

## Acetato de Etila (CAS No. 141-78-6)

por Eliza de Lucas Chazin

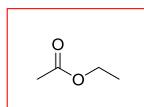
Data de publicação na Web: 20 de Dezembro de 2012

Recebido em 12 de Outubro de 2012

Aceito para publicação em 29 de Novembro de 2012

DOI: [10.5935/1984-6835.20120061](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20120061)

acetato de etila (AcOEt, Figura 1) é um solvente orgânico oxigenado utilizado em técnicas analíticas como a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE),<sup>1</sup> em laboratórios de síntese orgânica como reagente e na extração e purificação de produtos orgânicos,<sup>2</sup> sendo de grande importância na indústria química devido a suas diversas aplicações.<sup>3-5</sup>



**Figura 1.** Estrutura do AcOEt

O AcOEt é um éster líquido à temperatura ambiente, incolor, volátil, com odor característico de frutas, de polaridade moderada e não higroscópico, sendo instável na presença de bases fortes e ácidos aquosos.<sup>3,6</sup> Possui fórmula molecular  $C_4H_8O_2$ , peso molecular igual a 88,10 g/mol, ponto de ebulição de 77°C, ponto de fusão de -83°C e densidade relativa a 25°C de 0,898 g/cm<sup>3</sup>.<sup>6</sup> É também conhecido como etanoato de etila, éter acético, éster etílico acético e éster etílico do ácido acético.<sup>6,7</sup> O AcOEt é parcialmente solúvel em água e solúvel na maioria dos solventes orgânicos como

etanol, acetona, éter e clorofórmio.<sup>3,6</sup>

Atualmente, a China é o maior consumidor e produtor de AcOEt. No período de 1995 a 2005, o consumo cresceu, em média, 18,7% ao ano e a demanda projetada continuou alta no período de 2006 a 2010, com crescimento estimado de 7% ao ano.<sup>5</sup>

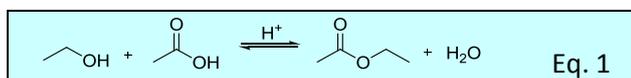
No Brasil, os principais produtores de AcOEt são a *Rhodia*, em Paulínia/SP, a *Cloroetil*, em Mogi Mirim/SP, e a *Butilamil*, em Piracicaba/SP. A *Rhodia* é uma das maiores produtoras mundiais, ao lado da *Ineos* no Reino Unido, a *Celanese* no México, a *Showa Denko* no Japão, e as fábricas chinesas *Shangahi Huayi*, *Jiangsu Sopo* e *Goldym Jinyimeng*.<sup>5</sup>

#### Produção Industrial de AcOEt

Atualmente, a produção industrial do AcOEt ocorre através dos processos citados a seguir:<sup>3-5,8</sup>

- Esterificação do Ácido Acético com Etanol
- Reação de Tishchenko
- Adição Direta de Ácido

Acé  
tico



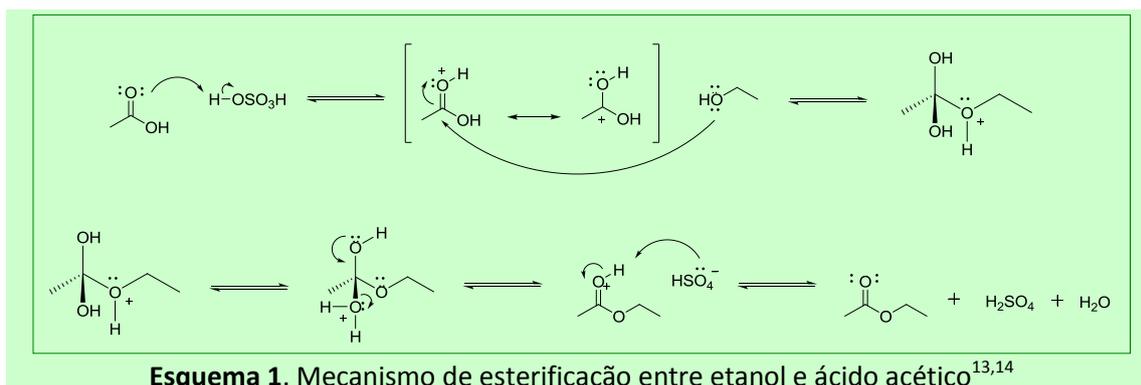
ao Etileno

- Desidrogenação de Etanol

#### I) Esterificação

A Esterificação de Fischer é um método clássico e o mais utilizado mundialmente para produção industrial do AcOEt.<sup>3,5</sup> Consiste na reação reversível entre o etanol e o ácido acético na presença de catalisador ácido, havendo eliminação de água havendo eliminação de água e a regeneração do catalisador (Equação 1).<sup>9</sup>

Na catálise homogênea, ocorre à solubilização do ácido no meio de reação, o que leva a problemas de purificação e corrosão dos equipamentos, além do impacto ambiental decorrente dos resíduos inorgânicos e da formação de subprodutos tóxicos. A maior parte dos resíduos é gerada durante a fase de separação por neutralização. Apesar dos rendimentos excelentes deste processo, a catálise heterogênea sendo desenvolvida e estudada com o objetivo de ser uma alternativa aos problemas encontrados na catálise homogênea, já que a sociedade é cada vez



mais crítica e vigilante aos danos causados por resíduos químicos.<sup>10,11</sup>

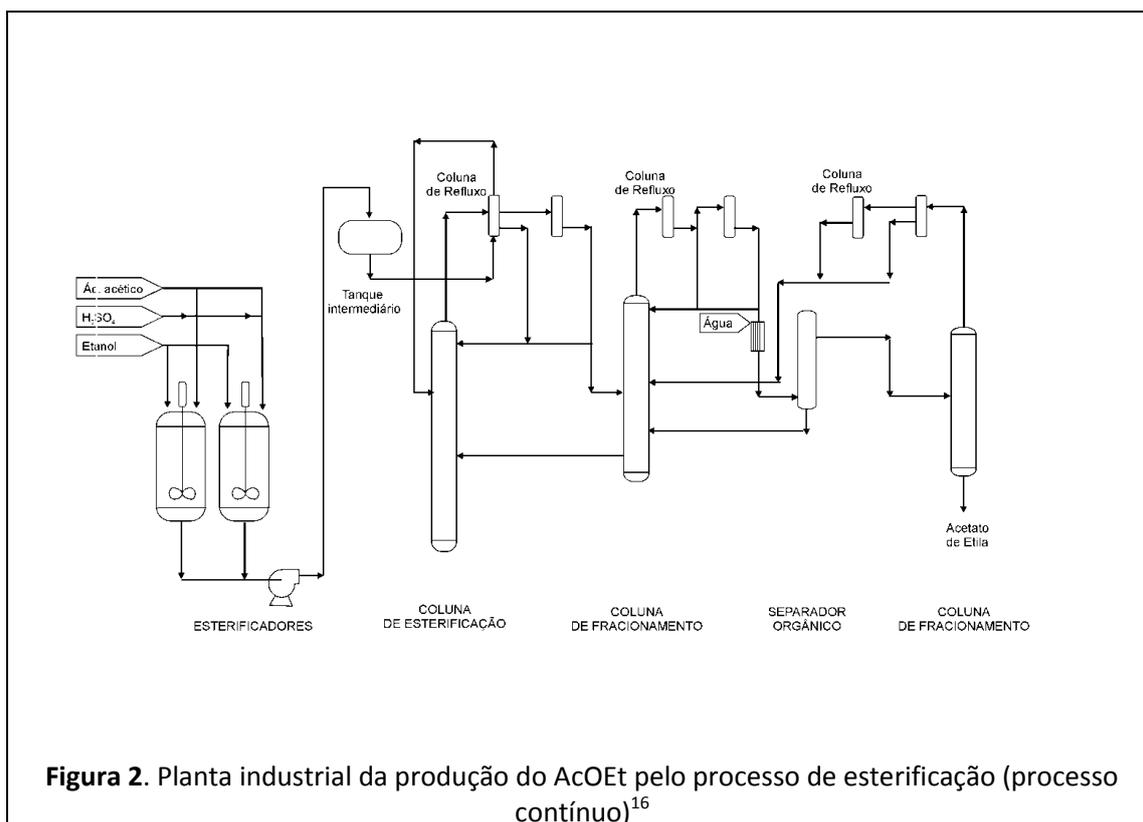
A esterificação pode ocorrer na ausência de catalisador, entretanto devido aos ácidos carboxílicos serem ácidos fracos, a reação é extremamente lenta, sendo necessários dias para que se alcance uma situação de equilíbrio.<sup>10,12</sup> Portanto, a utilização de catalisador ácido na reação de esterificação é essencial para a ativação do ácido carboxílico envolvido, devido a função doadora de próton que o catalisador exerce.<sup>3</sup> Desta forma, na síntese do AcOEt, a protonação do oxigênio da carbonila do ácido aumenta a reatividade do ácido acético, pois acentua o caráter eletrodeficiente do carbono  $sp^2$ , facilitando, assim, o ataque nucleofílico do etanol, originando um intermediário tetraédrico. Em seguida, ocorre a saída de  $H_2O$  devido à transferência de um próton do nucleófilo para uma das hidroxilas, originando um segundo intermediário tetraédrico, e a regeneração do catalisador ácido (Esquema 1).<sup>13,14</sup>

O processo de esterificação pode ocorrer de modo contínuo ou em batelada. O processo em batelada também conhecido como processo por lotes (intermitente), ocorre em curtos ciclos de produção do éster. Já no processo contínuo, as interrupções são mínimas na programação de produção.<sup>9,15</sup> A grande maioria dos produtores utilizam o processo contínuo.<sup>4</sup>

A conversão é em média de 67%. Excesso de etanol e remoção de água são utilizados para deslocar a reação no sentido de maior formação do AcOEt que, aliados ao aumento de temperatura e utilização de catalisador, elevam o rendimento do processo.<sup>5,9,13</sup>

O  $H_2SO_4$  é o catalisador mais empregado neste processo, devido ao seu baixo custo. As colunas de destilação utilizadas no processo são do tipo pratos, campanas ou enchimento. Os tanques, reatores, colunas, condensadores e tubulações necessitam ser de aço inoxidável para evitar ou, no mínimo, diminuir a corrosão provocada pelo catalisador.<sup>9</sup>

A produção industrial de AcOEt utilizando o processo de esterificação inicia-se com a alimentação de reatores chamados de esterificadores com excesso de etanol 95%, ácido acético e  $H_2SO_4$  concentrado. Após alcançar o equilíbrio, o AcOEt bruto é transferido para o tanque intermediário. A mistura é aquecida, passa por uma coluna de refluxo e é enviada para uma coluna de esterificação. O topo desta coluna é aquecido a  $80^\circ C$  e o vapor contendo etanol, AcOEt e aproximadamente 10% de água é condensado e enviado para a primeira coluna de fracionamento. O topo desta coluna é aquecido a  $70^\circ C$  e um azeótropo ternário é produzido com 83% de AcOEt, 9% de etanol e 8% de água. Esta mistura é enviada para um tanque onde é adicionada água para a formação de uma mistura de duas fases que, posteriormente, é separada por decantação no separador orgânico. A fase orgânica (superior) contém aproximadamente 93% de AcOEt, 5% de água e 2% de etanol. Esta mistura é enviada para a segunda coluna de fracionamento e obtêm-se AcOEt com pureza



na faixa de 95-100% (Figura 2).<sup>9</sup>

As vantagens da produção de AcOEt utilizando o processo de esterificação são, principalmente, o baixo custo em relação a outros processos de obtenção, maior rendimento e o fato desta tecnologia ser de domínio público. Já as desvantagens são a corrosão dos reatores e tanques de alimentação, necessidade de utilização de vários tanques de estoque e de alimentação e complexa purificação do produto final.<sup>3,5</sup>

No Brasil, as indústrias

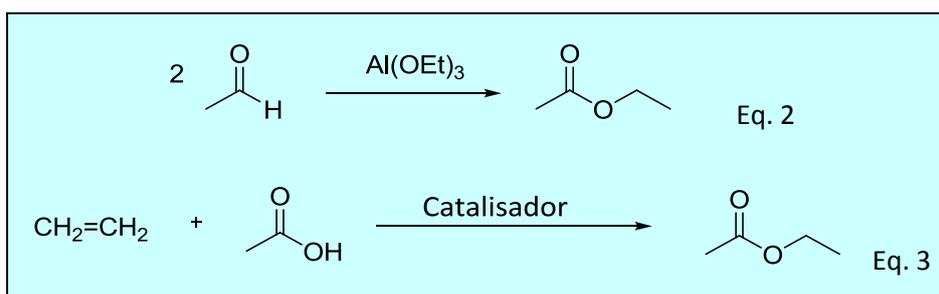
produtoras de AcOEt utilizam o processo de esterificação, assim como a maioria das indústrias instaladas em outras regiões do mundo.<sup>5</sup> A disponibilidade elevada, os custos competitivos da cana-de-açúcar (biomassa) e a utilização de matéria-prima renovável no Brasil sugerem um elevado potencial de desenvolvimento sustentável do setor químico a partir do etanol.<sup>5,8</sup>

Os produtores brasileiros de ácido acético utilizam a via do etanol, um processo mais oneroso que a produção pela via clássica, a carbonilação do metanol. A

demanda de ácido acético no Brasil é maior do que a produção nacional. Logo, importa-se parte do ácido acético utilizado, sendo esta matéria-prima produzida a partir de gás natural. Em 2006, a importação representou 77,4% da demanda total do produto, e em 2007, 68,5%.<sup>5</sup>

## II) Reação de Tishchenko

Em 1906, o químico russo W. E. Tischtschenko descreveu a conversão de dois equivalentes de aldeído em um éster monofuncional, na presença dos catalisadores alcoolato de alumínio e de magnésio.



Tischtschenko relatou ainda que benzaldeídos e aldeídos enolizáveis, que possuíam hidrogênio  $\alpha$ , geravam ésteres monofuncionais sem a formação de qualquer produto resultante de condensação aldólica.<sup>17</sup>

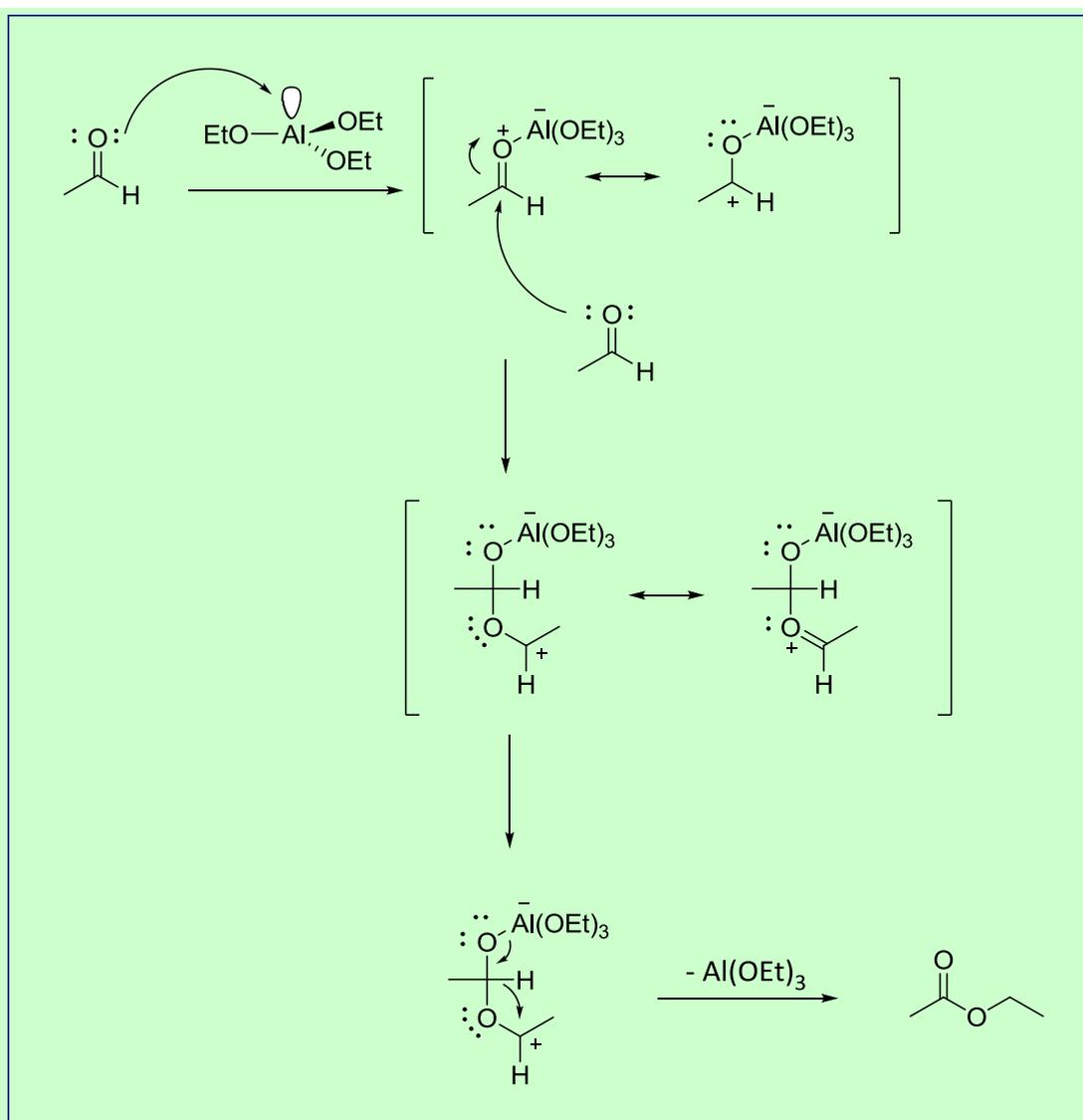
A Reação de Tishchenko é utilizada na síntese industrial do AcOEt, a partir da condensação de dois equivalentes de acetaldeído, na presença do ácido de Lewis trietóxido de alumínio, como catalisador (Equação

2).<sup>17</sup>

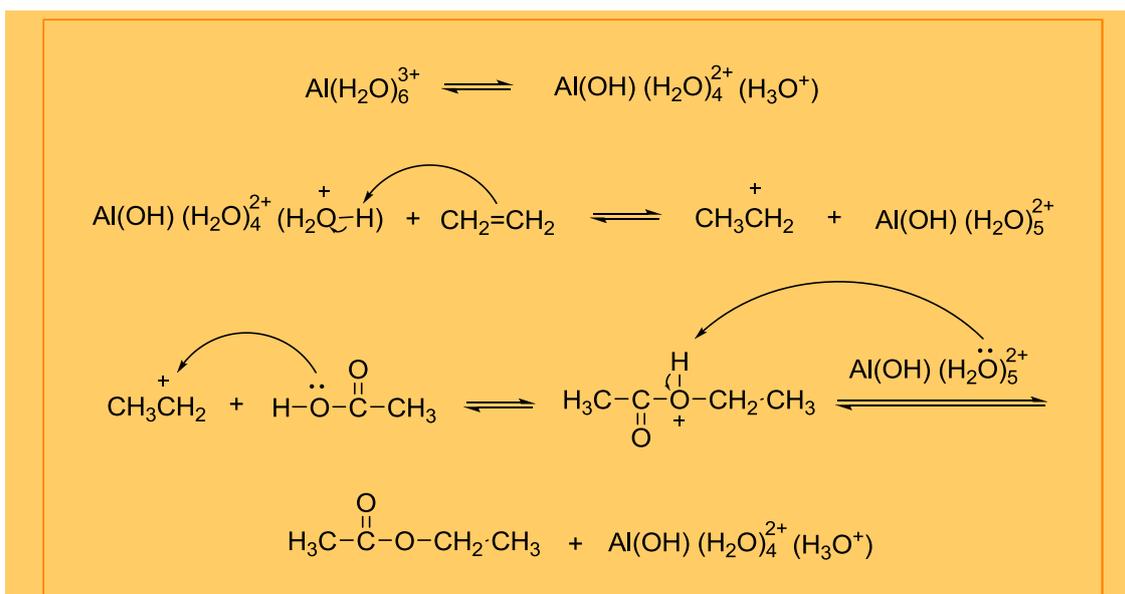
O mecanismo da reação de Tishchenko ocorre em 3 etapas. Primeiro, o orbital vazio do átomo de alumínio reage com o oxigênio da carbonila do acetaldeído gerando um alcóxido, que é atacado por outra molécula de acetaldeído gerando outro alcóxido. Posteriormente, ocorre um rearranjo intramolecular 1,3 de hidreto (Esquema 2).<sup>17,18</sup>

A principal vantagem deste processo é a utilização

de apenas uma matéria-prima, e que não é corrosiva.<sup>3</sup> Porém, o acetaldeído além de ser de difícil manuseio por ser tóxico, não está disponível fora da área industrial.<sup>3,19</sup> O rendimento da produção de AcOEt por este método é em média de 61%.<sup>5</sup> Países como Alemanha e Japão produzem AcOEt, principalmente, por este método, por não disporem de etanol a custo competitivo e por produzirem o acetaldeído a partir de acetileno



Esquema 2. Mecanismo da reação de Tishchenko<sup>17,18</sup>



**Esquema 3.** Mecanismo proposto para formação de AcOEt através de adição direta de ácido acético ao etileno utilizando argila bentonita como ácido de Brønsted (catalisador)<sup>22</sup>

petroquímico.<sup>3,5</sup>

### III) Adição Direta de Ácido Acético ao Etileno

A síntese do AcOEt através da adição direta de ácido acético ao etileno utiliza argila (por ex. bentonita e montmorilonita) ou heteropoliácido como catalisadores (Equação 3).<sup>3</sup>

As indústrias *BP Chemicals* e *Showa Denko* desenvolveram tecnologias para produção de AcOEt que não necessitavam de etanol e acetaldeído, devido a indisponibilidade de etanol na região onde estavam instaladas.<sup>2,20</sup>

Yamamoto e colaboradores descreveram a utilização do heteropoliácido  $H_4SiW_{12}O_{40}$  em suporte de  $SiO_2$  como um catalisador ativo e seletivo pela indústria japonesa *Showa Denko*, no processo de adição direta de ácido acético ao etileno.<sup>21</sup>

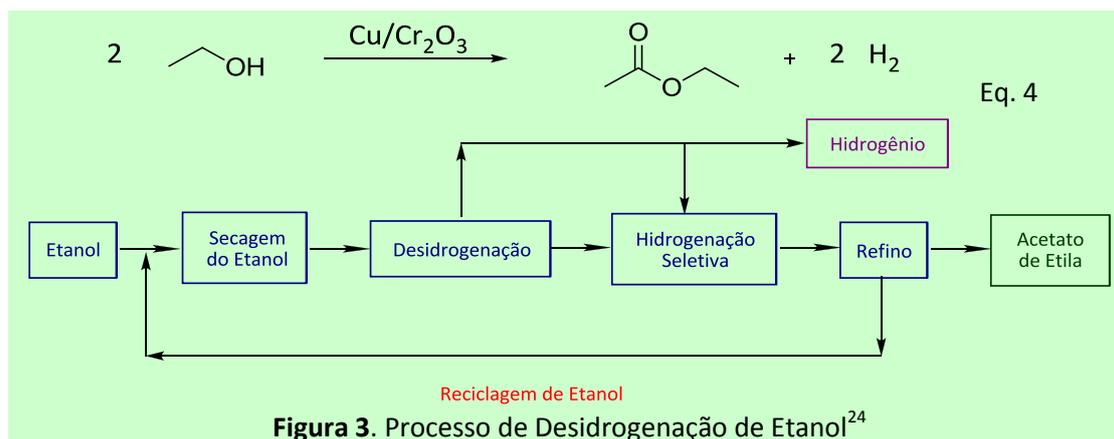
A tecnologia da *BP Chemicals* é registrada como *Avada* (em inglês, for *Advanced Acetates by Direct Addition*) e baseia-se na reação de fase vapor entre o etileno e ácido acético, na presença de um heteropoliácido.<sup>4,20</sup> Utilizando esta tecnologia, a *BP Chemicals* instalou, em 2001, uma fábrica em Hull no Reino Unido. Esta empresa ressalta que a sua tecnologia é energeticamente e ambientalmente menos agressiva ao meio ambiente do que outras rotas de produção de AcOEt. A tecnologia da *Showa Denko* é semelhante e a sua fábrica em Merak, na Indonésia, está operando, desde 1999, pela *Showa Esterindo*.<sup>20</sup>

Em estudo apresentado pela empresa *IHS Chemicals*, no qual foi realizada uma avaliação técnica e econômica do processo de adição direta, os custos de investimento e produção de AcOEt são mais elevados

quando comparados à esterificação clássica entre etanol e ácido acético. Pode-se concluir que este processo pode ser competitivo apenas em regiões onde o etileno está disponível e o custo da produção ou da importação do etanol é alto.<sup>20</sup>

Assim como o processo de esterificação clássico, a adição direta necessita de vários tanques de estoque e de alimentação e o emprego de ácido acético causa problemas de corrosão dos equipamentos.<sup>3</sup> Porém, a utilização deste processo para a produção do AcOEt vem despertando grande atenção devido a não formação de subprodutos.<sup>21</sup>

Por este processo, a argila bentonita atua como ácido de Brønsted e fornece  $H_3O^+$  possibilitando a formação do



**Figura 3.** Processo de Desidrogenação de Etanol<sup>24</sup>

carbocátion etílico. Este carbocátion reage com ácido acético gerando o AcOEt e o catalisador é regenerado (Esquema 3).<sup>22</sup>

#### IV) Desidrogenação de Etanol

A empresa inglesa Davy Process Technology desenvolveu e licenciou um processo de produção do AcOEt baseado na desidrogenação do etanol utilizando o sistema Cu/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> como catalisador. (Equação 4).<sup>4,19,23</sup>

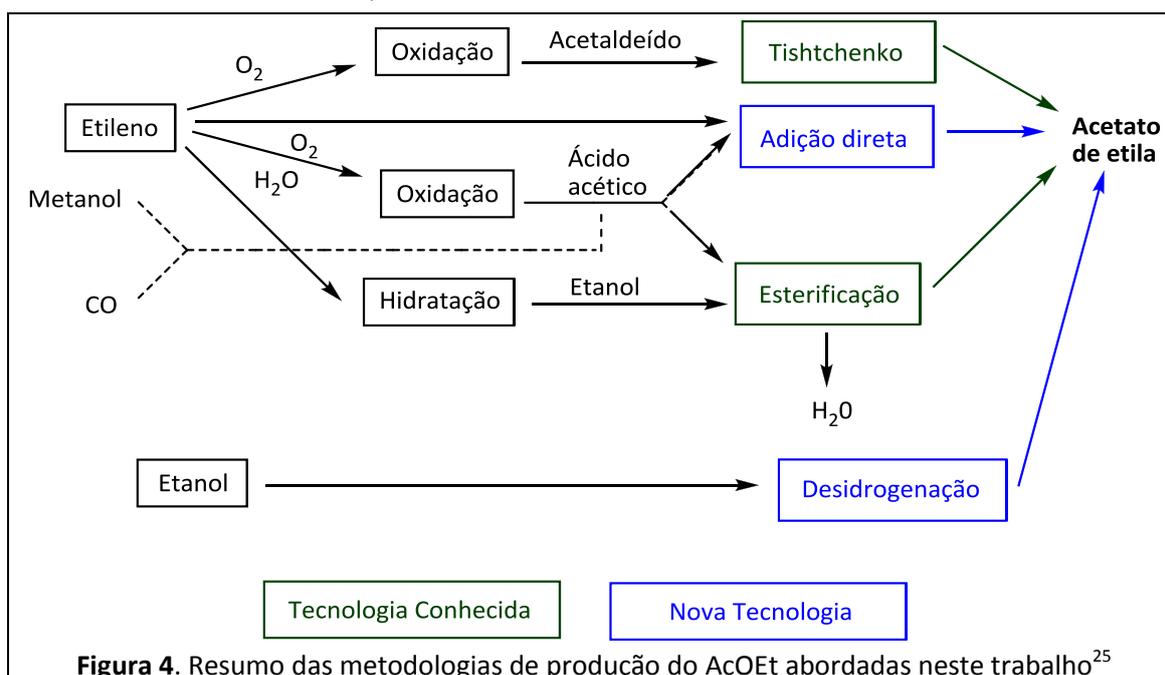
Por este processo, o etanol é inicialmente seco e,

então, desidrogenado a acetaldeído, que, em seguida, transforma-se em AcOEt bruto. Este é hidrogenado seletivamente para remoção de subprodutos que não podem ser separados por destilação. Posteriormente, um refinamento é realizado e o azeótropo AcOEt-EtOH é fracionado para fornecer AcOEt com elevado grau de pureza (99,5%). O etanol que não reagiu no processo é reciclado para uma unidade de desidratação retornando, assim, ao processo de produção (Figura 3).<sup>5,23</sup>

Esta metodologia, assim

como a reação de Tishchenko, não emprega ácido acético, e é usada, principalmente, em regiões que não dispõem de etileno e ácido acético e com grande disponibilidade de etanol.<sup>5</sup> Esta tecnologia é utilizada pela indústria *Sasol*, em Secunda, África do Sul.<sup>3-5</sup> O etanol utilizado é produzido por gaseificação do carvão, matéria-prima abundante na região.<sup>5</sup>

A grande vantagem deste processo é a utilização de apenas um reator e um tanque de alimentação de matéria-prima, o que leva a uma previsão de baixos



**Figura 4.** Resumo das metodologias de produção do AcOEt abordadas neste trabalho<sup>25</sup>

custos de investimento e produção.<sup>19</sup> Mello Júnior, em uma análise de custo, comparando a produção de AcOEt no Brasil pelas quatro metodologias apresentadas (Figura 4), aponta a tecnologia de desidrogenação do etanol como a de menor custo.<sup>5</sup>

Além disso, o crescente desenvolvimento do setor alcoolquímico brasileiro e a grande disponibilidade de etanol produzido a partir da cana-de-açúcar, oferecem ao Brasil uma boa oportunidade de desenvolvimento de novos processos ou produtos que utilizam o etanol como matéria-prima.<sup>5</sup>

### Aplicações

O AcOEt possui diversas aplicações na indústria química, sendo utilizado principalmente como solvente de tintas, diluentes, revestimentos, adesivos, esmaltes e produtos farmacêuticos.<sup>19,21</sup> Este solvente é menos tóxico que alguns solventes carbonilados como acetona, metiletilcetona e metilisobutilcetona e solventes aromáticos. Por isso, o AcOEt vem substituindo estes solventes, principalmente na indústria de tintas.<sup>4,5</sup>

Destaca-se ainda o emprego deste solvente em diversas formulações de revestimentos de superfície, como epóxidos, uretanas, celulósicas, vinílicas e acrílicas. Estes revestimentos

são utilizados em móveis e utensílios de madeira, equipamentos agrícolas como tratores, repintura de automóveis e manutenção marítima. Entretanto, nestas aplicações, vem perdendo espaço para tintas a base de água, tintas com alto teor de sólidos, tintas em pó e sistemas biocomponentes, devido às restrições ambientais das emissões de "Volatile Organic Compounds" (VOC).<sup>4,5</sup>

Outra aplicação muito comum do AcOEt é como solvente na fabricação de tintas a base de nitrocelulose, diluentes e vernizes. E ainda na produção de tintas para impressão flexográfica e por rotogravura, em que a principal função deste solvente é dissolver resinas e ajustar a viscosidade, facilitando a aplicação e manuseio das tintas, assim como para diminuir o tempo de secagem.<sup>4,5</sup> Neste ramo, as tintas a base de água também são muito utilizadas, porém possuem menor eficiência quando comparadas a solventes, porque o tempo de secagem mais longo, afeta o ciclo de produção.<sup>5</sup>

No Brasil, as aplicações de tintas vêm apresentando grande potencial por acompanhar o crescimento e consolidação das indústrias de embalagens, calçadista, moveleira, automotiva e de equipamentos de agronegócio. A taxa de crescimento esperada é

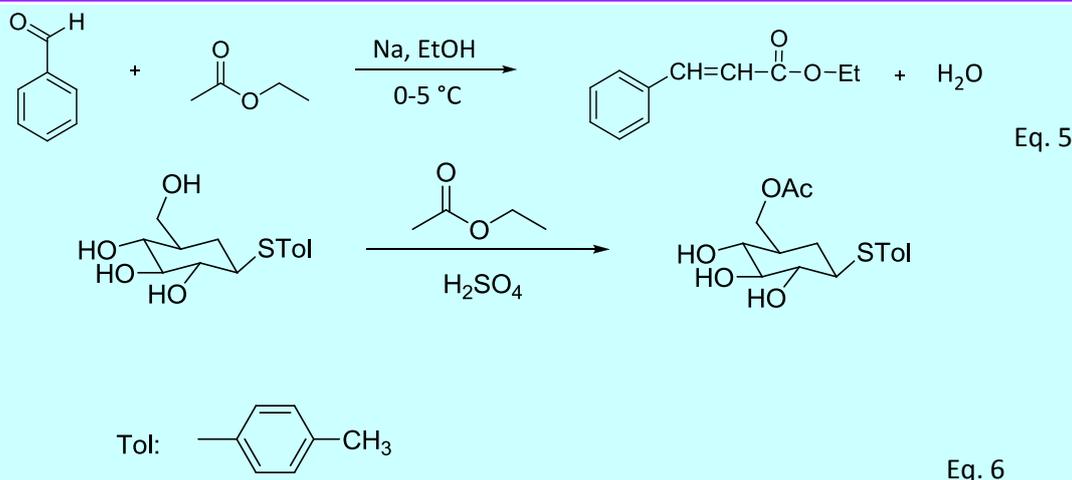
superior a de países desenvolvidos.<sup>5</sup>

Este solvente é, também, muito utilizado na fabricação de adesivos, folhas de alumínio, embalagens e laminados flexíveis. O AcOEt possui secagem rápida e, devido a esta propriedade, é utilizado em serigrafia na indústria de embalagens flexíveis.<sup>5</sup>

Na indústria farmacêutica, o AcOEt é utilizado como solvente de extração e para a concentração e purificação de antibióticos como sulfametoxazol e rifampicina.<sup>4</sup> Devido a sua ocorrência natural em diversas frutas, é utilizado como flavorizante na indústria de alimentos e, como aromatizante, na indústria de cosméticos.<sup>2,3</sup>

Outras aplicações deste composto são na fabricação de fitas de áudio e de vídeo, como agente de limpeza de aparelhos de som e vídeo, em explosivos, têxteis, couro artificial, filmes fotográficos e também como removedor de esmalte de unha e corantes.<sup>4</sup>

O AcOEt é um solvente muito empregado em síntese orgânica,<sup>2</sup> e para a extração e purificação de produtos orgânicos, além de também ser reagente, como mostrado nas equações 5 e 6. A condensação entre benzaldeído e AcOEt utilizando excesso de sódio em pó e etanol absoluto, com controle de temperatura, na faixa de 0-5



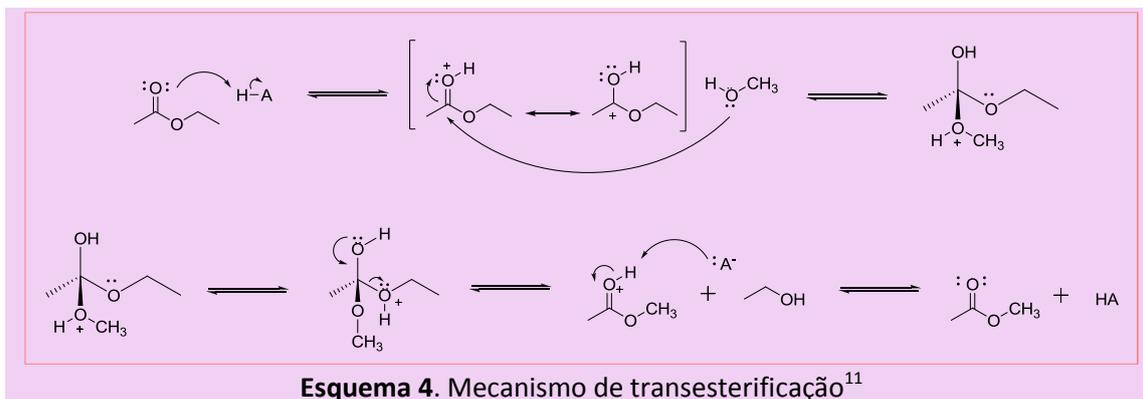
°C, fornece o éster cinamato de etila com rendimentos entre 68-74% (Equação 5).<sup>26</sup> O cinamato de etila possui diversas aplicações como aditivo alimentar, essência, e intermediário na síntese de fármacos como os antirretrovirais lopinavir e ritonavir.<sup>27</sup>

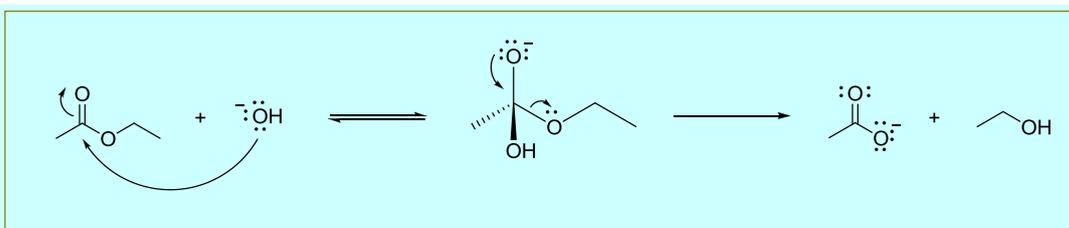
Um trabalho recente apresenta outra aplicação do AcOEt em laboratórios de síntese orgânica, como agente protetor seletivo de grupos hidroxila de carboidratos (Equação 6). Várias metodologias eficientes são descritas, porém estas possuem condições severas de reação, como longos períodos, utilização de altas temperaturas e formação de subprodutos de difícil remoção. A metodologia descrita por Liang e

colaboradores utiliza AcOEt na presença de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> como catalisador, em menor tempo e temperatura levando a acetilação seletiva da hidroxila primária de vários carboidratos. Na Equação 6 é mostrada a acetilação seletiva da hidroxila de C-6 do tioglicosídeo, utilizado como bloco de construção na síntese de oligossacarídeos.<sup>28</sup>

Outro tipo de reação química envolvendo AcOEt é a transesterificação, caracterizada quando há reação entre um éster e um álcool levando a formação de outro éster.<sup>9</sup> As aplicações deste tipo de reação são diversas principalmente em escala industrial incluindo a produção de biodiesel, poliésteres e PET (politereftalato de etileno) na indústria de polímeros. O

mecanismo de transesterificação é equivalente ao de hidrólise. A reação entre AcOEt e metanol possui o mecanismo que se inicia com a protonação do grupamento carbonila do AcOEt, seguido de um ataque nucleofílico do metanol originando um intermediário tetraédrico. Em seguida, o próton migra do átomo de oxigênio reativo do metanol para o oxigênio do etanol que será proveniente da decomposição do intermediário tetraédrico gerando também acetato de metila protonado. Por último, ocorre a regeneração do catalisador ácido utilizado e a formação do acetato de metila. (Esquema 4).<sup>11</sup>





**Esquema 5.** Mecanismo de saponificação entre AcOEt e íon hidróxido (mecanismo B<sub>AC2</sub>)<sup>29</sup>

Um estudo mecanístico foi realizado por Petek e Krajnc, envolvendo a hidrólise alcalina de ésteres, também conhecida como reação de saponificação, um dos tipos de reação mais estudados em química. O mecanismo desta reação é geralmente mostrado via duas etapas. Na primeira etapa, ocorre o ataque nucleofílico do íon hidroxila e a formação do intermediário tetraédrico, é a etapa determinante da reação (Esquema 5).<sup>29</sup>

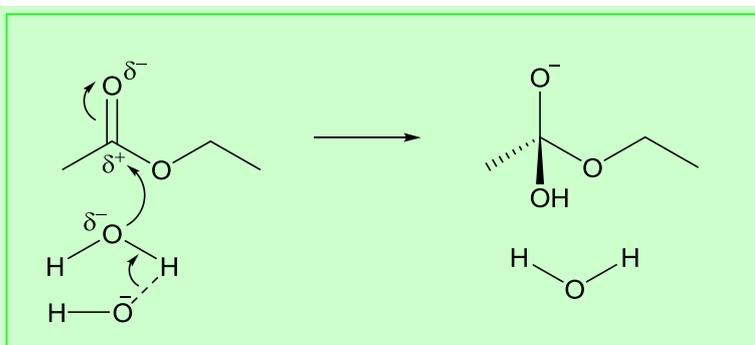
Em solução, o OH<sup>-</sup> é solvatado por três moléculas de água. Por isso, apesar de ser melhor nucleófilo que a água, por ser uma unidade carregada negativamente, este impedimento estérico pode dificultar o ataque nucleofílico ao carbono eletrofílico da carbonila do grupamento éster. O AcOEt sofre hidrólise alcalina e possui entalpia de ativação com valor de 46,3 kJ mol<sup>-1</sup>.

Este valor é muito baixo para que a solvatação do OH<sup>-</sup> não seja considerada. Neste estudo foi proposto que, na verdade, a água atua como o nucleófilo. Este fato pode ser explicado pela hidratação do íon OH<sup>-</sup>, somado a força de van der Waals que promove o excesso de carga parcial positiva ( $\delta^+$ ) no carbono da carbonila do éster, assim como o excesso de carga parcial negativa ( $\delta^-$ ) do átomo de oxigênio da molécula de água, tornando o próton lábil e possível de ser doado, portanto o OH<sup>-</sup> atua como base. O próton é deslocado devido à ligação de hidrogênio formada e uma molécula de água é gerada. O “novo” nucleófilo hidroxila é formado e ataca o carbono eletrofílico do éster, quebrando a ligação  $\pi$  e formando um intermediário tetraédrico. Estes fenômenos ocorrem de maneira concertada (Esquema 6).<sup>29</sup>

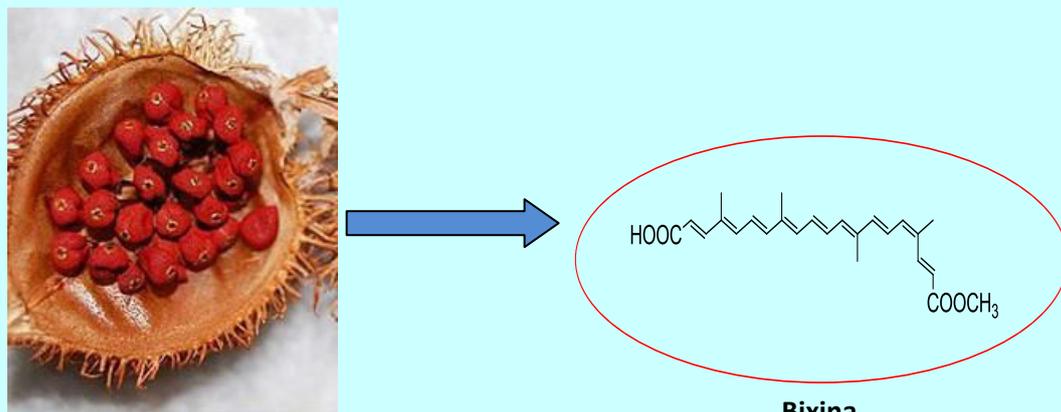
O AcOEt é ainda

empregado sozinho ou em misturas (geralmente com hexano) como eluente em cromatografia, tanto em camada fina e coluna de adsorção, como também na CLAE, no ramo da Química Analítica. Em relação à química de produtos naturais, o AcOEt é utilizado em extrações de substâncias ativas, como por exemplo a bixina, um corante natural extraído da semente do urucum (Figura 5).<sup>1</sup>

O AcOEt é o principal éster encontrado em bebidas alcoólicas como cachaças, vinhos e cervejas, promovendo um aroma agradável de frutas a essas bebidas.<sup>3,31,32</sup> Em grandes quantidades proporciona um sabor indesejável e enjoativo a cachaça.<sup>31</sup> O AcOEt é, ainda, um dos compostos voláteis secundários da fermentação alcoólica dos vinhos e interfere na qualidade do aroma.<sup>33</sup> Em vinhos menos envelhecidos, o aroma de frutas é mais intenso.<sup>3</sup>



**Esquema 6.** Mecanismo de saponificação entre AcOEt e íon hidroxila sugerido por Petek e Krajnc (as demais moléculas de água foram omitidas por simplicidade)<sup>29</sup>



### Semente do Urucum

Figura 5. Ilustração da semente do urucum e a estrutura química da bixina<sup>1,30</sup>

### Toxicidade

O AcOEt possui toxicidade de baixa a moderada. O contato com os olhos pode provocar irritação, lacrimejamento, vermelhidão e dor. Já em contato com a pele pode ressecá-la e levar ao seu desengorduramento, causando, assim, erupções cutâneas, rachaduras e dermatites, e facilitando o desenvolvimento de infecções secundárias. Este solvente pode ser absorvido através da pele. Se inalado, pode causar irritação do nariz e garganta, tosse, tontura e dor de cabeça. Exposição a altas concentrações pode resultar em dor de cabeça, náuseas, perda de apetite e sonolência. A ingestão pode provocar irritação do trato digestivo superior, náuseas, vômitos, dor abdominal, diarreia, tonturas e sonolência. A aspiração pode resultar em pneumonia

química e edema pulmonar.<sup>7,34</sup>

### Referências bibliográficas

<sup>1</sup> Rios, A. O.; Mercadante, A. Z. *Alim. Nutr.* **2004**, *15*, 203. [Link]

<sup>2</sup> Sítio Chemsystems. Disponível em: <<http://www.chemsystems.com/reports/search.cfm?keyword=ethyl+acetate&image.x=4&image.y=8&image=Go>>. Acesso em: 20 agosto 2012.

<sup>3</sup> Pattanaik, B. N.; Mandalia, H. C. *Int. J. Curr. Res. Rev.* **2011**, *13*, 23. [Link]

<sup>4</sup> Dutia, P. *Chemical Weekly* **2004**, 179. [Link]

<sup>5</sup> Mello Júnior, D. C.; *Dissertação de Mestrado*, Fundação Getúlio Vargas, Brasil, 2010.

<sup>6</sup> O'Neil, M. J.; *Merck Index*, 14a. ed., Merck: Whitehouse Station, 2006.

<sup>7</sup> Sítio da Petrobrás. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/44e28e0043a79bfeb944bfec2d0136c/fisp-q-quim-oxi-acetato-etila.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 20 agosto 2012.

<sup>8</sup> Nielsen M.; Junge, H.; Kammer, A.; Beller, M. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 5711. [CrossRef] [PubMed]

<sup>9</sup> Barcza, M. V., *Apostila de Processos Químicos Industriais III – PQI-III*. Disponível em: <<http://www.dequi.eel.usp.br/~barcza/Esterificacao.pdf>>. Acesso em: 21 setembro de 2012

<sup>10</sup> Maki-Arvela, P.; Salmi, T.; Sundell, M.; Ekman, K.; Peltonen, R.; Lehtonen, J. *Appl. Catal. A: General* **1999**, *184*, 25. [CrossRef]

- <sup>11</sup> Van de Steene, E.; De Clercq, J.; Thybaut, J. W. J. *Mol. Catal. A: Chem.* **2012**, 359, 57. [CrossRef]
- <sup>12</sup> Brito, Y. C.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Alagoas, Brasil, 2010.
- <sup>13</sup> Carey, F. A.; Sundberg, R. J.; *Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanism*, 5a. ed., Springer Science + Business Media, LLC: New York, 2007.
- <sup>14</sup> Sítio Organic Chemistry Portal. Disponível em: <<http://www.organic-chemistry.org/namedreactions/fischer-esterification.shtm>>. Acesso em: 14 setembro 2012.
- <sup>15</sup> Borges, F. H.; Dalcol, P. R. T., XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção 2002. [Link]
- <sup>16</sup> Figura adaptada da referência 9
- <sup>17</sup> Törmakangas, O. P.; Koskinen, A. M. P. *Recent Res. Devel. Org. Chem.* **2001**, 5, 225. [Link]
- <sup>18</sup> Sítio Organic Chemistry Portal. Disponível em: <<http://www.organic-chemistry.org/namedreactions/tishchenko-reaction.shtm>>. Acesso em: 14 setembro 2012.
- <sup>19</sup> Gaspar, A. B.; Esteves, A. M. L.; Mendes, F. M. T.; Barbosa, F. G.; Appel L. G. *Appl. Catal., A: General* **2009**, 363, 109. [CrossRef]
- <sup>20</sup> Sítio IHS Chemical. Disponível em: <<http://www.ihs.com/product/s/chemical/technology/pep/reviews/ethyl-acetate-by-direct-addition.aspx>>. Acesso em: 16 setembro 2012.
- <sup>21</sup> Yamamoto, Y.; Hatanaka, S.; Tsuji, K.; Tsuneyama, K.; Ohnishi R.; Imai, H.; Kamiya, Y.; Okuhara, T. *Appl. Catal., A: General* **2008**, 344, 55. [CrossRef]
- <sup>22</sup> Gregory, R.; Smith, D. J. H.; Westlake, D. J. *Clay Miner.* **1983**, 18, 431. [CrossRef]
- <sup>23</sup> Sítio Davy Process Technology. Disponível em: <<http://www.davyprotech.com/default.aspx?cid=418>>. Acesso em: 20 setembro 2012.
- <sup>24</sup> Figura adaptada da referência 23
- <sup>25</sup> Figura adaptada da referência 2
- <sup>26</sup> Fieser, L. F.; Fieser, M.; *Reagents for Organic Synthesis*, Massachusetts, 1967.
- <sup>27</sup> Sítio HS Chems. Disponível em: <<http://www.hschems.com.p>
- <[t/3-ethyl-cinnamate-2.html](http://www.hschems.com.p/t/3-ethyl-cinnamate-2.html)>. Acesso em: 29 setembro 2012.
- <sup>28</sup> Liang, P.-H.; Lu, Y.-J.; Tang, T.-H. *Tetrahedron Lett.* **2010**, 21, 6928. [CrossRef]
- <sup>29</sup> Petek, A.; Krajnc, M. *Int. J. Chem. Kinet.* **2012**, 44, 692. [CrossRef]
- <sup>30</sup> Sítio Alibaba.com. Disponível em: <<http://spanish.alibaba.com/product-gs/annatto-bixin-norbixin-e160b-natural-food-coloring-rich-source-of-tocotrienols-antioxidants-546732621.html>>. Acesso em: 07 novembro 2012.
- <sup>31</sup> Pinheiro, S. H. M.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2010.
- <sup>32</sup> Araújo, F. B.; Silva, P. H. A., Minim, V. P. R. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **2003**, 23, 121. [CrossRef]
- <sup>33</sup> Araújo, K. L. G.; Sabaa-Srur, A. U. O.; Rodrigues, F. S.; Manhães, L. R. T.; Canto, M. W. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **2009**, 29, 56. [CrossRef]
- <sup>34</sup> Sítio da Fujifilm. Disponível em: <<http://www.fujifilm.co.nz/uploads/msds/7062LD%20ETHYL%20ACETATE.pdf>>. Acesso em: 30 setembro 2012.

**Ethyl Acetate (CAS No. 141-78-6)**

**Abstract:** Ethyl acetate (EtOAc) is a substance with many applications in the chemical industry, in analytical techniques and in organic synthesis laboratories as a solvent and reagent. This work presents the main methods currently used for the industrial synthesis of ethyl acetate. Some data about physical-chemical properties, applications and toxicity are also presented.

**Keywords:** Ethyl acetate; ethanol; acetic acid; esterification, solvent; industrial synthesis.

**Resumo:** O acetato de etila (AcOEt) é uma substância com diversas aplicações na indústria química, em técnicas analíticas e em laboratórios de síntese orgânica como solvente e reagente. Este artigo apresenta as principais metodologias utilizadas atualmente para a síntese industrial do acetato de etila. São apresentados também alguns dados a respeito de suas propriedades físico-químicas, aplicações e toxicidade.

**palavras-chave:** Acetato de etila; etanol; ácido acético; esterificação; solvente; síntese industrial.



✉ elizachazin@gmail.com

Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Laboratório de Desenvolvimento de Heterociclos Bioativos, Pós-Graduação em Química, Outeiro de São João Batista, s/nº Campus Valonguinho, Centro, CEP 24020-141, Niterói-RJ, Brasil.

*Eliza de Lucas Chazin* é bolsista de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Fluminense onde desenvolve sua Dissertação na área de Síntese Orgânica no Laboratório de Desenvolvimento de Heterociclos Bioativos (HETBIO) no Instituto de Química sob a orientação da Profª Dra. Thatyana Rocha Alves Vasconcelos. Possui Graduação em Farmácia Industrial pela Universidade Federal Fluminense (2010). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Síntese Orgânica e Química Medicinal, atuando principalmente nos seguintes temas: heterociclos, benzoxatiolonas, sulfonamidas, iminas, atividade biológica.