

ALMEIDA, A. M.; PIMENTA, N. A.; NASCIMENTO, K. S.; GONTIJO, L. C.; EIRAS, S. P. Determinação do teor alcoólico em cachaças utilizando titulação e diagramas de fases: uma opção para trabalhar conteúdos de química

**DETERMINAÇÃO DO TEOR ALCOOLICO EM CACHAÇAS  
UTILIZANDO TITULAÇÃO E DIAGRAMAS DE FASES:  
UMA OPÇÃO PARA TRABALHAR CONTEÚDOS DE QUÍMICA**

**Alex Magalhães de Almeida**

Doutor em Química Analítica  
Professor no UNIFOR-MG

**Nunes Antônio Pimenta**

Químico pelo UNIFOR-MG

**Karina Silva Nascimento**

Química pelo UNIFOR-MG

**Lucas Caixeta Gontijo**

Mestre em Química.  
Professor do Instituto Federal Goiano-Campus Urutaí.

**Sebastião de Paula Eiras**

Doutor em Química Analítica.  
Professor na Universidade Federal de Uberlândia

**Recebido em:** 18/08/2014

**Aprovado em:** 20/10/2014

**RESUMO**

A medida do teor de álcool em bebidas é determinada satisfatoriamente usando densímetros ou alcoômetros, pois apresentam resultados rápidos e práticos. Essa determinação pode ser realizada através de cálculos e diagramas de fase sem, contudo, proporcionar vantagens analíticas. No entanto, o uso de diagramas e cálculos proporcionam inúmeras opções para fins de ensino/aprendizagem, visto que, é possível abordar diversos conteúdos referentes aos cursos de química. Propõe-se o uso da determinação do teor alcoólico em cachaças com o uso de titulações e diagramas de fases, com vista a facilitar o aprendizado do corpo discente. Tal proposta baseia-se no fato de contextualizar diversos temas ao objeto de análise, além de possibilitar a interdisciplinaridade.

**Palavras-chave:** Teor alcoólico. Diagrama de fase. Ensino-aprendizagem.

**DETERMINATION OF ALCOHOLIC IN CACHAÇAS  
USING TITRATION AND PHASE DIAGRAMS:  
AN OPTION TO WORK CONTENT OF CHEMISTRY**

### ABSTRACT

The alcohol content in beverages is carried out satisfactorily by using densimeters or alcoholometers because these methodologies have quick and practical results. The determination of the alcohol content may be performed through calculation and phase diagrams, but without providing analytical advantages. However, the use of diagrams and calculations provide great stock for teaching/learning, since it is possible to address several contents in chemistry courses. Thus, we propose the use of determining the alcohol content in cachaça using titles and phase diagrams, to facilitate the learning of the student body. This proposal is based on being able to contextualize various topics to the object of analysis, besides enabling interdisciplinarity.

**Keywords:** Alcoholic. Phase diagram. Teaching-learning.

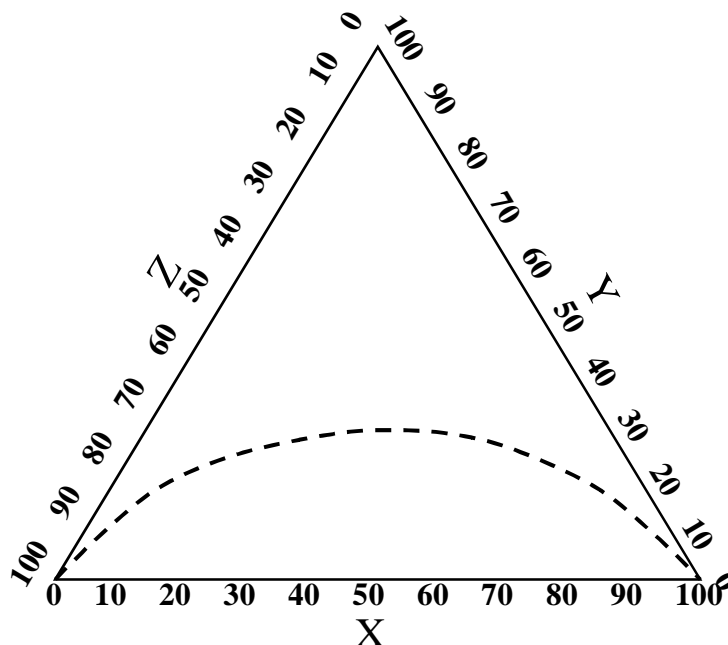
## 1 INTRODUÇÃO

Existem inúmeras dificuldades na transmissão do conhecimento das áreas de química aos alunos de graduação. Em vários casos faltam exemplos que levem a uma contextualização ou aplicabilidade do conhecimento dificultando a assimilação. Para que um assunto desperte a atenção do graduando, deve apresentar características peculiares inseridas no cotidiano do aluno. Buscando melhorar o contato entre discente e aprendizado, apresenta-se a proposta de realizar a determinação do teor alcoólico em cachaças utilizando titulação e diagrama de fases.

Os diagramas de fase são representações gráficas com objetivo de permitir visualizar transformações físicas e/ou químicas de um sistema, ou alterações de propriedades de componentes de uma mistura. Os diagramas representam ainda a relação de fases em função da temperatura, pressão e composição química, fornecendo informações necessárias ao controle das fases ou microestrutura em um dado material e são apresentados em função do número de componentes do sistema e das possíveis interações entre eles. Um tipo de diagrama de fase é o de Roozeboom (ATKINS, 1991; MOORE, 1959), utilizado, por exemplo, para representar mistura de solventes (SILVA; MARTINS, 1992), onde o diagrama define as composições em % m/m, do sistema dividindo-o em duas regiões, monofásica e bifásica. (FIG. 1).

ALMEIDA, A. M.; PIMENTA, N. A.; NASCIMENTO, K. S.; GONTIJO, L. C.; EIRAS, S. P. Determinação do teor alcoólico em cachaças utilizando titulação e diagramas de fases: uma opção para trabalhar conteúdos de química

Figura 1 - Representação genérica do diagrama de Roozeboom, onde X, Y e Z representam os componentes do sistema em termos de porcentagem de massa (%m/m)



Fonte: Autores do trabalho

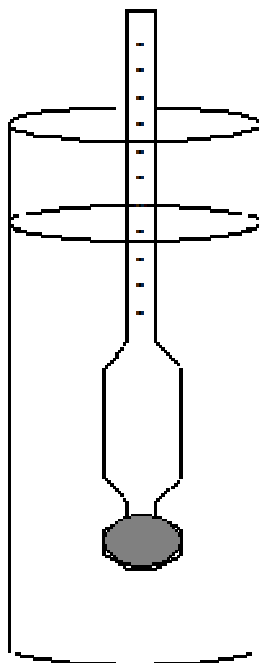
Para melhor entender o diagrama, esclarece-se que os pontos localizados acima da curva binodal (curva tracejada), compõem a mistura homogênea dos solventes, e os pontos localizados abaixo da curva representam as duas fases para os solventes. Os pontos localizados exatamente sobre a curva apresentam como característica uma solução turva, indicando visualmente o limite entre fase homogênea e as fases separadas, chamados de ponto de opalescência. Ter clareza dos fenômenos que ocorrem nessas regiões ajudam no entendimento da composição de solventes, suas potencialidades e suas aplicações, em especial para o trabalho que foi realizado.

A cachaça, bebida tradicional brasileira, largamente consumida dentro e fora do país, é, portanto, importante produto na economia, e apresenta em seus rótulos teores alcoólicos determinados por lei, entre 38° e 54° GL. A composição da cachaça e bebidas incolores é constituída basicamente por uma mistura de álcool e outros componentes, principalmente por água. Dessa forma, pode-se considerar uma mistura homogênea e binária para a cachaça.

O teor alcoólico de uma bebida, como a cachaça, corresponde à concentração ou porcentagem de álcool puro que se encontra diluído em um volume de 100 ml da bebida. A quantidade de álcool pode ser aferida com uso de densímetros, também denominados

ALMEIDA, A. M.; PIMENTA, N. A.; NASCIMENTO, K. S.; GONTIJO, L. C.; EIRAS, S. P. Determinação do teor alcoólico em cachaças utilizando titulação e diagramas de fases: uma opção para trabalhar conteúdos de química alcoómetros, utilizando a unidade de medida em Gay Lussac (GL) ou Cartier, ou grau de álcool em bebida alcoólica (FIG. 2).

Figura 2 - Densímetro rústico utilizado para aferir o percentual de álcool em bebidas



Fonte: Autores do trabalho.

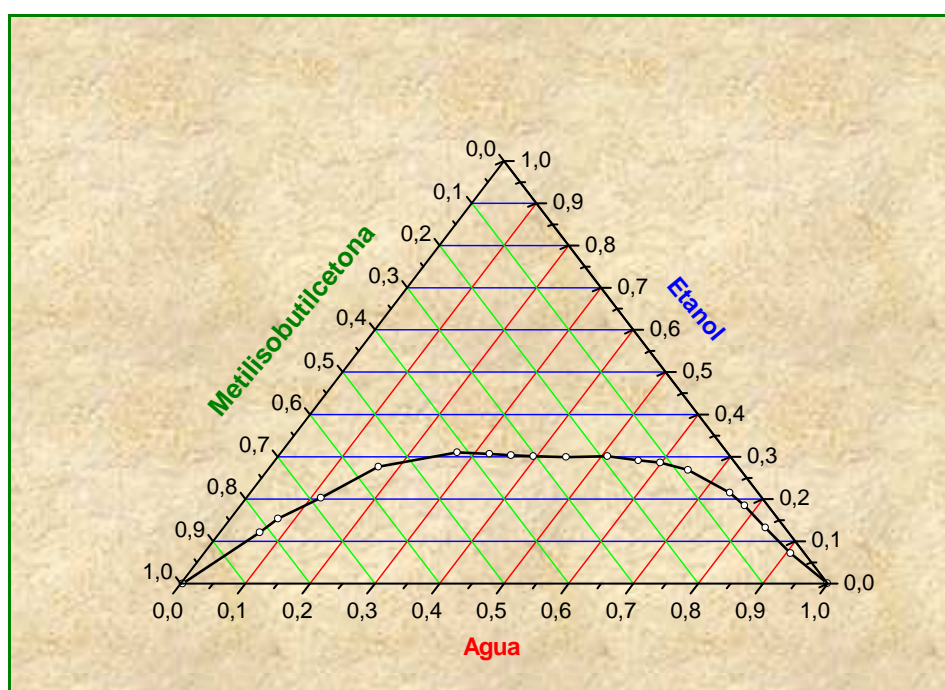
O etanol é utilizado como consoluto para a obtenção de misturas ternárias de solventes com fins analíticos (ALMEIDA; EIRAS, 2007), sendo formadas por uma fase aquosa, um solvente orgânico imiscível na fase aquosa e outro solvente orgânico miscível na fase aquosa e no primeiro solvente orgânico (consoluto). As misturas ternárias apresentam composições definidas para sua formação delimitadas pela curva binodal no diagrama de Roozeboom. O diagrama é obtido por titulação dos componentes que formam misturas binárias com outro solvente imiscível com um dos componentes. Sendo a cachaça uma mistura binária, pode-se utilizar um terceiro solvente para realizar a titulação até o ponto de turvação.

Os resultados do ponto de opalescência com os solventes puros são utilizados para obter uma equação linear. E, a partir dos valores de volume do solvente titulante e valores conhecidos de percentuais de etanol de um intervalo da curva binodal, obtém-se o teor das amostras de cachaças.

## 2 MATERIAIS E METODOS

Todos os reagentes utilizados apresentam grau analítico ou superior. As titulações foram realizadas com metilisobutilcetona (MIC), água deionizada e etanol absoluto foram utilizados nas composições das cachaças teóricas e esses resultados estão diretamente ligados ao diagrama de Roozeboom para o sistema ternário água-etanol-MIC (FIG. 3).

Figura 3 - Diagrama de Roozeboom para o sistema ternário água-etanol-metilisobutilcetona



Fonte: Autores do trabalho.

Inicialmente foram tituladas misturas de etanol e água deionizada com combinações conhecidas, objetivando obter valores que permitissem confeccionar matematicamente uma equação para o cálculo do teor de álcool. Na sequência realizou-se a titulação com MIC, de três amostras de cachaças em triplicata, utilizando o valor do titulante empregado para avaliar o teor alcoólico das bebidas com aplicação da equação anteriormente obtida.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

ALMEIDA, A. M.; PIMENTA, N. A.; NASCIMENTO, K. S.; GONTIJO, L. C.; EIRAS, S. P. Determinação do teor alcoólico em cachaças utilizando titulação e diagramas de fases: uma opção para trabalhar conteúdos de química

As titulações realizadas com misturas simulando os teores de cachaça foram efetuadas com os valores evidenciados na TAB. 1, onde constam também os valores de MIC (reagente titulante) empregados para obtenção do ponto de opalescência ou turvação de cada mistura avaliada.

Tabela 1 - Volumes de água e etanol misturados, percentual de álcool presente na mistura e quantidade de MIC utilizado na titulação para obter o ponto de opalescência

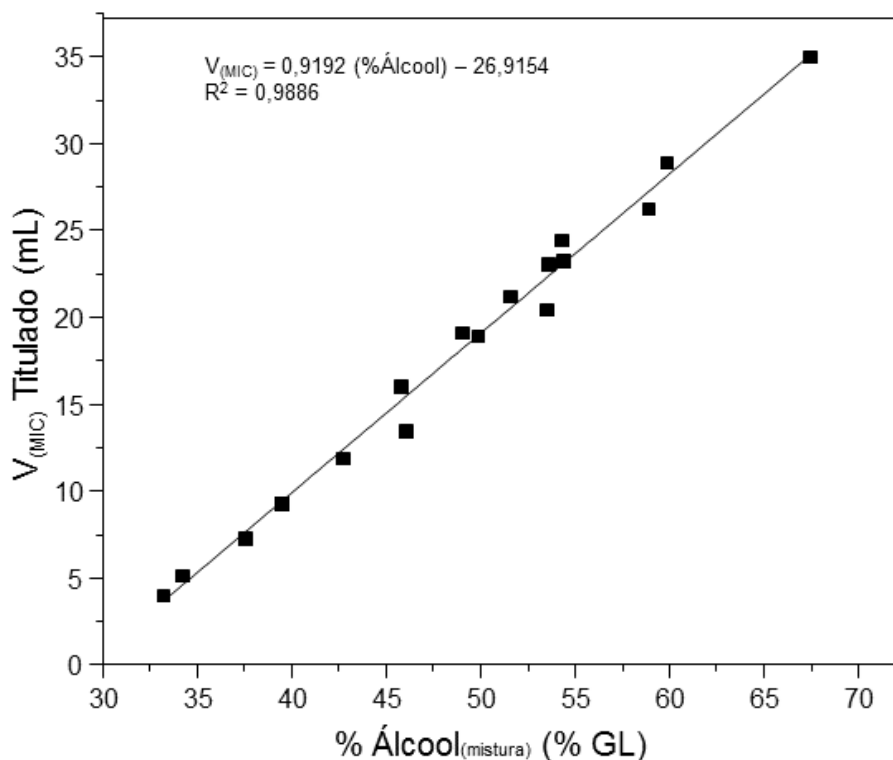
Volume Água (mL)	Volume etanol (mL)	% de álcool	V <sub>MIC</sub> gasto titulação
13,7	19,7	58,9	26,2
17,7	20,4	53,6	20,4
23,6	20,1	46,1	13,4
28,3	18,5	39,5	9,2
19,9	19,1	49,0	19,1
18,1	19,3	51,6	21,1
16,6	19,2	53,6	23,1
15,8	18,8	54,3	24,4
25,6	19,1	42,7	11,9
22,5	19,0	45,8	16,0
19,7	19,6	49,9	18,9
16,3	19,5	54,4	23,2
12,4	18,6	59,9	28,9
8,4	17,5	67,5	35,0
32,7	17,0	34,2	5,1
30,1	18,1	37,6	7,3
33,8	16,8	33,2	4,0

Fonte: Autores do trabalho

A partir dos valores de água e etanol misturados, titulados com MIC, obteve-se a equação que permitiu avaliar o possível valor do teor de álcool presente. Isso foi realizado com o auxílio de um programa gráfico, onde os valores % Álcool e Volume de MIC foram plotados na forma de um par ordenado (x, y). Na sequência utilizando a regressão linear do referido programa traçou-se a melhor curva para os pares ordenados em questão. A FIG. 4 exibe a curva e a equação obtidas com o auxílio do programa gráfico. A equação que melhor

ALMEIDA, A. M.; PIMENTA, N. A.; NASCIMENTO, K. S.; GONTIJO, L. C.; EIRAS, S. P. Determinação do teor alcoólico em cachaças utilizando titulação e diagramas de fases: uma opção para trabalhar conteúdos de química  
 representa os pontos e a relação existente entre o volume de titulante e o teor alcóolico para as misturas avaliadas é  $V_{MIC} = 0,9192(\% \text{Álcool}) - 26,915$ .

Figura 4 - Curva para titulações com MIC nas misturas água e etanol



Fonte: Autores do trabalho.

Da mesma forma que foram realizadas as titulações para a obtenção da curva (FIG. 4), realizaram-se também titulações em amostras reais de cachaças. As titulações foram efetuadas para três amostras de cachaças adquiridas no comércio local com teores alcóolicos representados no rótulo de acordo com os especificados na TAB. 2. As titulações ocorreram em triplicata, e após obtenção dos resultados referentes ao MIC titulado, aplicou-se a equação, obtendo-se os resultados constantes na TAB. 2.

ALMEIDA, A. M.; PIMENTA, N. A.; NASCIMENTO, K. S.; GONTIJO, L. C.; EIRAS, S. P. Determinação do teor alcoólico em cachaças utilizando titulação e diagramas de fases: uma opção para trabalhar conteúdos de química

Tabela 2 - Resultados para as titulações em cachaças

Valor de rótulo	Valor em função do $V_{(MIC)}$
38%	$38,64 \pm 0,11$
40%	$39,65\% \pm 0,06$
38%	$37,30\% \pm 0,17$

Fonte: Autores do trabalho.

Os resultados corroboram para a utilização da titulação como técnica de determinação do teor alcoólico em cachaças incolores com fins de aprendizado. Enfatiza-se que o uso da titulação com emprego de diagramas de fases e sistemas fase única, devem ser apenas para fins de ensino e aprendizado, e não como mais uma técnica para análise do teor de álcool em bebidas como a cachaça, visto que densímetros e alcoômetros realizam essas medidas satisfatoriamente.

#### 4 CONCLUSÃO

Os conhecimentos empregados na obtenção dos resultados conseguidos podem ser utilizados em práticas de ensino. Propõe-se que sejam trabalhados em conteúdos de físico-química, por exemplo, durante o uso e aplicação de diagramas de fases, nas aulas de química analítica ao se abordar o tema métodos com uso de titulações e determinações, e pode ser inserida em disciplinas de otimização, variando-se os solventes orgânicos empregados.

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M.; EIRAS, S. P. Avaliação quimiométrica da interdependência consoluta e solvente orgânico, em sistemas de misturas ternárias na complexação de Fe(III) com TTA. **Revista Analytica**, n. 31, p. 34-43, out./nov. 2007.

ATKINS, P. W. **Physical Chemistry**. Wilmington, Delaware: Addison-Wesley Iberoamericana, 1991.

MOORE, W. J. **Physical Chemistry**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1959.

SILVA, J. F. da; MARTINS, J. W. Extraction of Fe(III), Cu(II), Co(II), Ni(II) and Pb(II) with Thenoyltrifluoroacetone using the ternary solvent system water ethanol methylisobutylketone. **Talanta**, v. 39, n. 1307, 1992.