Biossorvente 75, 77, 78, 79, 80, 81, 85

C

Catalisadores 13, 15, 18, 19, 22, 23, 36, 37, 42, 86, 89, 97

Celulignina 60, 64, 65, 72

Celulósico 61, 66, 69, 70, 71, 72, 73

Cerâmicas Porosas (CPs) 36

Cobre 38, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85

Combustíveis fósseis 14, 60, 62

Compostos de coordenação 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 46, 57

Coronavirus Disease 2019 7

D

Designificação 60, 64, 65, 69, 70, 72

Desreguladores Endócrinos (DEs) 87

Difração de Raios-X (DRX) 86, 90

E

Efeito estufa 60, 62

Efeitos ecotoxicológicos 86, 87

Ensino da Química 25

Ensino remoto 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Espectrometria de Absorção Atômica com Chama (FAAS) 75, 78

Espectroscopia e Energia Dispersiva de Raios X (EDS) 38

Estrogênio sintético 86

Etanol 60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 71, 72, 73, 74

F

Fenômenos atmosféricos 10

Ferro 17, 25, 45, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 85

Filme fino de CeO₂ (FFC) 35, 37, 40, 42

Fisissorção 13, 16, 18

Fotoluminescente 44, 47, 49, 50, 52, 55, 57, 58

G

Gigoga 60, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 70, 72

Google Classroom 1, 3

Google Forms 1, 3

Google Meet 7

H

Hemicelulósico 60, 61, 65, 66, 68, 70, 71, 72

Hidrólise ácida 60, 64, 65, 66, 68, 69, 70

L

Luz Ultravioleta (UV) 86

M

Maçã gala 75, 77

Meio ambiente 13, 14, 34, 36, 61, 62, 76, 85, 86, 87

Meteorologia 10, 11, 12

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) 35, 38, 75, 77, 80

N

Níquel 28, 29, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 90

O

Organização Mundial da Saúde (OMS) 2, 5, 7, 9

Óxidos semicondutores 87

P

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) 2, 3, 5

R

Resíduos agroindustriais 75, 77

T

Terras raras 44, 45, 46, 47, 50, 51, 52, 54, 55, 57

W

WhatsApp 1, 3



Química:

Desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Química:

Desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br