

# **DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE FERRO EM ÁGUAS DE POÇOS RESIDENCIAIS DE ALGUNS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE.**

**Yasmin Ferreira de Sá Cruz e Adamastor Rodrigues Tôrres\***

Faculdade Pernambucana de Saúde - Avenida Jean Emile Favre, 422, 51200-060, Recife-PE, Brasil

\*e-mail: [adamastor.torres@fps.edu.br](mailto:adamastor.torres@fps.edu.br)

## **RESUMO:**

A construção de poços artesianos visando o emprego das águas subterrâneas para uso residencial é uma prática comum nas comunidades. Este uso é motivado pela escassez de água em certas regiões do país, além de ser um meio bastante rentável para o abastecimento residencial mesmo em locais onde existe o fornecimento de água pelos órgãos estaduais. Entretanto, a qualidade da água dos poços artesianos é na maioria das vezes negligenciada. De acordo com o Ministério da Saúde, a água para consumo humano deve seguir um padrão de potabilidade, uma vez que ela pode apresentar níveis elevados de espécies químicas inorgânicas, como por exemplo o ferro. Níveis de ferro acima de 0,3 mg/L, valor máximo permitido, alteram as propriedades organolépticas da água, e em consequência podem ocorrer manchas nas roupas, pisos, entre outros problemas inoportunos. O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de ferro em águas de poços artesianos por meio da técnica de espectroscopia de absorção molecular na região do visível. Foram analisadas amostras de água coletadas em 7 diferentes poços residenciais de municípios da Região Metropolitana do Recife. Para esta determinação, o ferro II presente nas amostras de água associado com a 1,10-fenantrolina forma um complexo que absorve na região do visível, no comprimento de onda de 510 nm. Através da construção de uma curva de calibração, os resultados obtidos foram comparados com a concentração de ferro preconizada pela legislação vigente. Verificou-se que todas as amostras apresentaram teor abaixo do limite permitido para potabilidade. A amostra de Recife apresentou maior teor, com o valor de 0,136 mg/L de  $Fe^{+2}$ , em relação às outras amostras analisadas.

Palavras-chaves: Poços artesianos, Ferro e Espectroscopia no visível

## INTRODUÇÃO

Segundo o Ministério da saúde, água potável é aquela que segue padrões de potabilidade determinados por portaria e não traga riscos à saúde.<sup>1</sup> Por ser um elemento indispensável para as atividades humanas, a população procura várias formas de obtê-la além da oferecida pelo estado. A utilização de água subterrânea por meio de poços é uma dessas formas, o censo demográfico de 2010 feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostra que aproximadamente 10,6 % dos domicílios particulares utilizam a obtenção de água por poços ou nascentes.<sup>2</sup>

Os principais motivos para a utilização dessa alternativa é o baixo custo na perfuração de poços e a escassez de água que atinge certas regiões do Brasil.<sup>3</sup> Apesar de ser necessária a utilização de água subterrânea em comunidades sem acesso à água potável, também é observado a crescente utilização dessa água em centros urbanos.<sup>4</sup> Dentre todas as regiões do país, a com maior quantitativo de poços registrados atualmente é a região Nordeste. Dados recentes fornecidos pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), mostram que foram cadastrados até agosto de 2017 cerca de 287.331 poços na região, e em Pernambuco cerca de 28.213.<sup>5</sup>

Embora o estado de Pernambuco apresente um número de poços cadastrados relativamente alto, antes de chegar nesse quantitativo, o estado viu a necessidade de leis para proteção de seus aquíferos, visto que a qualidade da água consumida está diretamente ligada à saúde pública. A poluição das águas subterrâneas pode ocorrer por meio das atividades ligadas à agropecuária, indústria e comércio. Estes setores devem ter atenção no descarte de seus resíduos, pois caso o descarte seja realizado de forma inadequada, os resíduos podem atingir os lençóis freáticos e com isso comprometer a qualidade dessas águas. Caso ocorra este erro, existe punição prevista em lei.<sup>6</sup>

Tendo em vista manter a qualidade de seus aquíferos, foi sancionada a Lei nº 11.427 de 17 de janeiro de 1997 no estado de Pernambuco, com o objetivo proteger e conservar aquíferos de possíveis poluentes. Sendo assim, a perfuração de poços é controlada através de autorização outorgada pelo órgão gestor de Recursos Hídricos do Estado.<sup>6</sup>

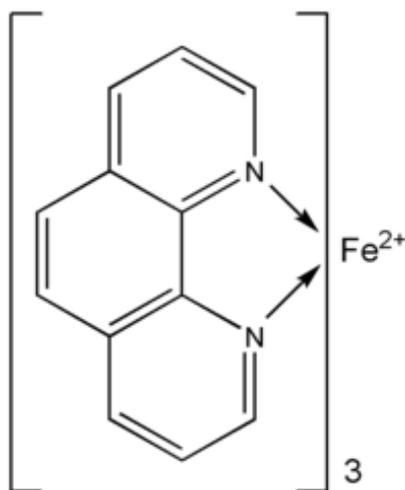
No entanto, mesmo com essas atitudes do estado, ainda há possibilidade de poços artesianos apresentarem contaminantes. Dentre estes, podemos destacar a presença de substâncias químicas inorgânicas, como o ferro, manganês, sódio, entre outros elementos. O consumo de água contendo teores elevados de espécies químicas inorgânicas merece atenção. Um elemento comumente presente em águas subterrâneas é o ferro. Quando ele está presente em níveis superiores a 0,5 ppm, ocorre alteração das propriedades organolépticas da água, e com isso ela pode apresentar cor, odor

e sabor. A utilização da água com altos teores de ferro pode acarretar em manchas nas roupas, pisos, entre outros problemas inoportunos.<sup>7</sup>

À vista disso o Ministério da Saúde, através da Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, dispõe o padrão de potabilidade e vigilância da qualidade da água de consumo humano. De acordo com a Portaria, o valor máximo permitido para o ferro é de 0,3 mg/L.<sup>1</sup> Tratando-se de análise de ferro em água a técnica analítica disponível empregada é a espectroscopia de absorção molecular.<sup>8</sup> A espectroscopia é amplamente utilizada para determinação de uma grande quantidade de espécies químicas. O princípio da espectroscopia é a interação de uma radiação eletromagnética e a matéria constituinte da amostra. A energia incidente pode ser refletida, transmitida ou absorvida.<sup>9</sup>

A análise de ferro por espectroscopia de absorção molecular é realizada por transferência de carga, pois muitos complexos orgânicos e inorgânicos exibem esse tipo de absorção. Este complexo consiste em um grupo doador de elétrons, íon metálico, ligado a um receptor de elétrons. O produto dessa reação é um tipo de processo interno de oxidação-redução.<sup>9</sup>

O composto orgânico 1,10-fenantrolina forma um complexo estável com íons ferro II, este complexo algumas vezes chamado “ferroína” é formulado como  $Fe(fen)_3^{2+}$ . A estrutura desse complexo é mostrada na figura 3.<sup>13</sup>



**Figura 3.** Ferroína  $Fe(fen)_3^{2+}$

(Fonte: Skoog, West, Holler, Crouch, 2006, p. 521.)

O ferro complexado na ferroína sofre reação reversível de oxidação-redução, demonstrado na equação 3:



O método do ferro-o-fenantrolina é específico para a determinação ferro ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), com isso, quando o ferro apresenta número de oxidação  $3^+$ , férrico, deve haver a redução do  $\text{Fe}^{3+}$  para  $\text{Fe}^{2+}$ . Utilizando a hidroxilamina e tampão acetato de amônio ocorre, respectivamente, a redução e estabilização dessa reação de oxidação-redução.<sup>10, 11</sup>

O complexo de ferro II 1,10 – fenantrolina exibe uma coloração vermelho-alaranjado, e quando submetido à análise por espectroscopia absorve na região visível do espectro eletromagnético no comprimento de onda de 510 nm.<sup>10</sup>

A análise por espectroscopia em química analítica é uma alternativa para a quantificação de complexos orgânicos e inorgânicos, e o presente trabalho pretende demonstrar como foi esta aplicação na determinação de ferro em água de poços.

## **OBJETIVO**

Determinar ferro em águas de poços para fins de consumo humano empregando uma metodologia baseada em análise de complexos químicos por espectroscopia. Tendo como objetivos específicos, construir curvas de calibração para o método espectrofotométrico empregando padrões de ferro e realizar a quantificação do ferro II por espectroscopia de absorção molecular na região do visível em águas de poços residenciais;

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Reagentes, soluções e equipamentos**

Nesta pesquisa foram utilizados os reagentes: hidroxilamina ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ), ácido clorídrico concentrado ( $\text{HCl}$ ), ortofenantrolina monoidratada ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), acetato de amônio ( $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ), ácido acético glacial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), sulfato ferroso amoniacal hexaidratado  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  e água destilada  $\text{H}_2\text{O}$ . A leitura das soluções diluídas do padrão e amostras foi realizada no espectrofotômetro da marca Thermo Scientific™ GENESYS 10S UV-Vis.

A preparação dos reagentes seguiu a metodologia descrita na norma 13934 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT),<sup>10</sup> e Norma Técnica NTS 010 da Companhia de

Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).<sup>11</sup> Foram preparadas soluções de hidroxilamina 10%, solução tampão de acetato de amônio, solução de ortofenantrolina 0,25%, e uma solução estoque de ferro II 200 mg/L (ou 0,2 mg/mL) que foi empregada na preparação da solução padrão.

### **Construção da curva de calibração**

Foi retirado 10 mL da solução estoque de ferro ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) de 200 mg/L, e transferido para um balão volumétrico de 100 mL e diluído com água destilada. A solução padrão de ferro de 20 mg/L (ou 0,02 mg/mL) obtida foi então empregada para a construção da curva de calibração.

A curva de calibração foi construída nas seguintes concentrações: 0,02 mg/L; 0,05 mg/L; 0,1 mg/L; 0,2 mg/L; 0,3 mg/L; 0,4 mg/L e 0,5 mg/L. As concentrações foram feitas em triplicata para a construção da curva. A leitura das absorvâncias foi realizada no comprimento de onda de 510 nm, em cubetas de 10 mm.

As soluções padrões da curva de calibração foram diluídas com água destilada para 100 mL após o acréscimo de volumes de 2 mL da solução de hidroxilamina 10%, 2 mL da solução tampão de acetato de amônio e 4 mL da solução de ortofenantrolina 0,25%, necessariamente nessa ordem, para a formação do complexo ferro-ortofenantrolina. Este procedimento foi também realizado para as amostras.

A realização da análise estatística da curva de calibração foi realizada com o software Excel da Microsoft. A curva de calibração foi construída empregando o método dos mínimos quadrados.<sup>9</sup>

### **Amostras**

A coleta seguiu as recomendações do Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Físico-Química de Água da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA),<sup>12</sup> utilizando frascos de vidro âmbar de 100 mL, contendo 1 mL de ácido nítrico para conservação das amostras, e o transporte foi feito em caixa de isopor. Os frascos foram preenchidos com jato médio de água dos poços.

As amostras de água de poço residencial foram coletadas no período de janeiro a fevereiro de 2017. As coletas abrangeram os municípios pertencentes à Região Metropolitana de Recife, sendo eles, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Itamaracá, Jaboatão dos Guararapes, Moreno,

Paulista e Recife, totalizando 7 amostras. A figura 2 mostra o mapa da Região Metropolitana do Recife, destacando os municípios que participaram da pesquisa.



**Figura 2.** Mapa da Região Metropolitana do Recife

(Fonte: adaptado de baixarmapas.com.br)

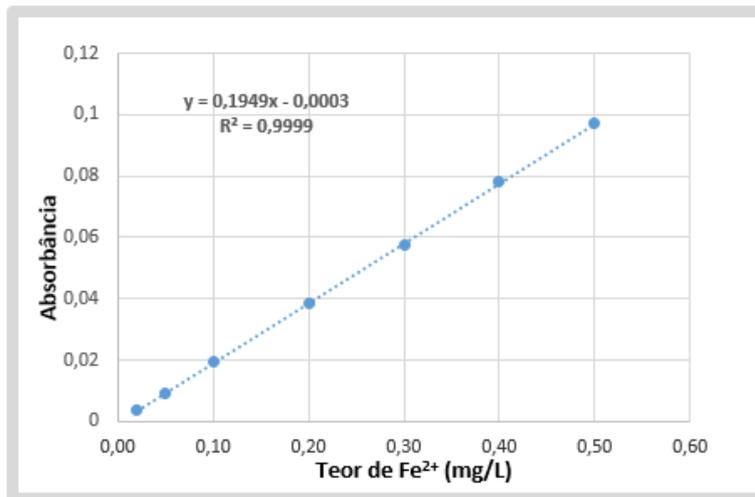
A análise das amostras foi feita em triplicata. A princípio ocorreu a transferência de um volume de 10 mL das amostras para balões de 100 mL, em seguida foram acrescentados 2 mL da solução de hidroxilamina 10%, 2 mL da solução tampão de acetato de amônio e 4 mL da solução de ortofenantrolina 0,25%, necessariamente nessa ordem e diluídos para 100 mL com água destilada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise de $\text{Fe}^{2+}$ pelo método colorimétrico da ortofenantrolina

A partir do fundamento que a intensidade de cor é proporcionalidade à concentração de ferro, ocorreu construção da curva de calibração para demonstrar este fundamento.

A curva de calibração para o método espectrofotométrico de determinação de  $\text{Fe}^{2+}$  foi construída a partir de 7 diluições da solução padrão de ferro II nas concentrações 0,02 mg/L; 0,05 mg/L; 0,1 mg/L; 0,2 mg/L; 0,3 mg/L; 0,4 mg/L e 0,5 mg/L. Utilizou-se na elaboração da curva os pontos médios obtidos em triplicata para cada concentração. A figura 4 mostra a curva de calibração construída para a quantificação de ferro II.



**Figura 4.** Curva de calibração de Ferro II

(Fonte: Autoria própria)

Observando a Figura 4, nota-se que a curva de calibração apresenta linearidade das absorbâncias e concentrações. A linearidade presente na curva mostra que o método gera resultados proporcionais a concentração do Ferro II. O gráfico apresenta resultado satisfatório quando o coeficiente de correção ( $R^2$ ) da reta obtida apresenta o valor de ( $R^2=0,9999$ ), mostrando assim,

grande relação linear da faixa com as soluções diluídas do padrão. A faixa linear incluiu a quantidade máxima permitida pela legislação, 0,3 mg/L, para o teor de ferro em águas subterrâneas.

### Determinação do teor de ferro nas amostras

A análise de ferro em água pelo método espectrofotométrico com ortofenantrolina necessita de procedimentos para minimizar interferentes. Compostos químicos como cianetos, nitritos e fosfatos, podem ser evitados por meio de digestão ácida. A adição de ácido nítrico nos frascos de coleta elimina os cianetos e nitritos, enquanto os polifosfatos são convertidos em ortofosfatos que apresentam menos interferência.<sup>10</sup>

A presença de agentes oxidantes também interfere nos ensaios, mas a utilização de hidroxilamina anula esses agentes e o tampão acetato de amônio estabiliza o pH da solução. Níveis relevantes dos elementos químicos bismuto, cádmio, mercúrio, molibdênio e prata, podem precipitar a ortofenantrolina, mas na realização dos ensaios com as amostras, não ocorreu a precipitação deste reagente.<sup>10</sup>

A determinação do teor de ferro nas amostras de água dos poços artesianos foi realizada em triplicata. A concentração de ferro nas amostras foi determinada pela substituição do valor das absorbâncias na equação gerada pela curva de calibração. Os teores de ferro encontrados nas amostras de cada município são mostrados na tabela 1.

Municípios	[Fe <sup>2+</sup> mg/L]	% *
Branco	0,000	0
Cabo de Santo Agostinho	0,034	11,33
Camaragibe	0,039	13
Itamaracá	0,071	23,66
Jaboatão dos Guararapes	0,053	17,66
Moreno	0,065	21,66
Paulista	0,040	13,33
Recife	0,136	45,3

\* 100% refere-se a 0,3mg/L (valor limite)

**Tabela 1.** Teores de ferro na região metropolitana do Recife

(Fonte: Autoria própria)

Diante dos resultados da tabela 1, verifica-se que os teores de ferro dos municípios da Região Metropolitana do Recife estão abaixo do valor limite, 0,3 mg/L de  $\text{Fe}^{2+}$ , preconizado pela Portaria Nº 2.914. Com isso, os poços residenciais mostram estar aptos para uso.

Fazendo uma comparação das regiões analisadas, é possível perceber que a concentração de ferro da amostra coletada em Recife tem maior teor em relação às outras amostras, apresentando 0,136 mg/L de  $\text{Fe}^{2+}$ , 45,3% do valor limite.

Esta amostra foi coletada de poço residencial localizado no bairro de Boa Viagem. O poço alcança uma profundidade de 10 metros, abastece um edifício com 6 apartamentos, divididos em três andares. O aquífero do Cabo que abrange este bairro, tem sua extensão desde o município de Ipojuca na parte sul, e toda a faixa litorânea até o bairro do Pina.<sup>14</sup>

Segundo Borba e colaboradores, através de levantamento de dados dos anos de 1998 a 2011 referente a 982 poços pertencentes a este aquífero, esta região mostrou uma média 0,57 mg/L de ferro na água desses poços.<sup>15</sup> Os autores analisaram poços com profundidade média de 134 metros. Para os pesquisadores um possível agravante relacionado com o valor acima do aceitável pela Portaria no período analisado, seria as antigas perfurações de poços sem a utilização de normas técnicas exigidas. O aquífero vinha sofrendo com as grandes explorações por parte dos condomínios residenciais e pelas indústrias e o fator qualidade da construção dos poços pode ter contribuído para a variação hidroquímica observada.

Levando em consideração esta característica hidroquímica do aquífero Cabo, pode haver relação entre o teor de ferro da amostra de Boa Viagem (0,136 mg/L) e o dado mencionado anteriormente (0,57 mg/L)<sup>15</sup>.

## CONCLUSÃO

A execução de ensaios utilizando o método da determinação de ferro por espectroscopia UV-Vis, requer precauções para minimizar interferências como a oxidação do  $\text{Fe}^{2+}$  e íons inorgânicos que podem precipitar a orto-fenantrolina.

As amostras de água coletadas de poços residenciais da Região Metropolitana do Recife estão com teor de ferro abaixo do valor de potabilidade de 0,3 mg/L que a Portaria Nº 2.914 recomenda. Contudo, a amostra coletada em Boa Viagem - Recife mostrou maior teor comparado às outras amostras. Isso pode estar relacionado a forma que eram construídos os poços e grande exploração ocorrente no aquífero Cabo, que abrange o bairro de Boa Viagem.

## REFERÊNCIAS

1. [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html), acessada em agosto 2017.
2. [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/97/cd\\_2010\\_familias\\_domicilios\\_amostra.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/97/cd_2010_familias_domicilios_amostra.pdf), acessada em agosto 2017.
3. Reboucas, A. C.; *Estud. Av.* 1997, 11, 29, 127.
4. Shiratori, I. J.; *Monografia*, Universidade de Brasília, Brasil, 2011.
5. <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>, acessada em agosto 2017.
6. [http://www.srhe.pe.gov.br/documentos/docs\\_crh/IL\\_Lei\\_11427\\_1997.pdf](http://www.srhe.pe.gov.br/documentos/docs_crh/IL_Lei_11427_1997.pdf), acessada em agosto 2017.
7. Picanço, F. E.; Lopes, E. C.; Sousa, E. L.; *SUPLEMENTO - XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*, Florianópolis, Brasil, 2002.
8. Scorsafava, M. A.; Souza, A.; Stofer, M.; Nunes, C. A.; Milanez, T. V.; *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2010, 69, 2, 229.
9. Holler, F. J.; Skoog, D. A.; Crouch, S. R.; *Princípios de análise instrumental*, 6ª ed., Bookman: Porto Alegre, 2009.
10. ABNT, *Norma Técnica*, n. 13934, 1997.
11. SABESP, *Norma Técnica*, NTS 010, 2001.
12. Parron, L. M.; *Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Físico-Química de Água*, 1ª ed., Embrapa Floresta: Colombo, 2011.
13. Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, F. J., Crouch, S. R.; *Fundamentos de química analítica*. 8ª Ed., São Paulo: Thomson, 2006.
14. Borba, A. L. S.; Costa Filho, W. D.; Mascarenhas, J. C.; *XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços*. São Luiz, Brasil, 2010.

15. Borba, A. L. S.; Costa, M. R.; Costa Filho, W. D.; Azevedo, P. V. N. G.; Jardim, F. C. F. V.;  
*XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e VII FENÁGUA - Feira Nacional da Água*. Bonito, Brasil, 2012.  
(PAP012056)

## **Normas de formatação do artigo: Revista Química Nova**

### **Graphical Abstract**

**Insira aqui a imagem do Graphical Abstract (textos dentro da imagem devem ser em inglês)**

**Insira aqui o texto descritivo do Graphical Abstract (de 2 a 3 linhas, em inglês)**

**A REAÇÃO DE METÁTESE DE OLEFINAS: REORGANIZAÇÃO E CICLIZAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS** título: todas as letras maiúsculas

**José A. Benício<sup>a</sup>, Maria C. Cavalcante<sup>b</sup> e João D. de Almeida<sup>a,\*</sup>** marcar com asterisco o autor que submeteu o artigo

<sup>a</sup>Aqui vai o endereço. Lembre-se de que a menor unidade usada deve ser o departamento (não citar laboratório, grupo, programa de pós-graduação etc), depois instituto (se houver), depois universidade. Sempre tudo por extenso. Exemplo: Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, 87020-900 Maringá – PR, Brasil

<sup>b</sup>Caso haja autores de outro instituto, separar os autores por endereço, como foi feito aqui. Nesse caso, aqui entra o endereço de Maria C. Cavalcante

-----*marque uma alternativa, não apague o texto em azul*-----

Manuscrito com material suplementar

Manuscrito sem material suplementar

-----  
<sup>\*</sup>e-mail: *insira aqui o email do autor que submeteu o artigo*

THE OLEFIN METATHESIS REACTION: REORGANIZATION AND CICLIZATION OF ORGANIC COMPOUNDS **título em inglês do seu manuscrito, com todas as letras máisculas e sem negrito**

Aqui deve ser escrito o abstract do seu artigo, não se esqueça de que ele deve apresentar no máximo 200 palavras.

Keywords: keyword1; keyword2; keyword3. **insira entre 3 e 5 keywords**

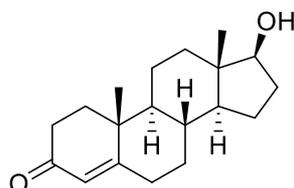
## INTRODUÇÃO

Os títulos da seção são escritos com todas as letras maiúsculas e em negrito. Deve haver espaçamento antes e depois do título da seção.

**Subtítulo1** subtítulo– Apenas a 1ª letra maiúscula, em negrito. Deve haver espaçamento antes e depois do subtítulo

Aqui entra o seu texto. Caso haja alguma citação a ser feita, ela deve seguir este padrão.<sup>1</sup> Caso queira citar um intervalo de três ou mais referências em sequência, use dessa forma.<sup>2-4</sup> Quando forem apenas duas ou não estiverem em sequência, usar a vírgula.<sup>1,3,5</sup> Repare que todas elas aparecem logo após a pontuação e não apresentam espaços. A Química Nova não publica notas de rodapé. Quaisquer notas do autor devem ser incluídas na lista de referências e, no texto, devem seguir o mesmo padrão das citações, mantendo inclusive a sequência numérica. Esta é uma nota do autor, que estará na posição 6 da lista de referências e não no rodapé da página.<sup>6</sup>

Como pode perceber, os parágrafos não apresentam tabulações. Favor manter esse padrão durante todo o texto. Caso queira inserir uma figura, seguir o padrão como na Figura 1.



Testosterona (C<sub>19</sub>H<sub>28</sub>O<sub>2</sub>)

*Figura 1. A descrição da figura deve ter esse formato. Em itálico e sem ponto final*

Todas as figuras devem ser incluídas no texto, logo após serem citadas pela primeira vez. No caso de estruturas químicas, utilize o estilo ACS, disponível para diversos editores de moléculas e descrito em detalhes aqui: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2006-STYG.ch017>

Tabelas também são indicadas como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1.** Siga esse padrão. O título em negrito e a descrição do título sem negrito ou itálico. Não colocar ponto final


Ao final do rodapé das tabelas: deve ter ponto final.

Deve haver espaço entre número e unidade (por exemplo, 1 h) e as unidades devem ser abreviadas.

Termos ou expressões em inglês ou em latim – em itálico

## **Subtítulo2**

*Sub-subtítulo* **Sub-subtítulo de seção só a 1<sup>a</sup> em maiúscula e em itálico. Deve haver espaçamento apenas antes do sub-subtítulo, não depois.**

As figuras (incluindo gráficos, esquemas, etc) deverão ser em número máximo de 7 figuras e ter qualidade gráfica adequada (usar somente fundo branco). Para número maior, utilizar o Material Suplementar. A resolução mínima é de 300 dpi. No caso particular de esquemas contendo estruturas químicas, estas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas uniformemente, além de boa qualidade gráfica

## **Outro subtítulo do trabalho**

*Outro sub-subtítulo do trabalho*

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Primeiro subtítulo da parte experimental**

*Primeiro sub-subtítulo da parte experimental*

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Primeiro subtítulo dos resultados e discussão**

*Primeiro sub-subtítulo dos resultados e discussão*

## CONCLUSÃO

## MATERIAL SUPLEMENTAR

Quando houver material suplementar, ele deve ser indicado aqui, com a descrição do material, similar a: Algumas imagens dos sistemas utilizados neste trabalho estão disponíveis em <http://quimicanova.sbq.org.br>, na forma de arquivo PDF, com acesso livre.

## AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos vão aqui. Caso queira agradecer a uma pessoa, apenas o último sobrenome deve ser por extenso, por exemplo A. B. Cardoso.

## REFERÊNCIAS

### Artigo:

1. Tavares, L. C.; *Quim. Nova* **2004**, 27, 631.

### Artigo de uma revista de difícil acesso – deve-se citar o número de Chemical Abstract

2. Provstyanoi, M. V.; Logachev, E. V.; Kochergin, P. M.; Beilis, Y. I.; *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved.; Khim. Khim. Tekhnol.* **1976**, 19, 708. (CA 85:78051s).

### Artigo com número de DOI, mas sem a referência completa:

3. Vidotti, M.; Silva, M. R.; Salvador, R. P.; de Torresi, S. I. C.; Dall'Antonia, L. H.; *Electrochimica Acta* (2007), doi:10.1016/j.electacta.2007.11.029.

### Patentes - na medida do possível o número do Chemical Abstracts deve ser informado entre parênteses:

4. Hashiba, I.; Ando, Y.; Kawakami, I.; Sakota, R.; Nagano, K.; Mori, T.; *Jpn. Kokai Tokkyo Koho* 79 73,771 **1979**. (CA 91:P193174v)

5. Kadin, S.B.; *US pat.* 4,730,004 **1988**. (CA 110:P23729y)

6. Eberlin, M. N.; Mendes, M. A.; Sparrapan, R.; Kotiaho, T. *Br PI* 9.604.468-3, **1999**.

#### Livro com editor(es):

7. Regitz, M. Em *Multiple Bonds and Low Coordination in Phosphorus Chemistry*; Regitz, M.; Scherer, O. J., eds.; Georg Thieme Verlag: Stuttgart, 1990, cap. 2.

#### Livro sem editor(es):

8. Cotton, F. A.; Wilkinson, G.; *Advanced Inorganic Chemistry*, 5<sup>th</sup> ed., Wiley: New York, 1988.

#### Programas de computação (Softwares):

9. Sheldrick, G. M.; *SHELXL-93; Program for Crystal Structure Refinement*; Universidade de Göttingen, Alemanha, 1993.

#### Teses e dissertações:

10. Velandia, J. R.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

#### Material apresentado em Congressos:

11. Ferreira, A. B.; Brito, S. L.; *Resumos da 20a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, Poços de Caldas, Brasil, 1998.

#### Páginas de Internet:

12. <http://www.s bq.org.br/jbcs>, acessada em Junho 2001.

#### Material não publicado:

Para material aceito para publicação: Magalhães, U. H.; *J. Braz. Chem. Soc.*, no prelo.

Para material submetido mas ainda não aceito: Magalhães, U. H.; *J. Braz. Chem. Soc.*, submetido.

Para trabalho não publicado ou comunicação pessoal: Magalhães, U. H.; trabalho não publicado ou Magalhães, U. H., comunicação pessoal. Os resultados não publicados só poderão ser citados com a permissão explícita das pessoas envolvidas na sua obtenção.

P.S.: os títulos dos periódicos devem ser abreviados. Antes da submissão do trabalho, por favor, confira se as abreviaturas estão corretas no website: <http://cassi.cas.org>. Caso a abreviatura

autorizada de uma determinada revista não puder ser localizada com a ferramenta CASSI, deve-se citar o título completo.

Se a referência for livro, lembre-se de que é necessário indicar editora, cidade e ano de publicação.

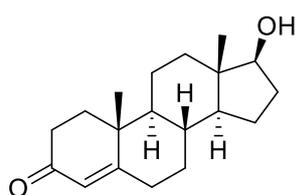
## MATERIAL SUPLEMENTAR

Caso seu manuscrito contenha material suplementar, escreva aqui, após as referências, o texto e também insira as figuras, tabelas e esquemas. Não esqueça que as legendas das figuras e títulos das tabelas se diferenciam das do texto principal por conter a letra S. Por exemplo:

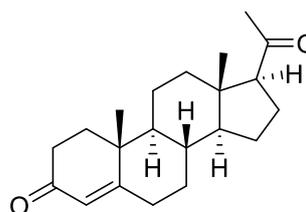
**Tabela 1S.** Siga esse padrão. O título em negrito e a descrição do título sem negrito ou itálico. Não colocar ponto final


Ao final do rodapé das tabelas: deve ter ponto final.

Exemplo de figura:



Testosterona (C<sub>19</sub>H<sub>28</sub>O<sub>2</sub>)



Progesterona (C<sub>21</sub>H<sub>30</sub>O<sub>2</sub>)

**Figura 1S.** A descrição da figura deve ter esse formato. Em itálico e sem ponto final

Atenção: As figuras e tabelas devem ser inseridas no texto, como indicado neste template, mas também devem ser inseridos os arquivos originais separadamente na plataforma ScholarOne. Todas as figuras devem ter alta resolução. Figuras em baixa resolução causam atrasos na publicação de seu trabalho. Para mais detalhes, consultar as “Instruções para Autores” em nosso website.

