

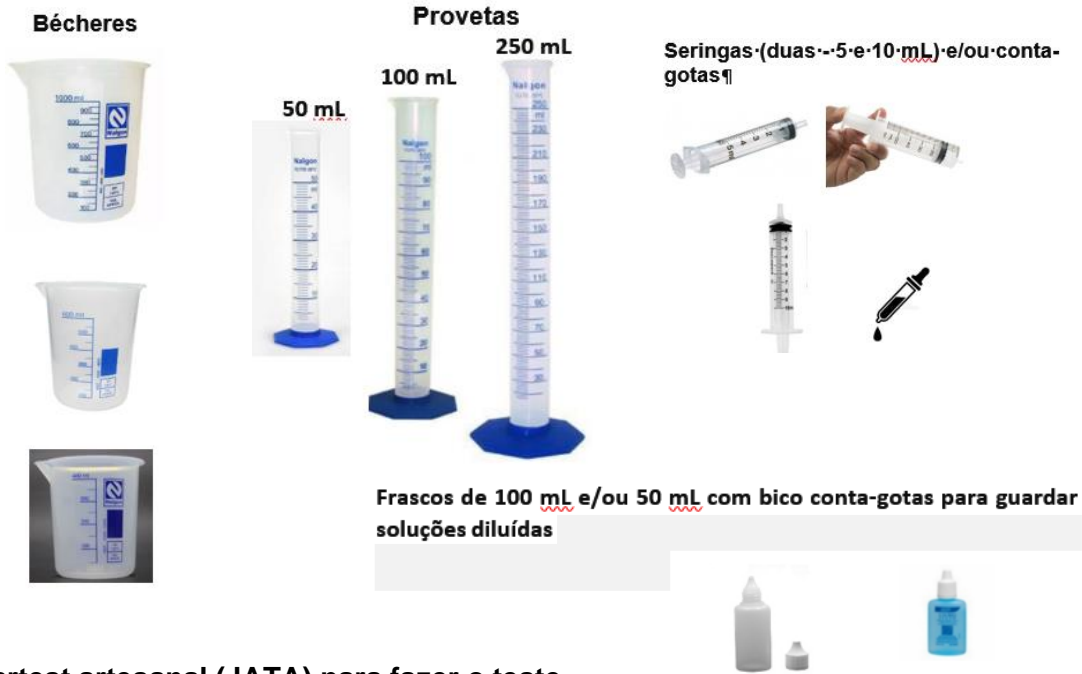
**REVIEW: PREPARO DE SOLUÇÕES DE CONCENTRAÇÕES CONHECIDAS DE ÁCIDO CIANÚRICO (ACY) PARA COMPARAR A DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA COM PADRÕES DE CORES DO RÓTULO DO FRASCO DAS FITAS TESTES E/OU PARA AVALIAR CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIDA QUANTITATIVA DE TEORES DE ACY.**

www.jorgemacedo.pro.br

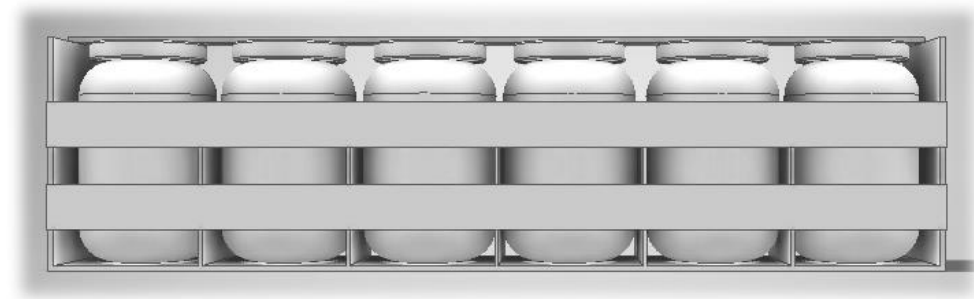
PISCINA – ÁGUA & TRATAMENTO & QUÍMICA - 2019

JORGE MACEDO, D.Sc.

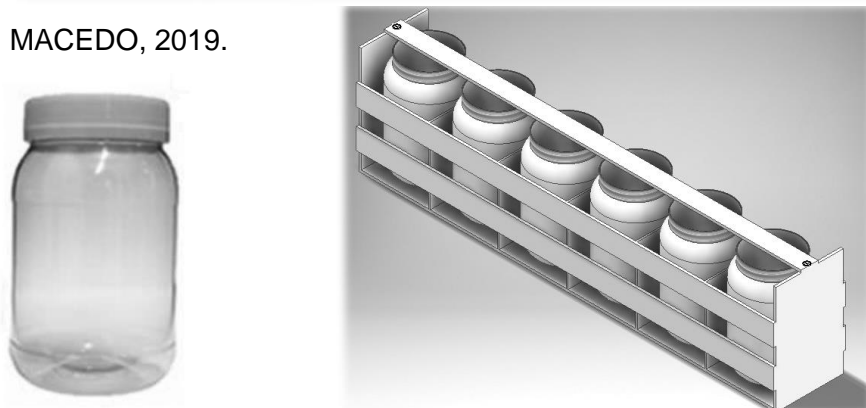
### 1 – Equipamentos necessários para fazer medidas de volumes



### 2- Jarrest artesanal (JATA) para fazer o teste



Fonte: MACEDO, 2019.



### 3- Água deionizada e/ou desmineralizada e/ou destilada (ADDD)

Todo o teste para ser válido TEM QUE SER REALIZADO COM ÁGUA DESTILADA E/OU DESMINERALIZADA E/OU DEIONIZADA (ADDD), pois essas águas não possuem matéria orgânica carbonácea e/ou nitrogenada e/ou ácido cianúrico, que possam consumir ou reagir com a fita de medida quantitativa de ACY.

Quando utilizada a sigla **ADDD** corresponde a **água destilada e/ou desmineralizada e/ou deionizada**.

Para preparo das soluções diluídas é necessário água destilada e/ou desmineralizada e/ou deionizada, aquelas que são utilizadas em baterias de automóvel, em geral, é vendido um 1 Litro. Esse tipo de água será utilizado também em outras dosagens de produtos químicos.



Para cada teste é necessário 1,5 L (1.500 mL) de **água destilada e/ou desmineralizada e/ou deionizada** (250 mL x 6 = 1.500 mL).

#### MUITO IMPORTANTE:

→ Ao comprar a **água destilada e/ou desmineralizada e/ou deionizada** faça a medida do pH.

O pH desse tipo de água é próximo a neutralidade (em torno de 7).

**OBS.:** Para realização dessa metodologia é necessário conhecimento químico de preparo de soluções diluídas e a realização de medidas de volumes de forma o mais exata possível.

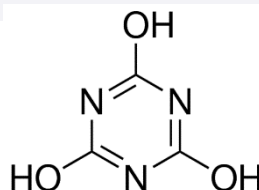
## SOLUÇÃO PADRÃO DE ÁCIDO CIANÚRICO (ACY)

Outro nome: 1,3,5-Triazine-2,4,6-triol, 2,4,6-Trihydroxy-1,3,5-triazine

Fórmula molecular:  $C_3H_3N_3O_3$  MM = 129,07 g/mol

Percentagem de pureza: 98%

Solubilidade em água: 0,2% a 25°C



Fórmula estrutural plana:

A referência de cálculos para a constante de ionização do ácido cianúrico será a última publicação disponível, apresentada a seguir.



**EPA Public Access**  
Author manuscript  
*Environ Sci (Camb)*. Author manuscript; available in PMC **2019 January 01**.  
About author manuscripts | Submit a manuscript

Published in final edited form as:

*Environ Sci (Camb)*. 2018 ; 4(10): 1522–1530. doi:10.1039/C8EW00431E.

**First Acid Ionization Constant of the Drinking Water Relevant  
Chemical Cyanuric Acid from 5 to 35 °C**

David G. Wahman, Ph.D., P.E.\*

United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati,

WAHMAN, D. G. First Acid Ionization Constant of the Drinking Water Relevant Chemical Cyanuric Acid from 5 to 35 °C.  
*Environmental Science* (Cambridge). v.4. n.10. pp.1522–1530. 2018.

Todos os cálculos envolvidos dependem da constante de ionização do ácido cianúrico, em função da temperatura de um país tropical a nossa referência será para temperatura de 25°C, logo, iremos utilizar a constante de ionização correspondente ao **pKa = 6,97 (25°C)**.

$$6,97 = -\text{Log } K_a \rightarrow K_a = 10^{-6,97} = 1,0715193 \times 10^{-7}.$$

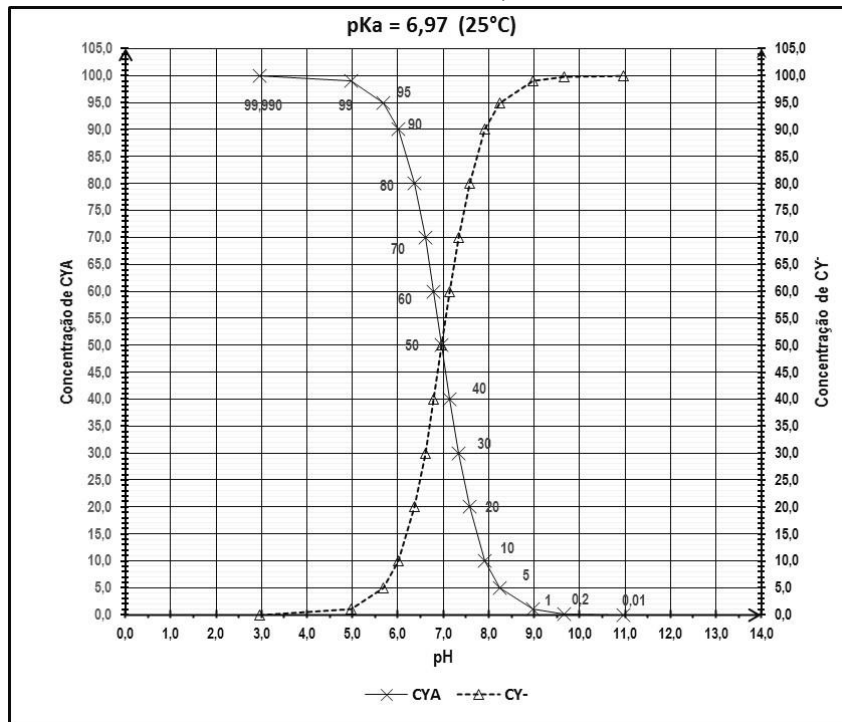
Utilizando a equação de Henderson-Hasselbalch realiza-se os cálculos para relacionar o pH com as % de ácido cianúrico não ionizado (ACY) e % de ácido cianúrico ionizado (CY<sup>-</sup>) e determinarmos a porcentagem de ácido cianúrico não ionizado e ionizado em função do pH (Tabela e Gráfico a seguir).

**OBS.: Todos os cálculos consideram o ácido cianúrico com 100% de pureza, pois todas as soluções serão as mais exatas possíveis e o interesse é por uma faixa de concentração de ácido cianúrico e não uma concentração precisa do teor de ácido cianúrico na água da piscina, nota-se que, arredondamentos de volumes serão realizados.**

pKa ácido cianúrico = 6,97 (25°C)

| pH    | CYA   | CY-   |
|-------|-------|-------|
| 2,97  | 99,99 | 0,01  |
| 4,97  | 99    | 1     |
| 5,69  | 95    | 5     |
| 6,02  | 90    | 10    |
| 6,37  | 80    | 20    |
| 6,60  | 70    | 30    |
| 6,79  | 60    | 40    |
| 6,97  | 50    | 50    |
| 7,15  | 40    | 60    |
| 7,34  | 30    | 70    |
| 7,57  | 20    | 80    |
| 7,92  | 10    | 90    |
| 8,25  | 5     | 95    |
| 8,97  | 1     | 99    |
| 9,67  | 0,2   | 99,8  |
| 10,97 | 0,01  | 99,99 |

Fonte: MACEDO, 2019.



### Preparo da solução diluída de ACY (padrão/referência)

- 1- Pesar 2 g de ACY.
- 2- Em um frasco de vidro e/ou de plástico, por exemplo: de refrigerante, com capacidade de 1 L, adicione 200 mL de **água ADDD (deionizada/destilada/desmineralizada)**.
- 3- Transferir a massa de ACY de 2 g para o frasco de plástico que já possui 200 mL de **água ADDD (deionizada/destilada/desmineralizada)**.
- 4- Tampe o frasco e homogeneizar o conteúdo com agitação.
- 5- Adicionar mais **800 mL de água ADDD (deionizada/destilada/desmineralizada)**.
- 6- Tampe o frasco e homogeneizar o conteúdo. Repita o mesmo procedimento por 3 vezes em intervalos de 30 minutos, para facilitar a dissolução do ácido cianúrico.
- 7- Deixar o frasco de plástico com a solução diluída de ACY, devidamente tampado, por 24 horas em repouso.
- 8- Medir o pH e ajustar na faixa de 7,3-7,4.
- 9- Homogeneizar o conteúdo, aguardar o tempo necessário para que a parte insolúvel seja depositada, caso tenha algum resíduo.
- 10- Não será utilizado o resíduo, **caso exista**, que está decantado.

**2 g de ACY em 1000 mL → 2.000 mg em 1000 mL → 2.000 ppm ACY**

A **solução de referência/padrão** de ACY tem concentração de **2.000 ppm de ácido cianúrico**.

### Preparo das soluções diluídas de ACY (ácido cianúrico)

#### 50 mg ACY/L

Como somente **30% está na forma não ionizada**, em função da faixa de pH, deve-se pesar **166,66 mg** de ácido cianúrico para ser colocado em **1 L de água**.

$$\begin{array}{l} 100 \text{ mg ACY} \text{ -----} \quad 30 \text{ mg ACY na forma não ionizado} \\ X \quad \text{-----} \quad 50 \text{ mg ACY} \quad \quad X = 166,666 = 167 \text{ mg de ACY} \end{array}$$

#### **Volume da solução de referência/padrão que deverá ser utilizado:**

$$\begin{array}{l} 2.000 \text{ mg de ACY} \text{ -----} \quad 1.000 \text{ mL} \\ 167 \text{ mg de ACY} \text{ -----} \quad Y \text{ mL} \quad Y = 83,5 \text{ mL} \end{array}$$

Para preparar **250 mL de solução** de ácido cianúrico com **50 mg ACY/L**:  
Tenho que medir o **volume 20,8 mL (83,5 mL : 4)** da **solução padrão de ácido cianúrico** para ser colocado **em 250 mL** de água (**arredondamento para 21 mL**).

### **Solução com 50 mg ACY/L**

Levando como referência a solução para preparar 250 mL com 50 mg ACY/L, tenho que medir 20,8 mL da solução diluída de ácido cianúrico (referência/padrão) para ser colocada em 250 mL de água (**arredondamento para 21 mL**).

### **Solução com 75 mg ACY/L**

Levando como referência a solução para preparar 250 mL com 75 mg ACY/L, tenho que medir 31,2 mL da solução diluída de ácido cianúrico (referência/padrão) para ser colocada em 250 mL de água (**arredondamento para 31 mL**).

### **Solução com 100 mg ACY/L**

Levando como referência a solução para preparar 250 mL com 100 mg ACY/L, tenho que medir 41,6 mL da solução diluída de ácido cianúrico (referência/padrão) para ser colocada em 250 mL de água (**arredondamento para 42 mL**).

### **Solução com 150 mg ACY/L**

Levando como referência a solução para preparar 250 mL com 150 mg ACY/L, tenho que medir 62,4 mL da solução diluída de ácido cianúrico (referência/padrão) para ser colocada em 250 mL de água (**62 mL**).

### **Solução com 200 mg ACY/L**

Levando como referência a solução para preparar 250 mL com 200 mg ACY/L, tenho que medir 83,2 mL da solução diluída de ácido cianúrico (referência/padrão) para ser colocada em 250 mL de água (**83 mL**).

**Preparar o JATA para avaliar a resposta da FITA TESTE a soluções com concentrações conhecidas de ácido cianúrico**

Todos os frascos do JATA, devem ser previamente lavados com água e detergente e com enxágue abundante. No momento da realização da metodologia, transferir um volume de uns 70-100 mL da **água ADDD** para cada frasco, tampar e agitar, jogar essa água fora. Esse procedimento é para homogeneizar a superfície interna do frasco, caso tenha algum resíduo no frasco que possa reagir e interferir no teste.

→ Medir **250 mL de água ADDD** (Água Destilada/Deionizada/Desmineralizada) na proveta de 250 mL, transferir para o **Frasco 1 do JATA**.

### Solução com 50 mg ACY/L

Medir da solução 2.000 ppm ACY, o volume de 21 mL, transferir para uma proveta de 250 mL, completar o volume até a marca de 250 mL.

21 mL da solução  
2.000 ppm de ACY

ETAPA 1



COMPLETAR COM ÁGUA  
DDD ATÉ A MARCA DE 250

ETAPA 2



21 mL da solução  
2.000 ppm de ACY

ETAPA 3

Transferir os 250 mL para o Frasco 2 do JATA.

### Solução com 75 mg ACY/L

Medir da solução 2.000 ppm ACY, o volume de 31 mL, transferir para uma proveta de 250 mL, completar o volume até a marca de 250 mL.

31 mL da solução  
2.000 ppm de ACY

ETAPA 3



COMPLETAR COM ÁGUA DDD  
ATÉ A MARCA DE 250 mL

ETAPA 4



31 mL da solução  
2.000 ppm de ACY

ETAPA 5

Transferir os 250 mL para o Frasco 3 do JATA.

### Solução com 100 mg ACY/L

Medir da solução 2.000 ppm ACY, o volume de 42 mL, transferir para uma proveta de 250 mL, completar o volume até a marca de 250 mL.

42 mL da solução  
2.000 ppm de ACY



ETAPA 6

COMPLETAR COM ÁGUA DDD  
ATÉ A MARCA DE 250 mL



ETAPA 7

42 mL da solução  
2.000 ppm de ACY

ETAPA 8

Transferir os 250 mL para  
o Frasco 4 do JATA.

### Solução com 150 mg ACY/L

Medir da solução 2.000 ppm ACY, o volume de 62 mL, transferir para uma proveta de 250 mL, completar o volume até a marca de 250 mL.

62 mL da solução  
2.000 ppm de ACY



ETAPA 6

COMPLETAR COM ÁGUA DDD  
ATÉ A MARCA DE 250 mL



ETAPA 7

62 mL da solução  
2.000 ppm de ACY

ETAPA 8

Transferir os 250 mL para  
o Frasco 5 do JATA.



### Solução com 200 mg ACY/L

Medir da solução 2.000 ppm ACY, o volume de 83 mL, transferir para uma proveta de 250 mL, completar o volume até a marca de 250 mL.

83 mL da solução  
2.000 ppm de ACY



ETAPA 9

COMPLETAR COM ÁGUA DDD  
ATÉ A MARCA DE 250 mL



ETAPA 10

83 mL da solução  
2.000 ppm de ACY

ETAPA 11

Transferir os 250 mL para  
o Frasco 6 do JATA.

ETAPA 12 – O Teste das Fitas com relação a concentração de ácido cianúrico e cor correspondente e/ou da medida da concentração pelo fotômetro.

Transferir os 250 mL de água ADDD para o frasco 1 do JATA

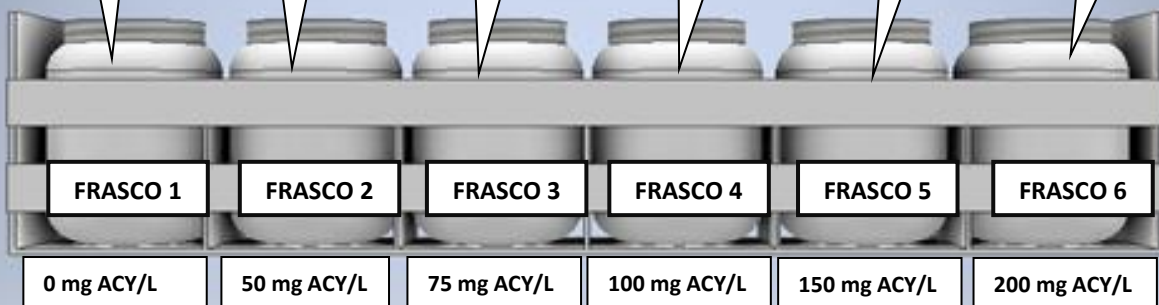
Transferir os 250 mL da solução referência com 50 mg ACY/L frasco 2 do JATA

Transferir os 250 mL da solução referência com 75 mg ACY/L frasco 3 do JATA

Transferir os 250 mL da solução referência com 100 mg ACY/L frasco 4 do JATA

Transferir os 250 mL da solução referência com 150 mg ACY/L frasco 5 do JATA

Transferir os 250 mL da solução referência com 200 mg ACY/L frasco 6 do JATA



## ETAPAS

1- Todos os frascos do JATA, devem ser previamente lavados com água e detergente e com enxágue abundante. No momento da realização da metodologia transferir um volume de uns 70-100 mL da **água ADDD** para cada frasco, tampar e agitar, jogar essa água fora. Esse procedimento é para homogeneizar a superfície interna do frasco, caso tenha algum resíduo no frasco que possa reagir com a fita teste.

2- Após transferir os **250 mL de água ADDD** e os **250 mL das soluções com concentrações conhecidas de ACY** para os respectivos frascos do Jata, coloque a tampa em todos os frascos do JATA.

3- Homogeneizar as soluções com agitação do jata por 3-4 minutos.

4- Deixe o JATA em repouso por 30 minutos.

5- Utilizando a fita teste de sua preferência umedeça cada fita nas soluções, **fotografando com o celular logo após retirar a fita da solução que está medindo a concentração de ACY.**

⇒ Deve-se colocar a fita **ao lado do frasco do JATA** de forma a aparecer o número do frasco e **do recipiente das fitas** para comparação da cor adquirida **com a solução e o padrão de cor especificado no rótulo do frasco das fitas.**

6- No Frasco 1 do JATA a fita com relação ao teor de ACY **não pode apresentar nenhuma alteração de cor**, pois a **água ADDD** não possui ACY na sua constituição.

## TESTE PARA AVALIAR SE PRESENÇA DO ÁCIDO CIANÚRICO NO MEIO AQUOSO UTILIZANDO O FOTÔMETRO

⇒ Retire amostras de cada frasco do JATA, seguindo o procedimento de análise indicado pelo fabricante do equipamento.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 1ª. Edição. Belo Horizonte: ORTFOFARMA. 505p. 2000.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 180p. 2003.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 2a. Edição. Juiz de Fora: CRQ-MG. 450p. 2003.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-químicas e Microbiológicas**. 3ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 598p. 2005.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 3ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 1052p. 2007.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-químicas e Microbiológicas**. 4ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 1009p. 2013.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 4ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 944p. 2016.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 4ª. Edição. 1ª. Reimpressão. Belo Horizonte: CRQ-MG. 944p. 2017.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química**. 2ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 775p. 2019.