

CONDUTIVIDADE MOLAR NA CARACTERIZAÇÃO DE COMPLEXOS DE PALÁDIO(II): REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (ANO 2018-2024)

Data de submissão: 06/12/2024

Data de aceite: 02/01/2025

Thais Castro Silva Ribeiro

Universidade Federal da Grande
Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e
Tecnologia
Dourados - MS
<http://lattes.cnpq.br/9243687592026050>

Rayane Yasmin Ribeiro Centurion

Universidade Federal da Grande
Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e
Tecnologia
Dourados - MS
<http://lattes.cnpq.br/4823201276896637>

Alessandra Stevanato

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná – Campus Londrina Departamento
Acadêmico de Química
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/9881117368267928>

Adriana Pereira Duarte

Fundação Universidade Federal do Mato
Grosso do Sul
Instituto de Química
Campo Grande - MS
<http://lattes.cnpq.br/1602556930305658>

Keila Batista Dias

Universidade Federal da Grande
Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e
Tecnologia
Dourados - MS
<http://lattes.cnpq.br/5809747061480300>

Cristiana da Silva

Universidade Federal da Grande
Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e
Tecnologia
Dourados - MS
<http://lattes.cnpq.br/2680068218560864>

RESUMO: Este estudo apresenta uma revisão sobre a condutividade molar de complexos de paládio(II), destacando a relevância desse parâmetro na caracterização estrutural e eletroquímica desses compostos. Dada a grande quantidade de publicações sobre o tema entre 2018 a 2024, a pesquisa concentra-se na análise de complexos de paládio(II) solúveis nos solventes DMSO e DMF. A partir dessa análise, foi possível realizar uma comparação detalhada entre os complexos neutros e eletrolíticos, correlacionando seus

valores de condutividade molar com os dados estabelecidos na literatura. Os resultados obtidos contribuem para o aprofundamento do entendimento das propriedades eletroquímicas desses complexos, consolidando a condutividade molar como um parâmetro fundamental para a elucidação de suas características estruturais.

PALAVRAS-CHAVE: complexos de paládio(II). condutividade molar. busca bibliográfica.

MOLAR CONDUCTIVITY IN THE CHATACTERIZATION OF PALLADIUM(II) COMPLEXES: BIBILIOGRAPHIC REVIEW (YEAR 2018-2024)

ABSTRACT: This study presents a review of the molar conductivity of palladium(II) complexes, highlighting the importance of this parameter for their structural and electrochemical characterization. Given the extensive body of literature published between 2018 and 2024, the focus is on analyzing palladium(II) complexes soluble in DMSO and DMF. A thorough comparison was made between neutral and electrolytic complexes, correlating their molar conductivity values with those reported in the literature. The findings contribute to a deeper understanding of the electrochemical properties of these complexes, establishing molar conductivity as a crucial parameter for elucidating their structural characteristics.

KEYWORDS: palladium(II) complexes. molar conductivity. bibliographic search.

1 | INTRODUÇÃO

Os compostos de coordenação, também conhecidos como complexos, constituem uma classe de espécies químicas formadas por um íon metálico central ligado a moléculas ou íons denominados ligantes. Esses compostos apresentam características estruturais e químicas diversas, devido à capacidade do íon metálico central de formar ligações adicionais que excedem seu estado de oxidação ou valência convencional¹⁻⁵. Entre as diversas geometrias observadas, destaca-se a octaédrica (figura 1), onde seis ligantes ocupam posições equidistantes ao redor do metal central, refletindo a complexidade e a versatilidade dessa área da química.

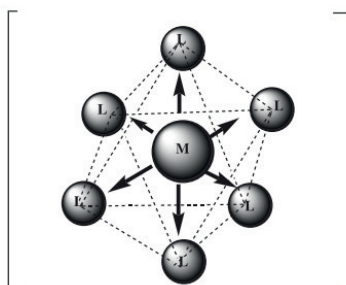


Figura 1 – Modelo de coordenação proposto por Alfred Werner. (M= metal e L = ligantes)

Fonte: Adaptado [4-5].

A formulação moderna da química de coordenação foi inicialmente estabelecida pelos estudos pioneiros de Alfred Werner (figura 2) no início do século XX.



Figura 2 – Alfred Werner

Fonte: Adaptado [4].

Werner, utilizando experimentos de condutividade molar de compostos contendo aminas dissolvidos em água (tabela 1), propôs dois conceitos fundamentais que definiram a estrutura e a reatividade desses compostos: (i) a existência de duas valências distintas no metal central - a valência primária, que descreve as ligações diretas entre o metal e os ligantes na esfera de coordenação interna, e a valência secundária, associada à neutralização da carga do complexo por íons ou moléculas presentes na esfera de coordenação externa; e (ii) a orientação fixa dessas valências no espaço, responsável pela geometria característica de cada complexo. Esses avanços experimentais foram cruciais para o desenvolvimento de modelos teóricos que descrevem a química dos complexos e consolidaram a relevância dos estudos de condutividade molar na determinação estrutural dessas espécies⁵⁻⁹.

Fórmula empírica	Condutividade (C= 0,001 mol L ⁻¹)	Formulação de Werner
Não eletrólitos		
PtCl ₄ .2NH ₃	3,52	[PtCl ₄ (NH ₃) ₂] (<i>trans</i>)
PtCl ₄ .2NH ₃	6,99	[PtCl ₄ (NH ₃) ₂] (<i>cis</i>)
Eletrólitos 1:1		
PtCl ₄ .3NH ₃	96,80	[PtCl ₃ (NH ₃) ₃]Cl
PtCl ₄ .3NH ₃ .KCl	106,80	K[PtCl ₅ (NH ₃)]
Eletrólitos 2:1		
CoCl ₃ .5NH ₃	261,30	[CoCl(NH ₃) ₅]Cl ₂
PtCl ₄ .4NH ₃	228,90	[PtCl ₂ (NH ₃) ₄]Cl ₂
Eletrólitos 3:1		
CoCl ₃ .6NH ₃	431,60	[Co(NH ₃) ₆]Cl ₃
PtCl ₄ .5NH ₃	404,00	[PtCl(NH ₃) ₅]Cl ₃
Eletrólito 4:1		
PtCl ₄ .6NH ₃	522,90	[Pt(NH ₃) ₆]Cl ₄

Tabela 1- Formulações de compostos inorgânicos proposto por Alfred Werner.

Fonte: [6-8]

Embora Werner tenha utilizado a água como solvente devido às suas propriedades favoráveis, como alta constante dielétrica, baixa viscosidade e boa capacidade de solvatação, algumas limitações foram identificadas, incluindo a dificuldade de dissolução de determinados complexos e a possibilidade de coordenação direta da água ao metal, alterando sua estrutura. Esses desafios impulsionaram o uso de solventes orgânicos, como o dimetilsulfóxido (DMSO) e a dimetilformamida (DMF), que oferecem vantagens adicionais, especialmente na caracterização de complexos por condutividade molar em sistemas onde a água não é adequada⁶⁻⁸.

Um marco na caracterização de complexos por condutividade molar em solventes orgânicos foi estabelecido pelo trabalho de William J. Geary, publicado em 1971 na revista *Coordination Chemistry Reviews*. Em seu artigo intitulado “*The use of conductivity measurements in organic solvents for the characterisation of coordination compounds*”, Geary sistematizou a aplicação dessa técnica, permitindo a determinação precisa do comportamento eletrolítico e da carga total dos complexos em solução orgânica. Esse estudo inspirador, que já acumulou mais de 12.826 citações no Google Acadêmico, permanece uma referência essencial na química de coordenação, destacando a importância de medições de condutividade molar em solventes orgânicos para a caracterização estrutural⁸.

Dando continuidade a essa abordagem, o presente trabalho investiga a condutividade molar de complexos neutros e eletrolíticos de paládio(II) em DMSO e DMF, com dados obtidos entre 2018 a 2024. Este estudo busca aprofundar o entendimento sobre o comportamento eletroquímico desses complexos em diferentes solventes, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre a interação metal-solvente e suas implicações em áreas como catálise, química supramolecular e desenvolvimento de novos materiais funcionais.

2 | PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Comentários gerais

A revisão bibliográfica foi realizada de maneira criteriosa, utilizando estratégias sistemáticas para a seleção de artigos científicos relevantes ao tema. A busca inicial incluiu a leitura de resumos (abstracts) para identificar estudos pertinentes, complementada pelo uso de palavras-chave específicas em combinação com operadores booleanos, o que permitiu uma filtragem eficiente e precisa das publicações. Esse método otimizou a identificação de trabalhos alinhados aos objetivos do estudo.

Dado o expressivo número de artigos publicados entre 2018 a 2024 sobre condutividade molar de complexos metálicos em diferentes solventes, a análise foi delimitada a estudos que investigam especificamente complexos de paládio(II) nos solventes dimetilsulfóxido (DMSO) e dimetilformamida (DMF). Esses solventes foram escolhidos devido à sua relevância em caracterizações eletroquímicas e estruturais de

compostos de coordenação, sendo amplamente utilizados em estudos contemporâneos pela capacidade de dissolver complexos metálicos e minimizar efeitos interferentes, como a coordenação não desejada do solvente ao metal central. Essa abordagem garante a coerência e a aplicabilidade dos dados analisados.

3 | RESULTADOS

Análise dos dados da pesquisa bibliográfica

Os dados obtidos na pesquisa bibliográfica foram organizados e analisados cronologicamente, conforme apresentado na tabela 2, abrangendo publicações do período de 2018 a 2024. Essa análise foi estruturada com base nos seguintes critérios:

1. Número de artigos publicados anualmente (tabela 3);
2. Quantidade de complexos estudados por ano (tabela 4);
3. Classificação dos complexos neutros e eletrolíticos em cada ano (tabela 5);
4. Distribuição dos complexos em mononucleares, binucleares, polinucleares e polímeros (tabela 6).

Foram analisados 63 artigos publicados entre 2018 e 2024, englobando um total de 155 complexos de paládio(II). Dado que esses complexos apresentam baixa solubilidade em solventes polares, os estudos priorizaram os solventes dimetilsulfóxido (DMSO) e dimetilformamida (DMF), amplamente reconhecidos na caracterização de compostos de coordenação devido à sua alta viscosidade e propriedades apolares. Dentre os artigos analisados, 42 utilizaram DMSO como solvente, enquanto 22 empregaram DMF.

Um destaque importante foi o trabalho de Adam, M. S. S⁷², que avaliou a condutividade molar de um mesmo complexo de paládio(II) em ambos os solventes, DMSO e DMF, permitindo uma comparação direta entre eles. A concentração molar mais comumente relatada foi de 1×10^{-3} mol/L, com 118 complexos estudados em DMSO e 38 em DMF.

A análise dos dados de condutividade molar possibilitou a classificação dos complexos como neutros ou eletrolíticos, uma informação crucial para a compreensão de suas propriedades estruturais e eletroquímicas. Os resultados, apresentados nas tabelas 3 e 6, indicaram que 108 dos complexos analisados foram classificados como neutros, enquanto 47 foram identificados como eletrolíticos. Essa diferenciação ressalta a relevância da condutividade molar como ferramenta fundamental na caracterização de complexos de coordenação, especialmente no estudo dos complexos de paládio(II), contribuindo para o avanço no entendimento de seu comportamento em solução e suas potenciais aplicações.

Outro aspecto relevante da pesquisa foi a análise das estruturas dos complexos de paládio(II) descritos nos artigos selecionados. Dentre os 155 complexos analisados, 145 apresentaram estruturas mononucleares, contendo um único átomo de paládio, enquanto 9 foram classificados como binucleares ou polinucleares, contendo dois ou mais átomos

de paládio em sua estrutura. Além disso, um polímero³⁰ foi identificado (tabela 6), com a fórmula estrutural $[\text{Pd}(\text{bta})(\mu\text{-Cl})]_2$, o qual apresentou uma condutividade molar de $22 \, \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ em DMSO, valor indicativo de um complexo neutro.

Os valores de condutividade molar observados para os complexos neutros variaram entre $0,06$ e $33,79 \, \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ em DMSO (tabela 7) e $2,0$ a $44,00 \, \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ em DMF (tabela 8). Para os complexos eletrolíticos, os valores de condutividade foram variando de $39,2$ a $140,00 \, \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ em DMSO e de $50,0$ a $296,9 \, \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ em DMF. Notou-se também que os complexos eletrolíticos apresentam diferentes estequiometrias, como 1:1, 1:2, 1:3 e 1:4, sendo que os complexos com estequiometria 1:4 apresentou o maior valor de condutividade molar. O maior valor registrado foi $296,9 \, \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$, obtido em DMF para o complexo de fórmula estrutural⁴⁹, $[\text{C}_{76}\text{H}_{54}\text{Cl}_4\text{N}_{12}\text{S}_4\text{Pd}_4](\text{PF}_6)_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, corroborando a influência da estequiometria e da escolha do solvente nas propriedades de condutividade dos complexos. Esses resultados ressaltam a importância da condutividade molar como uma ferramenta crucial para a caracterização e elucidação estrutural de complexos de paládio(II), fornecendo informações valiosas sobre seu comportamento eletroquímico e suas potenciais aplicações.

Resultados de pesquisa bibliográfica entre os anos de 2018 a 2024

Complexos	Condutividade	Solvente	Referências
$[\text{Pd}(\text{HL})\text{Cl}_2]\text{H}_2\text{O}$	27,00	DMSO	[10]
$[\text{Pd}(\text{L}1)_2]$	2,60 - 4,70	DMSO	[11]
$[\text{Pd}(\text{L}2)_2]$	2,60 - 4,70	DMSO	[11]
$[\text{Pd}(\text{L}3)_2]$	2,60 - 4,70	DMSO	[11]
$[\text{Pd}(\text{HL}^1)\text{Cl}_2]2\text{H}_2\text{O}$	15,00	DMF	[12]
$[\text{Pd}(\text{H}_2\text{L}^2)\text{Cl}_2]$	16,00	DMF	[12]
$\text{C}_{18}\text{H}_{13}\text{NO}_4\text{Pd}$	24,00	DMF	[13]
$[\text{PdL}^1(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}]$	13,46	DMSO	[14]
$[\text{PdL}^2(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}]$	12,23	DMSO	[14]
$[\text{Pd}_2\text{LCl}_2]2\text{H}_2\text{O}$	0,06	DMSO	[15]
$[\text{Pd}(\text{L}^1)_2](\text{AcO})_2 \text{H}_2\text{O}$	80,00	DMF	[16]
$[\text{Pd}(\text{L}^2)_2](\text{AcO})_2 \text{H}_2\text{O}$	74,00	DMF	[16]
$[\text{PdL}]\text{Cl}_2 \cdot 0,5 \text{ EtOH}$	115,00	DMF	[17]
$[\text{Pd}(\text{L}^1)_2]\text{Cl}_2 \cdot 0,5 \text{ H}_2\text{O}$	81,20	DMF	[18]
$[\text{Pd}(\text{L}^1)_2](\text{AcO})_2 \text{CH}_3\text{OH}$	77,50	DMF	[18]
$[\text{NBAPd}]$	23,51	DMF	[19]
$[\text{PdLCl}_2]\text{H}_2\text{O}$	11,40	DMF	[20]
$[\text{Pd}(\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_5\text{S}_2)]$	15,81	DMSO	[21]
$[\text{Pd}(\text{C}_{11}\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_4)_2]$	9,95	DMSO	[21]
$[\text{Pd}_2(\text{HL})_2\text{Cl}_2]$	14,23	DMSO	[22]

<i>cis</i> -[PdCl ₂ (btt) ₂]	12,00	DMSO	[23]
[Pd(btt) ₂ (bipy)]Cl ₂	74,00	DMSO	[23]
[Pd(btt) ₂ (en)]Cl ₂	84,00	DMSO	[23]
[Pd(btt) ₂ (dap)]Cl ₂	66,00	DMSO	[23]
[Pd(btt) ₂ (phen)]Cl ₂	71,00	DMSO	[23]
[Pd(btt) ₂ (dppe)]Cl ₂	77,00	DMSO	[23]
[Pd(btt) ₂ (dpp)]Cl ₂	88,00	DMSO	[23]
[Pd(btt) ₂ (dppf)]Cl ₂	80,00	DMSO	[23]
[Pd(btt) ₂ (κ ¹ -dppm) ₂]Cl ₂	90,00	DMSO	[23]
<i>cis</i> -[Pd(btt) ₂ (PPh ₃) ₂]Cl ₂	91,00	DMSO	[23]
<i>trans</i> -[Pd(btt) ₂ (PPh ₃) ₂]Cl ₂	79,00	DMSO	[23]
<i>cis</i> -[PdCl ₂ (Hbto) ₂]	0,50	DMSO	[24]
[Pd(Hbto) ₂ (κ ² -en)]Cl ₂	130,00	DMSO	[24]
[Pd(Hbto) ₂ (κ ² -bipy)]Cl ₂	137,00	DMSO	[24]
[Pd(Hbto) ₂ (κ ² -phen)]Cl ₂	140,00	DMSO	[24]
[Pd(Hbto) ₂ (κ ² -dppm)]Cl ₂	133,00	DMSO	[24]
[Pd(Hbto) ₂ (κ ² -dppe)]Cl ₂	140,00	DMSO	[24]
[Pd(Hbto) ₂ (κ ² -dppp)]Cl ₂	138,00	DMSO	[24]
[Pd(Hbto) ₂ (κ ² -dppf)]Cl ₂	129,00	DMSO	[24]
<i>cis</i> -[Pd(Hbto) ₂ (PPh ₃) ₂]Cl ₂	129,00	DMSO	[24]
[Pd(OVAP)H ₂ O]	6,50	DMF	[25]
Na[Pd(3a)Cl ₂]	14,00	DMSO	[26]
Na[Pd(3b)Cl ₂]	16,00	DMSO	[26]
Na[Pd(3c)Cl ₂]	16,00	DMSO	[26]
Na[Pd(3d)Cl ₂]	16,00	DMSO	[26]
Na[Pd(3e)Cl ₂]	15,00	DMSO	[26]
[Pd(nta) ₂ Cl ₂]	1,60-6,40	DMSO	[27]
[Pd(pia) ₂ Cl ₂]	1,60-6,40	DMSO	[27]
[Pd(ina) ₂]	1,60-6,40	DMSO	[27]
[Pd(nta)(caf)Cl ₂]	1,60-6,40	DMSO	[27]
[Pd(pia)(caf)Cl]	1,60-6,40	DMSO	[27]
[Pd(ina)(caf)Cl]	1,60-6,40	DMSO	[27]
[PdCl(L ₁)(PPh ₃)]H ₂ O	2,62	DMSO	[28]
[PdCl(L ₂)(PPh ₃)]	2,23	DMSO	[28]
[PdCl(L ₃)(PPh ₃)]	4,50	DMSO	[28]
[PdCl(L ₄)(PPh ₃)]	2,55	DMSO	[28]
[Pd ₂ (κ ² -ptt) ₄]	3,74	DMSO	[29]
[Pd(κ ² -ptt) ₂ (κ ² -Phen)]	3,99	DMSO	[29]
[Pd(κ ² -ptt) ₂ (κ ² -Bipy)]	3,59	DMSO	[29]
[Pd(κ ² -ptt) ₂ (κ ² -en)]	7,87	DMSO	[29]

[Pd(Hbta) ₂ Cl ₂]	22,00	DMSO	[30]
[Pd(bta)(μ-Cl)] ₂	22,00	DMSO	[30]
[PdCl(bta)(PPh ₃) ₂] DMSO	17,00	DMSO	[30]
[Pd(PyDT)(ppy)]	14,80	DMSO	[31]
[Pd(PyDT)(N-BAZ)]	2,00	DMSO	[31]
Na[Pd(PyDT)(N-Bit)] ₂	39,20	DMSO	[31]
[Pd(PyDT) ₂ (dppe)]	2,50	DMSO	[31]
[Pd(PyDT) ₂ (dppp)]	12,80	DMSO	[31]
[Pd(PyDT) ₂ (dppb)]	8,56	DMSO	[31]
[Pd(PyDT) ₂ (dppf)]	5,10	DMSO	[31]
<i>trans</i> -[Pd(PyDT)(N-sac)(PPh ₃) ₂]	4,30	DMSO	[31]
[Pd(L) ₂]	3-20	DMF	[32]
[Pd(κ ¹ -PipDT) ₂ (Bipy)]	8,50	DMF	[33]
[Pd(κ ¹ -PipDT) ₂ (Phen)]	6,00	DMF	[33]
<i>trans</i> -[Pd(κ ¹ -PipDT)(κ ¹ -N-bit)(PPh ₃) ₂]	4,30	DMF	[33]
<i>trans</i> -[Pd(κ ¹ -PipDT)(κ ¹ -N-sac)(PPh ₃) ₂]	4,30	DMF	[33]
[Pd(L ¹)(L ²)]	25,30	DMF	[34]
[Pd(OAC) ₂ (HL)]H ₂ O	5,12	DMSO	[35]
[Pd(OAC)(HNP)]H ₂ O	5,52	DMSO	[36]
[Pd(HL)(dppe)]Cl ₂	136,40	DMSO	[37]
[Pd(L)(dppe)]Cl	53,60	DMSO	[37]
[Pd(L) ₂ (dppe)]	18,40	DMSO	[37]
[Pd(OAc) ₂ (PTP)] 3H ₂ O	8,78	DMSO	[38]
[Pd(FMBT)(OAc)]H ₂ O	30,25	DMSO	[39]
[Pd(FMBT)] ₂	33,79	DMSO	[39]
[Pd(PMI)(8HQI)] Cl	72,00	DMSO	[40]
[Pd(L ¹)(L ²)] 2Cl	130,00	DMSO	[41]
[Pd(bpos) ₂ (dppf)]Cl ₂	72,00	DMSO	[42]
C ₁₄ H ₂₁ N ₇ OCl ₂ Pd	122,90	DMSO	[43]
[Pd(L ¹)Cl ₂]	13,66	DMSO	[44]
[Pd(L ²)Cl ₂]	4,23	DMSO	[44]
[Pd(L ³)Cl ₂]	3,58	DMSO	[44]
[Pd(L ⁴)Cl ₂]	1,23	DMSO	[44]
[PdCl ₂ (HL)] ₂	8,10	DMSO	[45]
[PdCl ₂ (HmtzS)] ₂	5,70	DMSO	[45]
[Pd(mtzS)] ₂	3,80	DMSO	[45]
[Pd(mtzS) ₂ (dppe)]	4,30	DMSO	[45]
[Pd(mtzS) ₂ (dppp)]	1,40	DMSO	[45]
[Pd(mtzS) ₂ (dppb)]	1,00	DMSO	[45]
[Pd(mtzS) ₂ (dppf)]	10,40	DMSO	[45]

$[\text{Pd}(\text{mtzS})_2(\text{Ph}_3\text{P})_2]$	1,00	DMSO	[45]
$[\text{Pd}(\text{mtzS})_2(\text{Ph}_3\text{PS})_2]$	4,30	DMSO	[45]
$[\text{Pd}(\text{HL}^1)\text{Cl}_2]$	14,68	DMSO	[46]
$[\text{Pd}(\text{HL}^2)\text{Cl}_2]$	15,11	DMSO	[46]
$[\text{Pd}(\text{HL}^3)\text{Cl}_2]$	14,68	DMSO	[46]
$[\text{Pd}(\kappa^2\text{-mbm})_2]$	7,20	DMSO	[47]
$[\text{Pd}(\kappa^1\text{-mbm})_2](\text{PPh}_3)_2]$	3,20	DMSO	[47]
$[\text{Pd}(\kappa^1\text{-mbm})_2](\text{dppf})]$	2,40	DMSO	[47]
$[\text{Pd}(\text{S}_2)_2]^{2+}$	77,00	DMF	[48]
$[\text{Pd}(\text{S}_3)_2]^{2+}$	77,00	DMF	[48]
$[\text{Pd}(\text{S}_4)_2]^{2+}$	71,00	DMF	[48]
$[\text{Pd}(\text{S}_5)_2]^{2+}$	75,00	DMF	[48]
$[\text{Pd}(\text{S}_6)_2]^{2+}$	80,00	DMF	[48]
$[\text{Pd}(\text{S}_9)_2]^{2+}$	77,00	DMF	[48]
$[\text{Pd}(\text{S}_{10/2})]^{2+}$	80,00	DMF	[48]
$[\text{Pd}(\text{S}_{11/2})]^{2+}$	84,00	DMF	[48]
$[\text{Pd}(\text{S}_{12/2})]^{2+}$	75,00	DMF	[48]
$[\text{Pd}(\text{S}_{13/2})]^{2+}$	79,00	DMF	[48]
$[\text{C}_{79}\text{H}_{54}\text{Cl}_4\text{N}_{12}\text{S}_4\text{Pd}_4](\text{PF}_6)_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	296,90	DMF	[49]
$[\text{Pd}(\text{PA-dtc})_2]$	17,80	DMSO	[50]
$[\text{PdTThCor}]$	108,50	DMSO	[51]
$[\text{PdCl}_2(\text{HDmazo})]$	11,32	DMSO	[52]
$[\text{Pd}(\text{Dmazo})_2]$	10,07	DMSO	[52]
$[\text{Pd}(\text{DMB})_2]$	13,00	DMSO	[53]
$[\text{Pd}(\text{L}^1)\text{Cl}_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3,70	DMSO	[54]
$[\text{Pd}(\text{L}^2)\text{Cl}_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	4,60	DMSO	[54]
$[\text{Pd}(\text{L}^3)\text{Cl}_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	4,90	DMSO	[54]
$[\text{Pd}(\text{PCA-dtc})_2(\text{dppe})]$	12,10	DMSO	[55]
$[\text{Pd}(\text{PCA-dtc})_2(\text{dppp})]$	3,80	DMSO	[55]
$[\text{Pd}(\text{PCA-dtc})_2(\text{dppf})]$	10,10	DMSO	[55]
$[\text{Pd}(\text{HL})_2]$	5,85	DMSO	[56]
$[\text{L}^1\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$	130,00	DMSO	[57]
$[\text{L}^2\text{PdCl}(\text{H}_2\text{O})] \cdot \text{H}_2\text{O}$	15,60	DMSO	[57]
$[\text{Pd}(\text{OAc})_2(\text{BIL})] \cdot \text{H}_2\text{O}$	13,80	DMF	[58]
$[\text{Pd}(\text{L3Cl})] \cdot \text{H}_2\text{O}$	11,39	DMF	[59]
$[\text{Pd}(\text{L}^1)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	111,00	DMF	[60]
$[\text{Pd}(\text{L}^1)(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}]\text{Cl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	50,00	DMF	[60]
$\text{C}_{25}\text{H}_{28}\text{Cl}_2\text{N}_4\text{O}_5\text{PdS}$	2,00	DMF	[61]
$[\text{Pd}(\text{L})(\text{phen})] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2,01	DMF	[62]
$\text{C}_{24}\text{H}_{23}\text{N}_7\text{O}_4\text{Pd}$	118,87	DMSO	[63]

[Pd(Dmby) ₂ (dppm)] ₂	10,00	DMSO	[64]
[Pd(Dmby) ₂ (dppe)]	11,00	DMSO	[64]
[Pd(Dmby) ₂ (dppp)]	6,80	DMSO	[64]
[Pd(Dmby) ₂ (dppb)]	7,00	DMSO	[64]
[Pd(Dmby) ₂ (dppf)]	8,00	DMSO	[64]
[Pd(Dmby) ₂ (PPh ₃) ₂]	2,40	DMSO	[64]
[Pd(BHDH) ₂]	2,25	DMF	[65]
[Pd(dmtzsH) ₂ (dppe)]	0,50	DMSO	[66]
[Pd(H ₂ L)Cl]	13,00	DMSO	[67]
[PdCl ₂ (OPP) ₂]	2,00	DMSO	[68]
[Pd(DMeCPAI) ₂ Cl]H ₂ O	17,37	DMF	[69]
C ₂₉ H ₂₇ N ₇ O ₄ Pd	50,00	DMSO	[70]
[LPdCl ₂] ₂ ·5H ₂ O	13,30	DMF	[71]
PdLC ₂	31,00	DMSO	[72]
PdLC ₂	44,00	DMF	[72]

Tabela 2- Análises de condutividade molar dos complexos de paládio(II) do ano de 2018 a 2024.

Solventes			
Ano	DMSO	DMF	Total
2018	4	5	9
2019	5	3	8
2020	4	0	4
2021	10	3	13
2022	4	2	6
2023	8	5	13
2024	7	4	11*
Total	42	22	64*

Tabela 3- Análise de número de artigos pesquisados por ano nesta busca bibliográfica.

Fonte: Autores. *[72]

Solventes			
Ano	DMSO	DMF	Total
2018	7	8	15
2019	28	3	31
2020	19	0	19
2021	20	6	26
2022	18	11	29
2023	14	6	20
2024	12	4	16
Total	118	38	156*

Tabela 4- Análise do número de complexos pesquisados por ano.

Fonte: Autores. *[72]

Ano	Tipos de complexos		Total
	Complexos neutros	Complexos eletrolíticos	
2018	10	5	15
2019	13	18	31
2020	19	0	19
2021	19	7	26
2022	18	11	29
2023	16	4	20
2024	13	2	15
Total	108	47	155

Tabela 5- Análise de quantidade de complexos neutros e complexos eletrolíticos pesquisados por ano.

Fonte: Autores.

Ano	Tipos de complexos			Total
	Complexos mononucleares	Complexos binucleares ou polinucleares	Polímeros	
2018	14	1	0	15
2019	30	1	0	31
2020	16	2	1	19
2021	26	0	0	26
2022	28	1	0	29
2023	18	2	0	20
2024	13	2	0	15
Total	145	9	1	155

Tabela 6- Quantidade de tipos complexos como (i) mononucleares (ii) complexos binucleares ou polinucleares e (iii) polímeros pesquisados por ano.

Fonte: Autores.

Ano	Tipos de complexos	
	Complexos neutros Concentração molar (mín-máx)	Complexos eletrolíticos Concentração molar (mín-máx)
2018	0,06 até 27,00	-----
2019	0,50 até 16,00	66,00 até 140,00
2020	1,60 até 22,00	-----
2021	2,00 até 33,79	39,20 até 136,40
2022	1,00 até 15,11	-----
2023	3,70 até 17,80	108,00 até 130,00
2024	0,50 até 31,00	50,00 até 118,87
Total	0,06 até 33,79	39,20 até 140,00

Tabela 7- Análise da faixa de condutividade molar dos complexos neutros em DMSO.

Fonte: Autores.

Ano	Tipos de complexos	
	Complexos neutros	Complexos eletrolíticos
	Concentração molar (mín-máx)	Concentração molar (mín-máx)
2018	15,00 até 24,00	74,00 até 115,00
2019	6,50 até 23,51	-----
2020	-----	-----
2021	3,00 até 25,30	-----
2022	-----	71,00 até 296,90
2023	2,00 até 13,80	50,00 até 111,00
2024	2,25 até 44,00	-----
Total	2,00 até 44,00	50,00 até 296,90

Tabela 8- Análise da faixa de condutividade molar dos complexos neutros em DMF.

Fonte: Autores.

4 | CONCLUSÃO

Em conclusão, a análise dos 63 artigos revisados, totalizando 155 complexos de paládio(II), demonstrou a importância da condutividade molar como uma ferramenta essencial para a caracterização desses compostos. A comparação entre os complexos com diferentes estequiometrias permitiu a distinção clara entre aqueles que se comportam como neutros e eletrolíticos, fornecendo insights valiosos sobre suas propriedades eletroquímicas. Os dados de condutividade molar obtidos em solventes DMSO e DMF foram consistentes com os valores relatados na literatura, corroborando a eficácia desses solventes na análise de complexos de paládio(II). Este estudo contribui para o aprofundamento da compreensão sobre o comportamento de complexos de paládio(II), ressaltando a condutividade molar como um parâmetro fundamental na determinação de suas características estruturais e eletroquímicas.

AGRADECIMENTOS

Aos autores agradecemos e a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pelo apoio e suporte durante a pesquisa, pelo programa de Iniciação Científica PIVIC-FC (CNPq/UFGD), Grupo de Metalo-Supramoléculas e Compostos de Coordenação (GMSCC) e pelas sugestões. Agradecemos as Universidades parceiras do trabalho UTFPR-Londrina-PR e UFMS-Campo Grande-MS.

REFERÊNCIAS

[1] FARIAS, R. F de. **Química de coordenação**: fundamentos e atualidades. 5. ed. Campinas, SP: Ed. Átomo, 2009.

- [2] ATKINS, P.; LORETTA, J. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2006.
- [3] SHRIVER, D. F; ATKINS, P. **Química inorgânica**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [4] TOMA H, E. Alfred Werner e Heinrich Rheinboldt: genealogia e legado científico. **Química Nova**, v. 37, n. 3, p. 574-581, 2014.
- [5] TOMA H, E.; FERREIRA, A. M da C.; MASSABNI, A. M. G.; MASSABNI, A. C. **Nomenclatura básica de química inorgânica. Adaptação simplificada, atualizada e comentada das regras da IUPAC para a língua portuguesa (Brasil)**. São Paulo: Blucher, 2014.
- [6] WERNER, H. Alfred Werner: a forerunner to modern inorganic chemistry, **Angewandte Chemie International Edition**, v. 52, p. 6146-6153, 2013.
- [7] VELHO, R. G. **Medidas de condutividade na caracterização de complexos inorgânicos: um levantamento bibliográfico**. Dissertação (mestrado em química inorgânica) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos - SP, 2006, 170 p.
- [8] GEARY, W. J. The use of conductivity measurements in organic solvents for the characterisation of coordination compounds. **Coordination Chemistry Reviews**, v.7, p. 81-122, 1971.
- [9] SANTOS, A. R DOS.; FIRME, C. L.; BARROS, J. C. A internet como fonte de informação bibliográfica em química. **Química Nova**, v. 31, n. 2, p. 251-451, 2008.
- [10] BOUCHOUCHA, A.; ZAATER, S.; BOUACIDA, S.; MERAZIG, H.; DJABBAR, S. Synthesis and characterization of new complexes of nickel(II), palladium(II) and platinum(II) with derived sulfonamide ligand: structure, DFT study, antibacterial and cytotoxicity activities. **Journal of Molecular Structure**, v. 1161, p. 345-355, 2018.
- [11] ALYAR, S.; SEN, C.; ALYAR, H.; ADEM, S.; KALKANCI, A.; OZDEMIR, U. O. Synthesis, characterization, antimicrobial activity, carbonic anhydrase enzyme inhibitor effects, and computational studies on new Schiff bases of Sulfa drugs and their Pd(II), Cu(II) complexes. **Journal of Molecular Structure**, v. 1171, p. 214-222, 2018.
- [12] ALY S. A. Physico-chemical study of new ruthenium(III), Pd(II) and Co(II) complexes, DNA binding of Pd(II) complex and biological applications. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v. 11, p. 163-170, 2018.
- [13] ABDEL-RAHMAN, L. H.; ABU-DIEF, A. M.; SHEHATA, M. R.; ATLAM, F. M.; ABDEL-MAWGOUD, A. A. H.; Some new Ag(I), VO(II) and Pd(II) chelates incorporating tridentate imine ligand: design, synthesis, structure elucidation, density functional theory calculations for DNA interaction, antimicrobial and anticancer activities and molecular docking studies. **Applied Organometallic Chemistry**. v. 33, p. e4699, 2018.
- [14] EKENNI, A. C.; OSOWOLE, A. A.; ONWUDIWE, D. C.; BABAHAN, I.; IBEJI, C. U.; OKAFOR, S. N.; UJAM, O. T.; Synthesis, characterization, molecular docking, biological activity and density functional theory studies of novel 1,4- naphthoquinone derivatives and Pd(II), Ni(II) and Co(II) complexes. **Applied Organometallic Chemistry**. v. 32, p. e4310, 2018.

- [15] TERBOUCHE, A.; AIT-RAMDANE-TERBOUCHE, C.; BENDJILALI, Z.; BERRIAH, H.; LAKHDARI, H.; LERARI, D.; BACHARI, K.; MEZAOU, D.; BENSIRADJ, N. E. H.; GUEGAN, J.-P.; HAUCHARD, D. Synthesis, spectral characterization, molecular modeling, antibacterial and antioxidant activities and stability study of binuclear Pd(II) and Ru(III) complexes with novel bis-[1-(2-[(2-hydroxynaphthalen-1-yl) methylidene]amino)ethyl]-1-ethyl-3-phenylthiourea] ligand: Application to detection of cholesterol. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 205, p. 146-159, 2018.
- [16] GABER, M.; AWAD, M. K.; ATLAM, F. M. Pd (II) complexes of bidentate chalcone ligands: synthesis, spectral, thermal, antitumor, antioxidant, antimicrobial, DFT and SAR studies. **Journal of Molecular Structure**, v. 1160, p. 348-359, 2018.
- [17] ELBORAEY, H. A.; EL-GAMMAL, O. A.; Macrocyclic Cu(II) and Pd(II) complexes with new 16-membered tetradentate [N4] ligand: synthesis, characterization, 3D molecular modeling and *in vitro* anticancer and antimicrobial activities. **Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry**, v. 90, p.123-134, 2018.
- [18] GABER, M.; EL-GHAMRYA, H. A.; MANSOUR, M. A. Pd(II) and Pt(II) chalcone complexes. Synthesis, spectral characterization, molecular modeling, biomolecular docking, antimicrobial and antitumor activities, **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, v. 354, p.163-174, 2018.
- [19] ABU-DIEF, A. M.; ABDEL-RAHMAN, L.; SHEHATA, M.; ABDEL-MAWGOUD, A. Novel azomethine Pd(II) and VO(II) based metallo-pharmaceuticals as anticancer, antimicrobial, and antioxidant agents: design, structural inspection, DFT investigation, and DNA interaction. **Journal of Physical Organic Chemistry**, v.32, p.1-18, 2019.
- [20] EL-GHAMRY, H. A.; GABER M.; FARGHALY, T.A. Synthesis, structural characterization, molecular modeling and DNA binding ability of Co^{II}, Ni^{II}, Cu^{II}, Zn^{II}, Pd^{II} and Cd^{II} complexes of benzocycloheptenone thiosemicarbazone ligand. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 19, p. 1068-1079, 2019.
- [21] KAREEM, I. K.; MOHSEIN, H. F.; MAJEED, N. S. Preparation and spectral characterization of some novel heterocyclic ligands derivative from 2,4,6-tri oxo tetra hydro pyrimidine and their complexes with Pd(II). **Journal of Physics. Conference Series**, p.1294, 2019.
- [22] MOHAMED, R. G.; ELANTABLI, F. M.; AZIZ, A. A. A. A.; MOUSTAFA, H.; EL-MEDANI, S. M. Synthesis, characterization, NLO properties, antimicrobial, CT-DNA binding and DFT modeling of Ni(II), Pd(II), Pt(II), Mo(IV) and Ru(I) complexes with NOS Schiff base. **Journal of Molecular Structure**, v. 1176, p. 501e 514, 2019.
- [23] AL-JIBORI, S. A.; ULGHAFOOR, M. A.; KARADAĞ, A.; AYDIN, A.; AKBAŞ, H.; RUIZ, S. G. Synthesis, characterization and anti-tumor activity of Pd(II) complexes with 4,5-benzo-3H-1,2-dithiole-3-thione. **Transition Metal Chemistry**, v. 44, p. 575-583, 2019.
- [24] HAMEED, A. A.; ALHEETY, M. A.; MAHMOOD, A.R.; AL-JIBORIA, S. A.; KARADAG, A. H₂ storage abilities of some novel Pd(II) complexes containing 2H[1,4] benzothiazin-3(4H)-one, **Inorganic Chemistry Communications**, v. 106, p. 11-17, 2019.
- [25] ABU-DIEF, A. M.; EL-SAGHER, H. M.; SHEHATA, M. R. Fabrication, spectroscopic characterization, calf thymus DNA binding investigation, antioxidant and anticancer activities of some antibiotic azomethine Cu(II), Pd(II), Zn(II) and Cr(III) complexes, **Applicated Organometallic Chemistry**, v. 33, p. e4943, 2019.

- [26] THAKOR, K. P.; LUNAGARIYA, M. V.; BHATT, B. S.; PATEL, M. N. Fluorescence and absorption titrations of bio-relevant imidazole based organometallic Pd(II) complexes with DNA: synthesis, characterization, DNA interaction, antimicrobial, cytotoxic and molecular docking studies. **Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials**, v. 29, p.2262-2273, 2019.
- [27] AL-SAIF F. A.; AL-HUMAI, J. Y.; BINJAWHAR, D. N.; MOAMEN S. REFAT, M. S. Six new palladium(II) mixed ligand complexes of 2-, 3-, 4- monosubstituted derivative of pyridine ring with caffeine moiety: synthesis, spectroscopic, morphological structures, thermal, antimicrobial and anticancer properties. **Journal of Molecular Structure**, v.1218, n. 15, p. 128547, 2020.
- [28] MOURA, T. R de.; ZANETTI, R D.; SILVA, D. E. S.; FARIAS, R. L. de.; MAURO, A. E.; PEREIRA, J. C. M.; SOUZA, A. A de. SIQUEIRA, F. da S.; JUDICE, W. A. de S.; LIMA, M. A.; ROCHA, F. V.; DEFLON, V. M.; NETTO. A. V. G. Palladium(II) complexes bearing 1-iminothiolate-3,5-dimethylpyrazoles: synthesis, cytotoxicity, DNA binding and enzymatic inhibition studies. **New Journal of Chemistry**, v. 44, p. 19891-1990, 2020.
- [29] AL-JANABIA, A. S. M.; ALHEETY, M. A.; AL-SAMRAI O. A. Y.; SHAABAND, S.; KIBARF, B.; CACAN E. Anti-cancer and anti-fungal evaluation of novel palladium(II) 1-phenyl-1Htetrazol-5-thiol complexes. **Inorganic Chemistry Communications**, v. 121, p. 108193, 2020.
- [30] AL-JIBORI, S. A.; AL-DOORI, L. A.; AL-JANABI, A. S. M.; ALHEETY, M. A.; AKBAS, H.; KARADAG, A. Novel Hg(II) and Pd(II) benzotriazole (Hbta) complexes: synthesis, characterization, X-ray crystal structure of $[Pd(PPh_3)(\mu-bta)Cl]_2$. DMSO and thermodynamic study of their H_2 storage. **Journal of Molecular Structure**, v. 1207, p. 127832, 2020.
- [31] AL-JIBORI, S. A.; AL-JANABI, A. S. M.; AL-SAHAN, S. W. M.; WAGNER C. Pd (II)- pyrrolidine dithiocarbamate complexes: synthesis, spectroscopic studies and molecular structure of $[Pd(PyDT)(ppy)]$. **Journal of Molecular Structure**, v.1227, p. 129524, 2021.
- [32] LUPAȘCU, G.; PAHONȚU, E.; SHOVA, S.; BĂRBUCEANU, BADEA, M., PARASCHIVESCU, C.; DINU-PIRVU, C. Co(II), Cu(II), Mn(II), Ni(II), Pd(II), and Pt(II) complexes of bidentate schiff base ligand: synthesis, crystal structure, and acute toxicity evaluation. **Applied Organometallic Chemistry**, v. 35, n. 4, p. e6149, 2021.
- [33] AL-JANABI, A. S. M.; KADHIM, M. M.; AL-NASSIRY, A. I. A.; YOUSEF, T. A. Antimicrobial, computational, and molecular docking studies of Zn(II) and Pd(II) complexes derived from piperidine dithiocarbamate. **Applied Organometallic Chemistry**, v. 35, n. 2, p. e6108, 2021.
- [34] ALTUN, O.; KOCER, M. Spectral, kinetic and thermodynamic studies of Pd(II) with Schiff base derived from L-asparagine and furfuraldehyde in the presence of 8-hydroxyquinoline. **Journal of Molecular Structure**, v.1224, p.129242, 2021.
- [35] ABU-DIEF, A. M., EL-METWALY, N. M., ALZHRANI, S. O., ALKHATIB, F., ABUALNAJA, M. M., EL-DABEA, T., EL-REMAILY, M. A. E. A. A. Synthesis and characterization of Fe(III), Pd(II) and Cu(II)-thiazole complexes; DFT, pharmacophore modeling, *in-vitro* assay and DNA binding studies. **Journal of Molecular Liquids**, v. 326, p. 115277. 2021.
- [36] ABU-DIEF, A. M.; EL-KHATIB, R. M.; ALJOHANI, F. S.; ALZHRANI, S. O.; MAHRAN, A.; KHALIFA, M. E.; EL-METWALY, N. M. Synthesis and intensive characterization for novel Zn(II), Pd(II), Cr(III) and VO(II)-Schiff base complexes; DNA-interaction, DFT, drug-likeness and molecular docking studies. **Journal of Molecular Structure**, v. 1242, p. 130693, 2021.

- [37] IRZOQI, A. A.; SALMAN, F. A.; ALASADI, Y.; ALHEETY, M. A. Synthesis and structural characterization of palladium(II) mixed-ligand complexes of *n*-(benzothiazol-2-yl)benzamide and 1,2-bis(diphenylphosphino)ethane. **Inorganic Chemistry**, v. 60, p. 18854-18858, 2021.
- [38] ALZAHIRANI, S. O.; ABU-DIEF, A. M.; ALKHAMIS, K.; ALKHATIB, F.; EL-DABEA, T.; EL-REMAILY, M. A. E. A. A.; EL-METWALY, N. M. Synthesis and structural elucidation for new pyrano thiazole complexes: Biological screening and effects on DNA through *in-vitro* and *in-silico* approaches. **Journal of Molecular Liquids**, v. 332, p. 115844, 2021.
- [39] SINGH, K.; SIWACH, P. Synthesis, spectroscopic, theoretical and biological evaluation of novel schiff base complexes of divalent transition metals. **Applied Organometallic Chemistry**, v. 36, n. 3, e 6553, 2021.
- [40] KADHIUM, A. J.; ABDULMAHDI, B. S.; Ali, F. J. Preparation, determination and study toxicity effects of new mixed ligands complexes derivative from 8- hydroxy quinoline with Pd(II). **Egyptian Journal Chemistry**, v. 64, n. 9, p. 5283 - 5288, 2021.
- [41] TOFIQ, D. I.; HASSAN, H. Q.; ABDALKARIM, K. A. Preparation of a novel mixed-ligand divalent metal complexes from solvent free synthesized schiff base derived from 2,6-diaminopyridine with cinnamaldehyde and 2,20 -bipyridine: characterization and antibacterial activities. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 14, p. 103429, 2021.
- [42] SALEH, R. A.; MOHAMMAD, H. A. Synthesis and characterization of palladium(II) and platinum(II) mixed ligand complexes of the type $[M(bpoz)_2(dppf)]Cl_2$, $bpoz = 2$ -(benzylthio)-5-phenyl-1,3,4-oxadiazole. **Zanco Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 33, n. 1, p. 77-90, 2021.
- [43] FADL, A. M.; ABDU, M. I.; ZORDOK, W. A.; SADEEK, S. A. Intrinsic anti-corrosion, self-healing and mechanical resistance behaviors of epoxy composite coating intercalated with novel mixed Ni(II), Pd(II), and Cd(II) complex cross-linking accelerators for steel petroleum tanks. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 15, p. 2242-2275, 2021.
- [44] KERFLANI, A.; SI LARBI, K.; RABAHI, A.; BOUCHOUCHA, A.; ZAATER, S.; TERRACHET-BOUAZIZ, S. Novel palladium(II) complexes with iminocoumarin ligands: synthesis, characterisation, electrochemical behaviour, DFT calculations and biological activities, ADMET study and molecular docking. **Inorganica Chimica Acta**, v. 529, p.120659. 2022.
- [45] AL-MOUQDADY, O. D. H.; AL-JANABI, A. S.; HATSHAN, M. R.; AL-JIBORI, S. A.; FIAHAN, A. S.; WAGNER, C. Synthesis, characterization, anti-bacterial and anticancer activities of palladium(II) mixed ligand complexes of 2-mercapto-5-methyl-1,3,4-thiadiazole (HmtzS) and phosphines. Crystal structure of $[Pd(mtzS)_2(dppf)] \cdot H_2O \cdot EtOH$. **Journal of Molecular Structure**, v. 1259, p. 132748, 2022.
- [46] DECHOUK, L F.; BOUCHOUCHA, A.; ABDI, Y.; LARBI, K. S.; BOUZAHEUR, A.; TERRACHET-BOUAZIZ, S. Coordination of new palladium (II) complexes with derived furopyran-3,4-dione ligands: synthesis, characterization, redox behaviour, DFT, antimicrobial activity, molecular docking and ADMET studies. **Journal of Molecular Structure**, v. 1259, p. 132748, 2022.
- [47] AL-JIBORI, S. A.; AL-JIBORI, G. H. H.; SALEH, S. S.; AL-JANABI, A. S. M.; LAGUNA, M.; WAGNER, C. Palladium(II) 2-mercaptobenzamide (o -SC₆H₄CONH₂) complexes: crystal structure of *trans*- $[Pd(o$ -SC₆H₄CONH₂)₂(PPh₃)₂]. **Polyhedron**, v. 216, p. 115721, 2022.
- [48] ALFAIFI, M.; ELBEHAIRI, S.; ELSHAARAWY, R.; ZEIN, M. Novel thiazolium ionic liquids-tagged bicyclo-palladium(II) Schiff base complexes; synthesis, characterization and *in vitro* cytotoxicity toward ovarian cancer. **Journal of Molecular Structure**, v. 1249, p. 131594, 2022.

- [49] TABATABAI, A. S. D.; DEHGHANIAN, E.; MANSOURI-TORSHIZI, H. Probing the interaction of new and biologically active Pd(II) complex with DNA/BSA via joint experimental and computational studies along with thermodynamic, NLO, FMO and NBO analysis. **Biomaterials**, v. 35, p. 245-266, 2022.
- [50] ABDULLAH, T. B.; JIRJES, H. M.; FAIHAN, A. S.; AL-JANABI, A. S. M. Spectroscopic, computational, anti-bacterial studies of bivalent metal complexes of N-picolyl-amine dithiocarbamate. **Journal of Molecular Structure**, v.1276, p. 134730, 2023.
- [51] RODRIGUES, B. M.; VICTÓRIA, H. F.V; LEITE, G.; KRAMBROCK, K.; CHAVES, O. A.; OLIVEIRA, D. F. D.; GARCIA, R. D. Q.; BONI, L. D.; COSTA, L. A. S.; IGLESIAS, B. A. Photophysical, photobiological, and biomolecule-binding properties of new tri-cationic *meso*-tri(2-thienyl)corroles with Pt(II) and Pd(II) polypyridyl derivatives. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 242, p. 112149, 2023.
- [52] AL-JANABI, A. S. M.; OUDAH, K. H.; ALDOSSARI, S.A.; KHALAF, M. A.; SALEH, A. M.; HATSHAN, M. R.; ALTHEEB, N. B.; ADIL, S. F. Spectroscopic, anti-bacterial, anti-cancer and molecular docking of Pd(II) and Pt(II) complexes with (E)-4-((dimethylamino)methyl)-2-((4,5-dimethylthiazol-2-yl)diazanyl) phenol ligand. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 27, p. 101619, 2023.
- [53] SHIHAB, I. A.; MUHAMMED, M. Y.; ALHEETY, M. A.; NUAMAN, H. A.; KARADAG, A. Rapid ultrasound-assisted synthesis, characterization, DFT, molecular docking, and anticancer activity of palladium and zinc complexes with 2,6 dimethoxybenzoic acid: a comprehensive study. **Journal of Molecular Structure**, v.1276, p. 134730, 2023.
- [54] BOUROUAI, M. A.; LARBI, K. S.; BOUCHOUCHA, A.; TERRACHET-BOUAZIZ, S.; DJEBBAR, S. New Ni(II) and Pd(II) complexes bearing derived sulf a drug ligands: synthesis, characterization, DFT calculations, and *in silico* and *in vitro* biological activity studies. **Biomaterials**, v. 36, p. 153-188, 2023.
- [55] ABDULLAH, T. B.; BEHJATMANESH-ARDAKANI, R.; FAIHAN, A. S.; JIRJES, H. M.; ABOU-KRISHA, M. M.; YOUSEF, T.A.; KENAWY, S.H.; AL-JANABI, A. S. M. Cd(II) and Pd(II) mixed ligand complexes of dithiocarbamate and tertiary phosphine ligands spectroscopic, anti-microbial, and computational studies, **Molecules**, v. 28, p. 2305, 2023.
- [56] ALI, M. S.; EL-SAIED, F. A.; SHAKDOFA, M. M. E.; KARNIK, S.; JARAGH-ALHADAD, L. A. Synthesis and characterization of thiosemicarbazone metal complexes: crystal structure, and antiproliferation activity against breast (MCF7) and lung (A549) cancers. **Journal of Molecular Structure**, v.1274, p. 134485, 2023.
- [57] AKDENIZ, A.; TURAN, N. Synthesis, characterization, suzuki-miyaura and mizoroki-heck cross-coupling reactions of schiff base-Pd(II) complexes. **Journal of Molecular Structure**, v.1287, p. 135724, 2023.
- [58] EL-REMAILY, M. A. E A. A. A.; ELHADY, O.; ABDOL, A.; ALHASHMIALAMEER, D.; ESKANDER, T. N. A.; ABU-DIEF, A. M. Development of new 2-(benzothiazol-2-ylimino)-2,3-dihydro-1H-imidazol-4-ol complexes as a robust catalysts for synthesis of thiazole 6-carbonitrile derivatives supported by DFT studies. **Journal of Molecular Structure**, v.1292, p. 136188, 2023.
- [59] JAWAD, W. A.; BALAKIT, A. A.; AL-JIBOURI, M. N. A.; SERT, Y.; OBIES, M. Design, synthesis, characterization, antioxidant, antiproliferative activity and molecular docking studies of new transition metal complexes of 1,2,4-triazole as combretastatin A-4 analogues. **Journal of Molecular Structure**, v.1292, p. 136188, 2023.

- [60] SAYED, F. N.; MOHAMED, G. G.; DEGHADI, R. G. Structural characterization and molecular docking studies of biologically active platinum(II) and palladium(II) complexes of ferrocenyl Schiff bases. **Journal of Molecular Structure**, v.1278, p. 134904, 2023.
- [61] HASSAN, S. S.; HANNA, D. H.; MEDANY, S.S. The double-edged sword of the amoxicillin antibiotic against prostate cancer in nano palladium form and its electrochemical detection of dopamine. **Applied Organometallic Chemistry**, v. 37, p. e7026, 2023.
- [62] SOGUKOMEROGULLARI, H.G.; BAŞARAN, E.; SARIOĞLU, A. O.; KOSE, A.; AKKOC, S. Synthesis, characterization, photoluminescence properties and antiproliferative activity of new Pd(II), Ni(II) and Cu(II) mixed complexes bearing schiff base ligand and 1,10-phenanthroline. **Chemistry Select**, v. 8, p. e202301014, 2023.
- [63] ABU-DIEF, A. M.; EL-DABEA, T.; EL-KHATIB, R. M.; ABDU, A.; IBRAHIM OMAR BARNAWID, I. O.; ALSHEHRIB, H. A. H.; AL-GHAMDI, K.; EL-REMAILY, M. A. E. A. A. Fabrication, physicochemical characterization and theoretical studies of some new mixed ligands complexes based on N-(1H-benzimidazol-2-yl)-guanidine and 1, 10-phenanthroline: DNA interaction, biological applications and molecular docking approach. **Journal of Molecular Structure**, v.1310, p. 138328, 2024.
- [64] AL-JIBORI, L. H. K.; AL-JANABI, A. S. M. Synthesis, spectroscopic analysis, and anti-bacterial studies of Pd(II) complexes of phosphine and hydrazone derivatives. **Journal of The Turkish Chemical Society Section A: Chemistry**, v.11, n. 1, p. 245-252, 2024.
- [65] PALLAI, D. B.; BADEKAR, R. R.; MOMIN, K. I.; BONDGE, A. S.; NAGARGOJE, G. R.; KADAM, P. D.; PANCHGALLE, S. P.; MORE, V. S.. Synthesis, spectral and biological studies of Co(II), Fe(II), Ni(II), Cu(II), Pd(II), Mn(II), Hg(II), Cd(II), and Zn(II) complexes derived from benzohydrazide schiff base. **Journal of Applied Organometallic Chemistry**, v. 4, n. 1, p. 76-87, 2024.
- [66] SALEH, R. A.; MAHAMAD, H. A.; AL-JIBORI, S. A. Pd(II) na Pt(II) mixed ligand complexes containing 2,5dimercapto1,3,4thiadizole and 1,2bis(diphenylphosphino) ethane ligands, synthesis, characterization, crystal structure, anticancer and computational studies. **Chemistry Africa**, v. 7, p.3157-3169, 2024.
- [67] ABDULLAH, A. M.; AL-HAMDANI, A. A. S.; ZOUBI, W. A. Synthesis, characterization and determination antioxidant activities for new azo dyederived from sulfamethoxazole and some metal ion complexes. **Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Applied Sciences**, v. 37. n. 2, p. 242-259, 2024.
- [68] ALANI, A. S, A. A.; SARHAN, B. M.; TRIPATHI, V. D. Synthesis and spectral study of new guanine derivative (N-((6-Oxo-6,9-Dihydro 1H-Purin-2-yl)carbamothioyl)propionamide) and its complexes with some metals ion. **Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Applied Sciences**, v. 37. n. 2, p. 283-296, 2024.
- [69] AL-ADILEE, K. J.; JAWAD, S. H.; KYHOIESH, H. A. K.; HASSAN, H. M. A. Synthesis, characterization, biological applications, and molecular docking studies of some transition metal complexes with azo dye ligand derived from 5-methyl imidazole. **Journal of Molecular Structure**, v.1295, p. 136695, 2024.
- [70] ABU-DIEF, A. M.; EL-DABEA, T.; EL-KHATIB R. M.; FEIZI-DEHNAYEBI, M.; ALJOHANI, F. S.; AL-GHAMDI, K.; BARNAWI, I. O.; EL-REMAILY, M. A. E. A. A. Synthesize, structural inspection, stoichiometry in solution and DFT calculation of some novel mixed ligand complexes: DNA binding, biomedical applications and molecular docking approach. **Journal of Molecular Liquidiz**, v.399, p. 124422, 2024.

[71] TURAN, N.; SEYMEN, H.; GÜNDÜZ, B.; BULDURUN, K.; ÇOLAK, N. Synthesis, characterization of Schiff base and its metal complexes and investigation of their electronic and photonic properties. **Optical Materials**, v. 148, p. 114802, 2024.

[72] ADAM, M. S. S. Bimetallic homoleptic divalent metal-complexes of diisatin dihydrazone ligand. Biological activity and catalytic oxidation of sulfides. **Inorganic Chemistry Communications**, v. 162, p. 112261, 2024.