

QUIMICA ORGÂNICA TEÓRICA 2B

ENÓIS E ENOLATOS CONDENSAÇÕES

Prof. Gustavo Pozza Silveira
gustavo.silveira@iq.ufrgs.br

Sala 211 (43133)

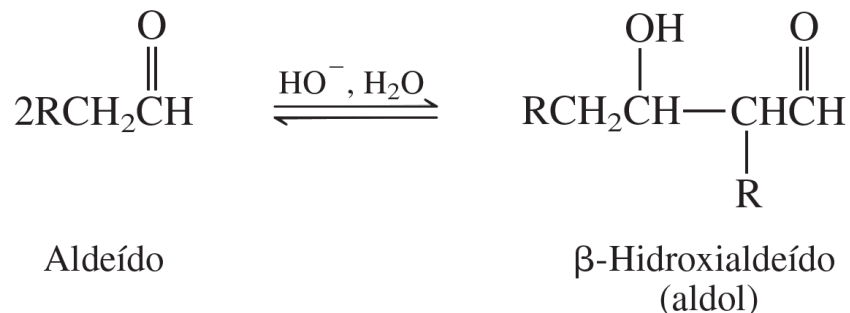


biolab

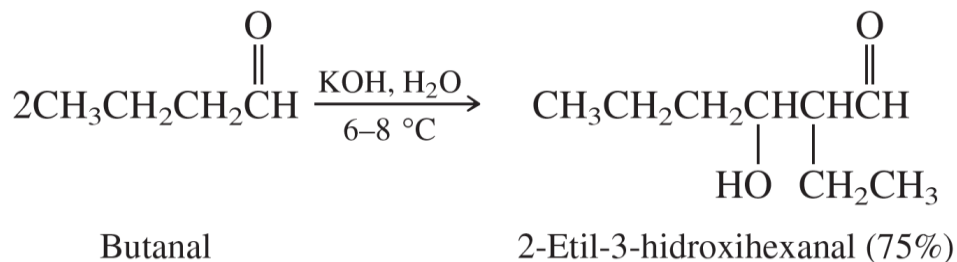
Enóis e Enolatos

(condensação aldólica - aldeídos)

Tratamento dos aldeídos e cetonas (com hidrogênios α - pK_a 16–20) com bases, produz uma solução que contém quantidades significativas de aldeídos ou cetonas e seus enolatos podendo levar a formação de C-C.

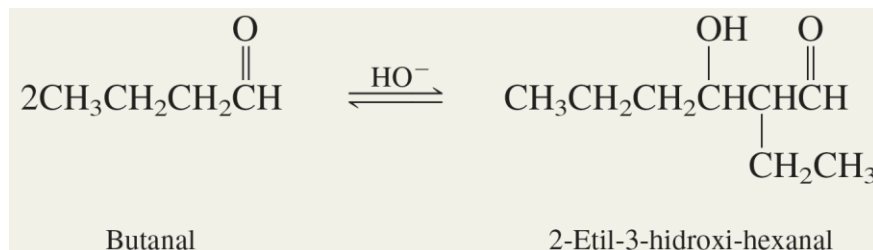


O equilíbrio resultante está deslocado à direita para muitos aldeídos e à esquerda para a maioria das cetonas. O produto β -hidroxialdeído é chamado de *aldol* porque contém uma função aldeído e álcool (*ald* + *ol* = *aldol*).

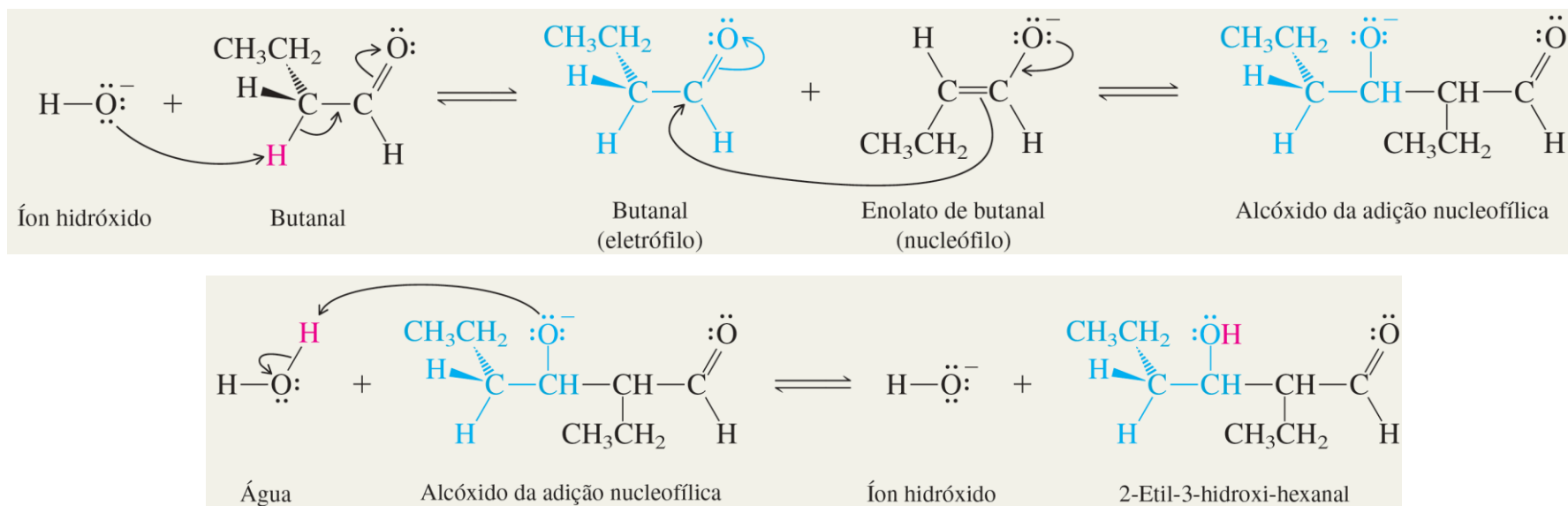


Enóis e Enolatos

(condensação aldólica)



Mecanismo



Exercícios

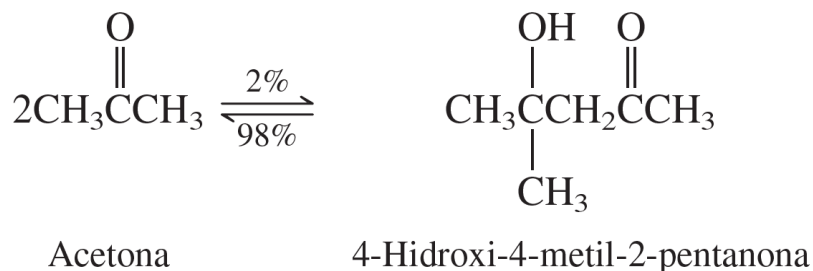
Escreva o mecanismo para formação do produto da adição aldólica de:

- (a) Pentanal
- (b) 3-Metilbutanal

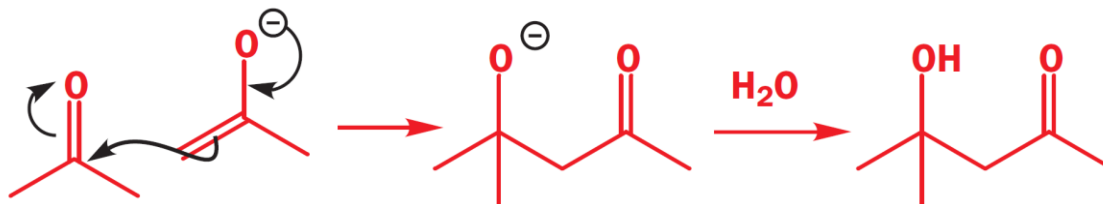
Enóis e Enolatos

(condensação aldólica - cetonas)

O equilíbrio para as adições aldólicas são menos favoráveis para as cetonas do que para os aldeídos.



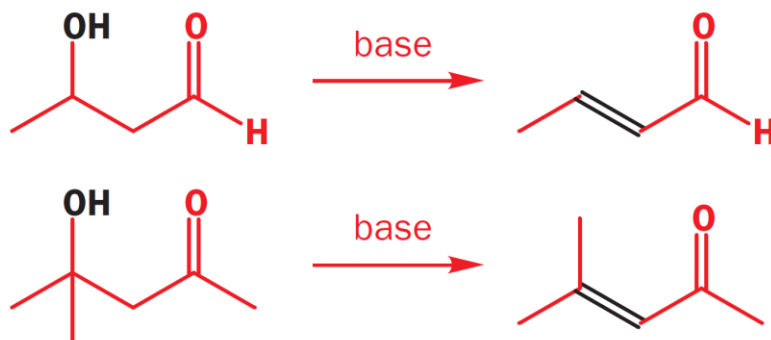
Ainda assim, cetonas também podem reagir tanto em meio básico quanto em meio ácido para gerar o produto condensação aldólica.



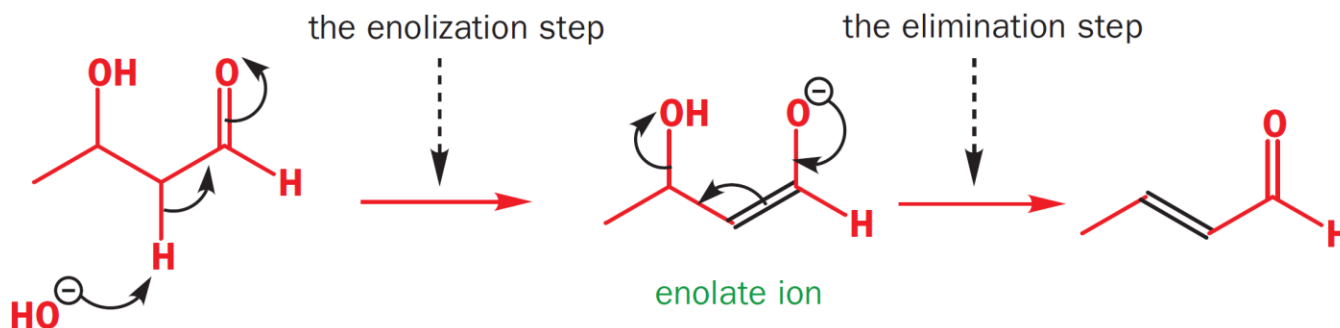
Enóis e Enolatos

(condensação aldólica – produto de desidratação E1cB vs E1)

O produto de condensação aldólica tanto do acetaldeído quanto da acetona pode facilmente desidratar para formar o respectivo derivado α,β -insaturado.



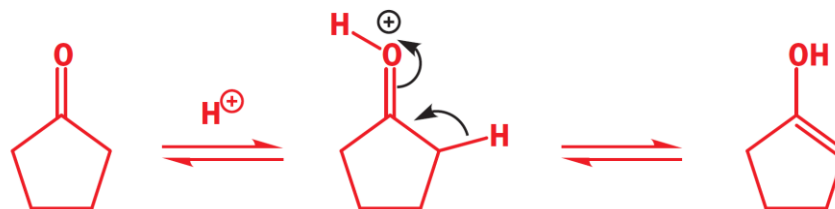
Lembrando que normalmente OH não é eliminado em meio básico. Essas reações seguem o mecanismo E1cB.



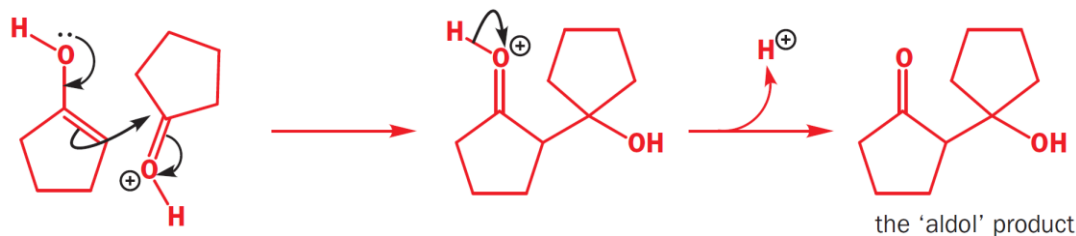
Enóis e Enolatos

(condensação aldólica – produto de desidratação E1cB vs E1)

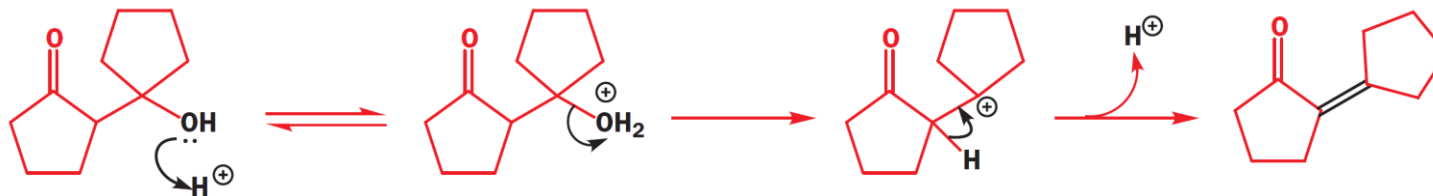
Enolização em meio ácido



Condensação aldólica catalisada por ácido



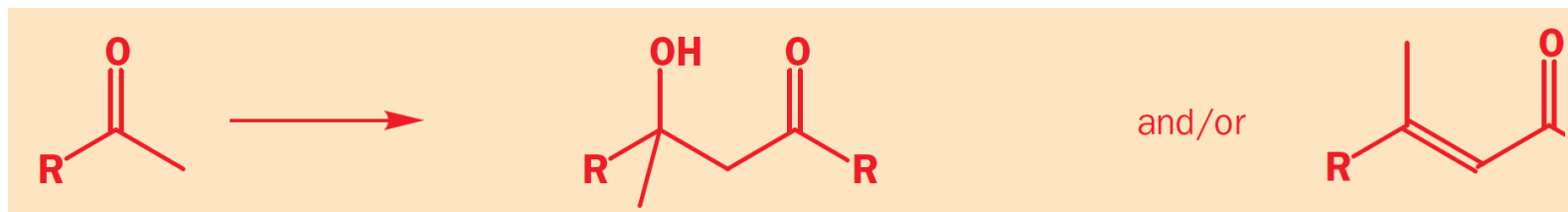
Produto de desidratação também é obtido por mecanismo E1



Enóis e Enolatos

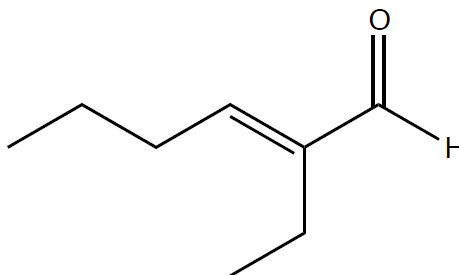
(condensação aldólica – produto de desidratação E1cB vs E1)

Portanto, condensações aldólicas tanto em meio ácido quanto básicas podem gerar o produto aldólico. Mas, muitas vezes o produto de desidratação também pode ser obtido.



- Produto aldólico (β -hidroxicarbonila): baixa temperatura e interrupção precoce da reação.
- Produto de condensação (α,β -insaturado): aquecimento e maior tempo reacional.

Exercício: Indique como você sintetizaria a molécula abaixo a partir do butanol-1. Apresente o mecanismo de desidratação E1 e E1cB.

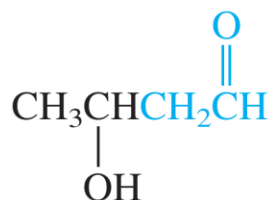


Enóis e Enolatos

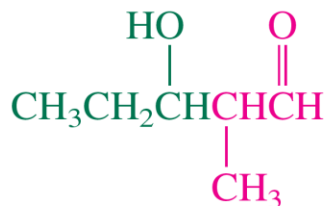
(condensação aldólica mista)

As condensações aldólicas mistas podem ser eficazes apenas se limitarmos o número de possibilidades de reação. Por exemplo, não seria útil tratar uma solução de acetaldeído e propanal com base. Uma mistura de quatro produtos de adição aldólica forma-se nessas condições.

Produtos de autoadição

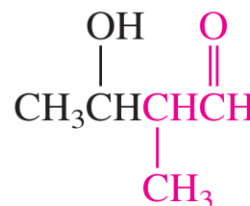


3-Hidroxibutanal
(da adição do enolato de
acetaldeído ao acetaldeído)

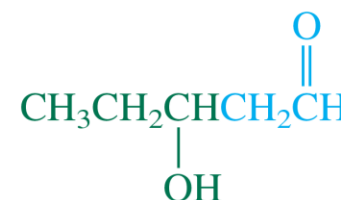


3-Hidroxi-2-metilpentanal
(da adição do enolato de
propanal ao propanal)

Produtos de adição mista



3-Hidroxi-2-metilbutanal
(da adição do enolato
de propanal ao acetaldeído)



3-Hidroxipentanal
(da adição do enolato
de acetaldeído ao propanal)

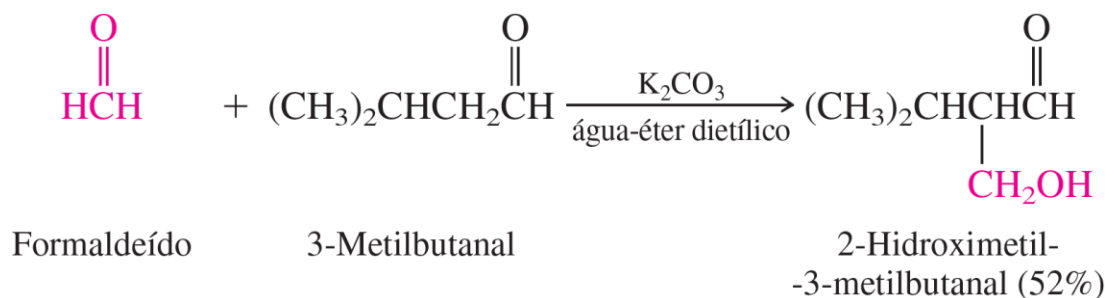
Condensações aldólicas mistas que são mais úteis em termos sintéticos são:

1. apenas um dos substratos pode formar um enolato; ou
2. um dos substratos é mais reativo na adição nucleofílica a seu grupo carbonila do que outro.

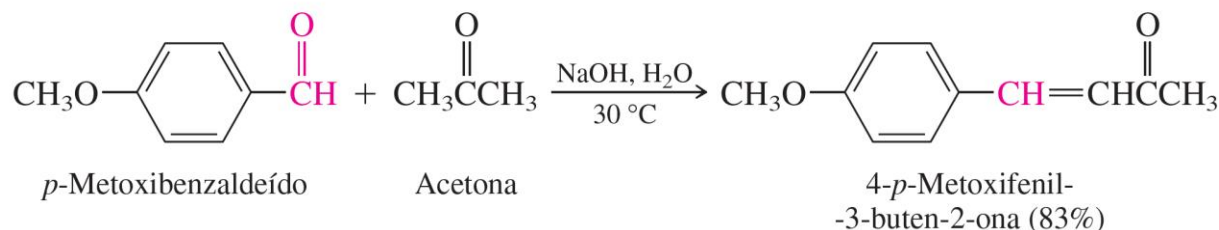
Enóis e Enolatos

(condensação aldólica mista)

Formaldeído não pode formar um enolato, mas pode reagir com o enolato de algum outro aldeído ou cetona.



Os aldeídos aromáticos não podem formar enolatos; dessa forma, um grande número de condensações aldólicas mistas nas quais um aldeído aromático reage com um enolato é realizado.



Exercícios

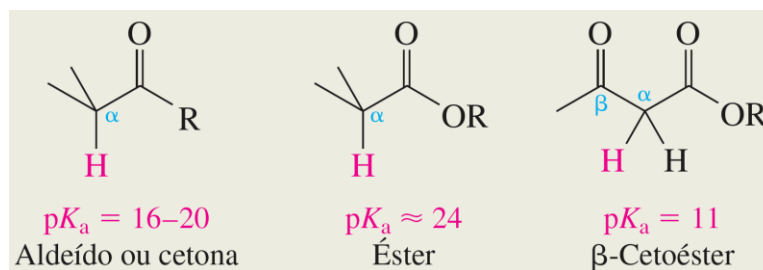
Escreva o mecanismo para formação do produto de condensação aldólica mista do benzaldeído com:

- (a) Acetofenona
- (b) Ciclo-hexanona

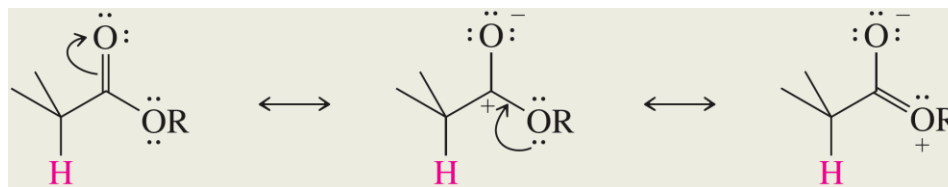
Enolatos de Ésteres

(acidez)

Com pK_a de cerca de 24, os hidrogênios α a um grupo carbonila de éster são menos ácidos que os hidrogênios α de aldeídos e cetonas.

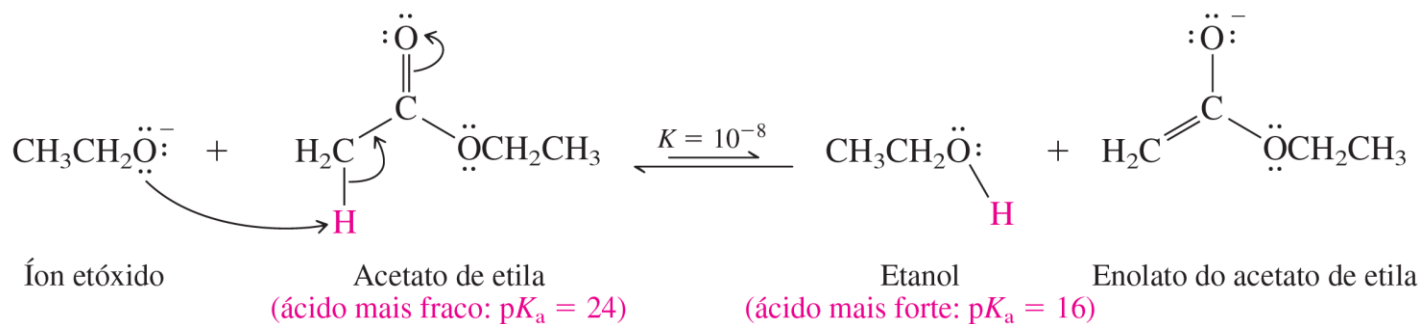


A menor acidez dos prótons α de um éster comparada à dos aldeídos e cetonas reflete a menor aptidão retiradora de elétrons de uma carbonila de éster.

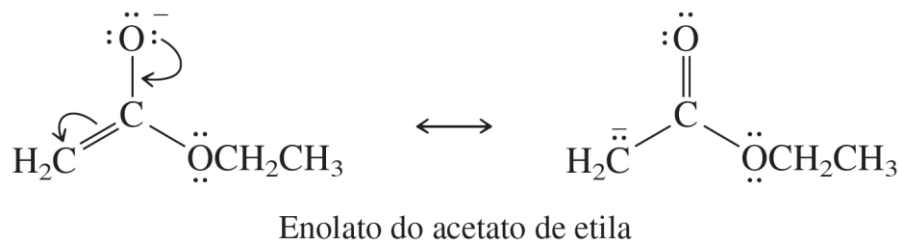


Enolatos de Ésteres

As condições para gerar enolatos a partir de ésteres simples são semelhantes às utilizadas para aldeídos e cetonas, com a exceção de que são empregados alcóxidos como base em vez de hidróxidos. O alcóxido escolhido deve corresponder ao éster. Porém, o alcóxido não é básico suficiente para desprotonar completamente o éster.

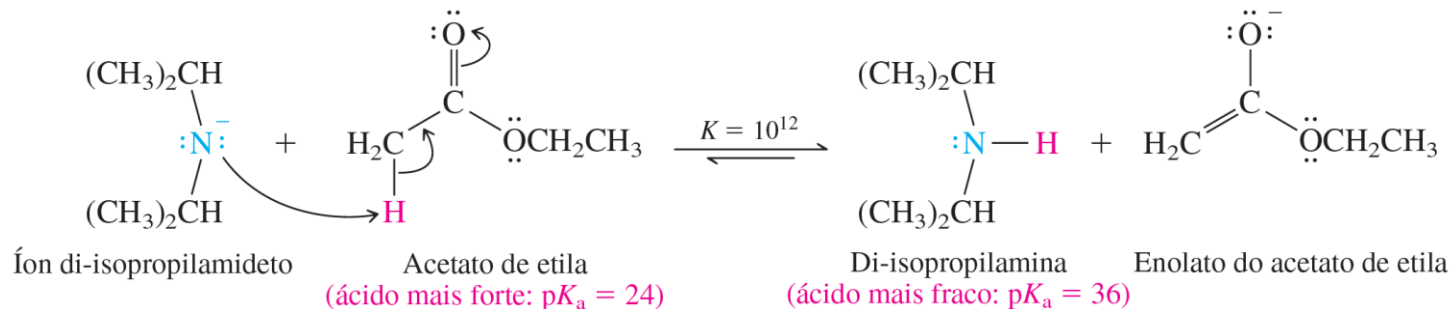


A carga negativa no enolato é compartilhada pelo oxigênio e pelo carbono α :

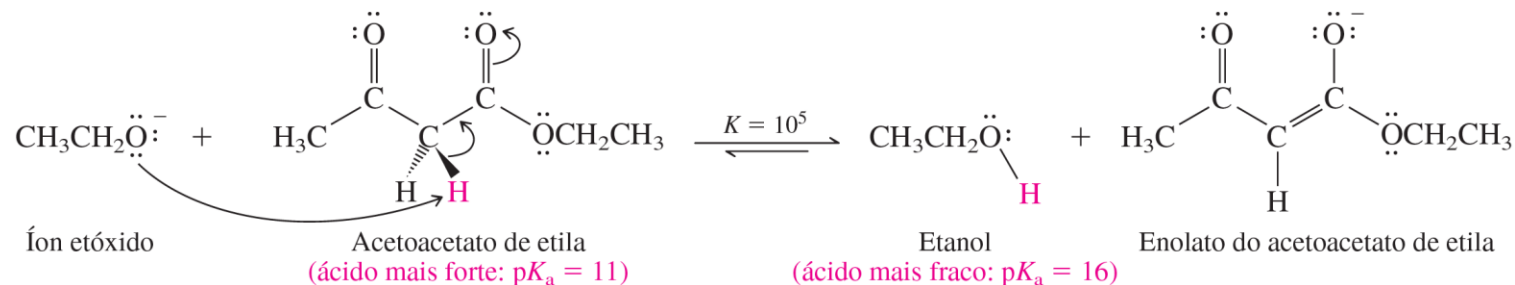


Enolatos de Ésteres

Os ésteres podem ser convertidos completamente em seus enolatos pela reação com bases muito fortes, como LDA.

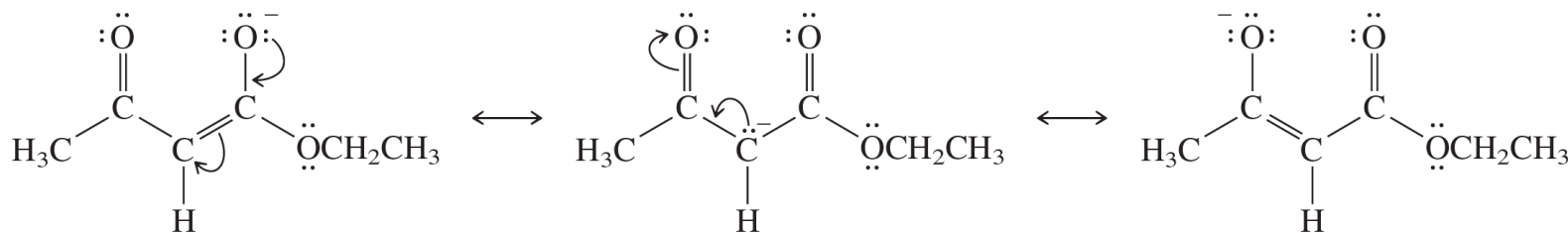


Os β -cetoésteres, sendo muito mais ácidos que os ésteres simples, são totalmente convertidos em seus enolatos, mesmo com o etóxido como base.



Enolatos de Ésteres

O enolato de um β -cetoéster é estabilizado pela deslocalização eletrônica, de modo que a carga negativa é compartilhada pelo carbono e pelos dois oxigênios.



Enolato do acetoacetato de etila

Assim, os ésteres podem ser divididos em dois tipos principais em relação à sua conversão em enolatos:

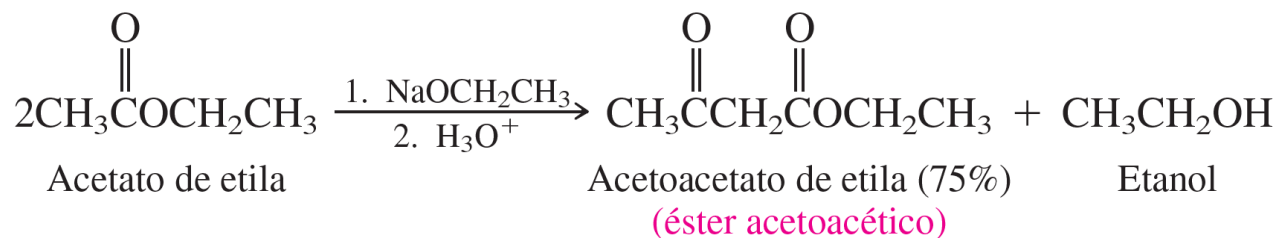
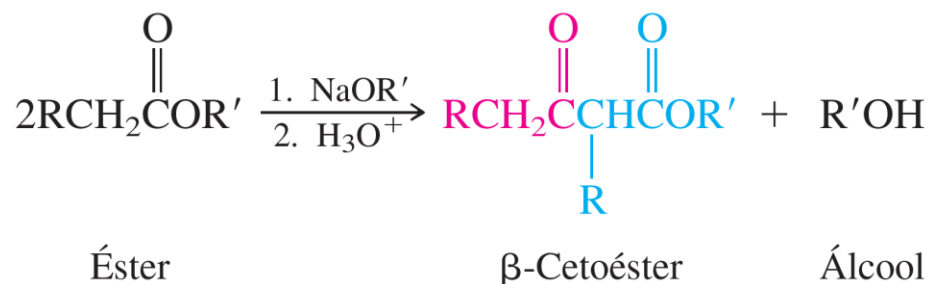
1. $\text{RCH}_2\text{COR}'$. Os ésteres simples têm $\text{p}K_a$'s ≈ 24 e precisam de uma base não nucleofílica muito forte, como o LDA, para a conversão quantitativa no enolato correspondente. Com alcóxidos como base, a desprotonação é incompleta e a mistura no equilíbrio resultante contém muito mais éster que enolato.

2. $\text{RCCH}_2\text{COR}'$. Os β -cetoésteres têm $\text{p}K_a$'s ≈ 11 e são desprotonados quantitativamente até com alcóxidos como base.

Enolatos de Ésteres

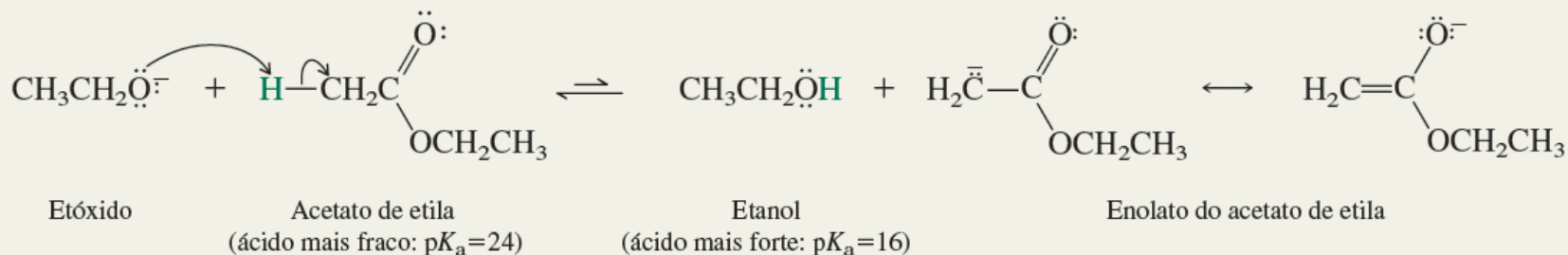
(Condensação de Claisen)

Sob condições nas quais um éster e seu enolato estão ambos presentes (quando é tratado com etóxido de sódio, por exemplo) o enolato reage com o éster por substituição nucleofílica acílica para produzir um β-cetoéster.

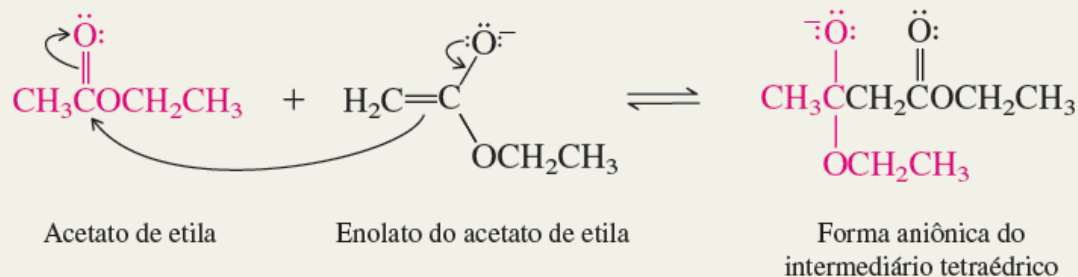


Acetoacetato de etila também é chamado de *éster acetoacético*. Seu nome IUPAC sistemático é *3-oxobutanoato de etila*, em que “3-oxo” significa que C-3 é um grupo carbonila.

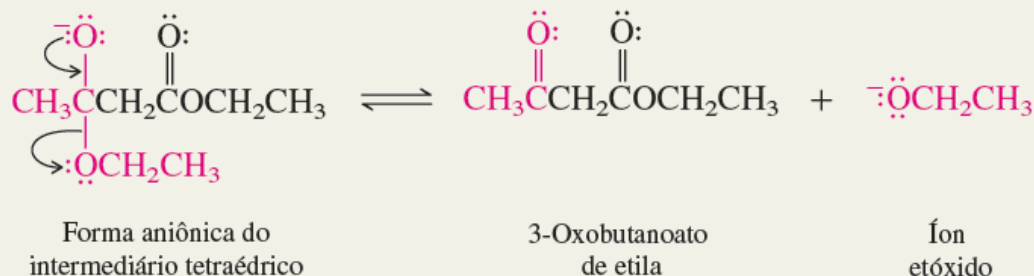
ETAPA 1: Retirada de próton do átomo de carbono α do acetato de etila para produzir o enolato correspondente.



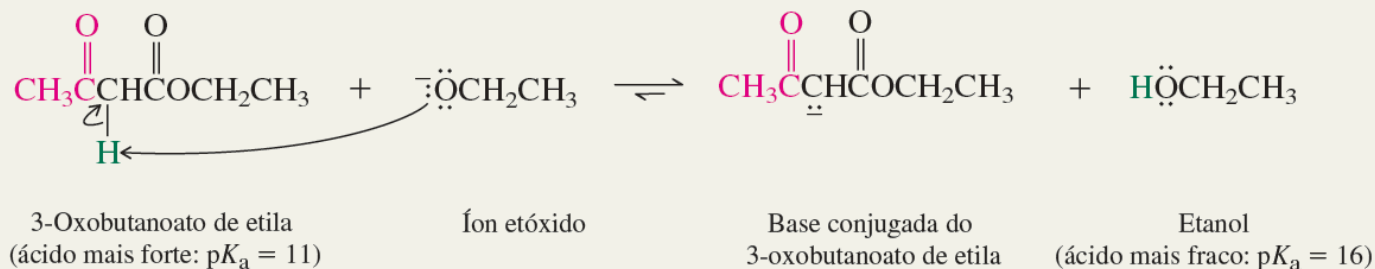
ETAPA 2: Adição nucleofílica do enolato de éster ao grupo carbonila do éster neutro. O produto é a forma aniônica do intermediário tetraédrico.



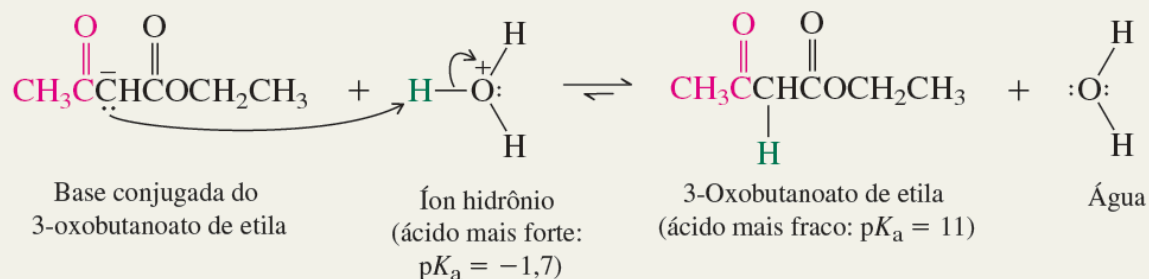
ETAPA 3: Dissociação do intermediário tetraédrico.



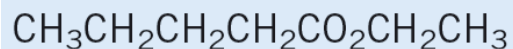
ETAPA 4: Desprotonação do produto β -cetoéster.



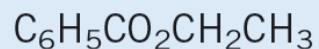
ETAPA 5: Acidificação da mistura reacional. Isso é realizado em uma etapa separada para dar o produto em sua forma neutra para um eventual isolamento.



Exercício: um dos ésteres seguintes não pode sofrer condensação de Claisen. Qual deles? Escreva fórmulas estruturais para os produtos da condensação de Claisen dos outros dois.



Pentanoato de etila



Benzoato de etila

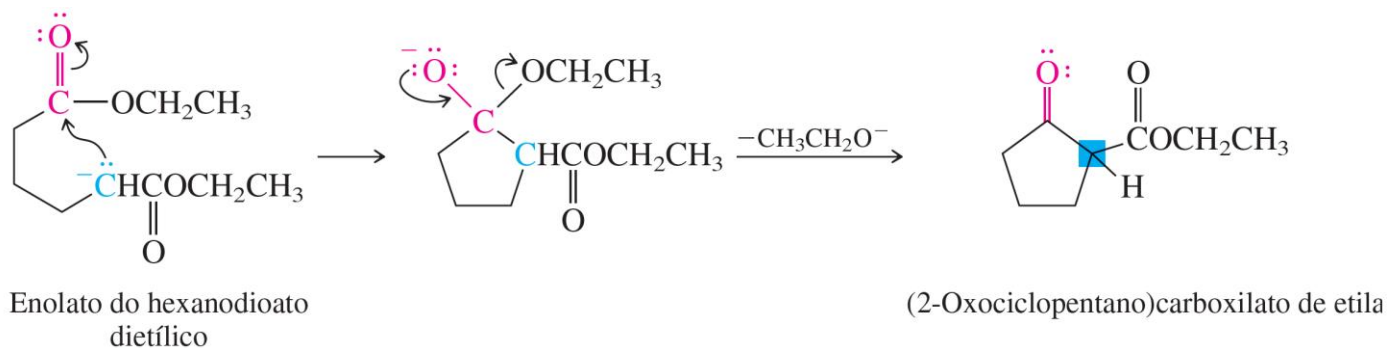
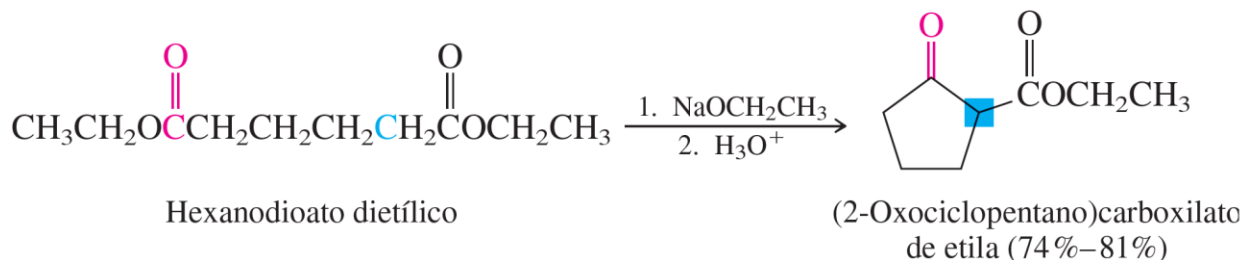


Fenilacetato de etila

Enolatos de Ésteres

(Condensação de Claisen intramolecular: Dieckmann)

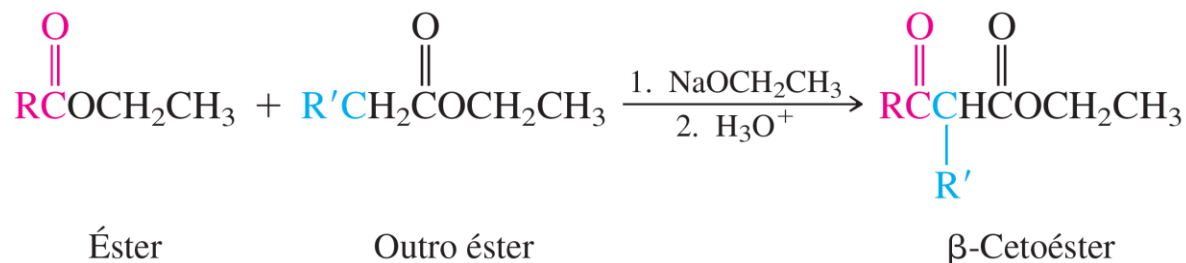
Ésteres de ácidos dicarboxílicos sofrem uma versão intramolecular da condensação de Claisen quando pode ser formado um anel de cinco ou seis membros.



Enolatos de Ésteres

(Condensação de Claisen mistas)

As condensações de Claisen mistas são análogas às condensações aldólicas mistas e envolvem a formação de uma ligação carbono-carbono entre um átomo de carbono α de um éster e o carbono carbonílico de outro.



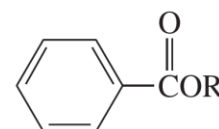
Ésteres formiatos



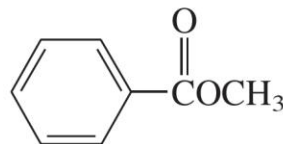
Ésteres carbonatos



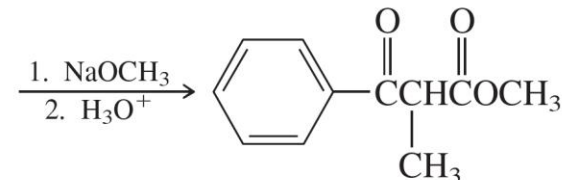
Ésteres oxalatos



Ésteres benzoatos

Benzoato de metila
(não pode formar um enolato)

Propanoato de metila



2-Metil-3-oxo-3-fenilpropanoato de metila (60%)

Exercícios

Dê a estrutura do produto obtido quando o fenilacetato de etila ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) é tratado com cada um dos seguintes ésteres, nas condições da condensação de Claisen mista:

- (a) Carbonato dietílico
- (b) Oxalato dietílico
- (c) Formiato de etila



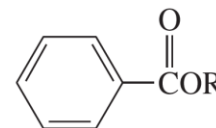
Ésteres formiatos



Ésteres carbonatos



Ésteres oxalatos

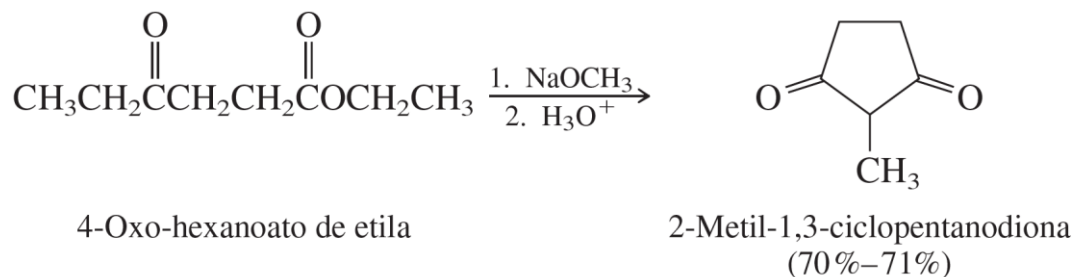
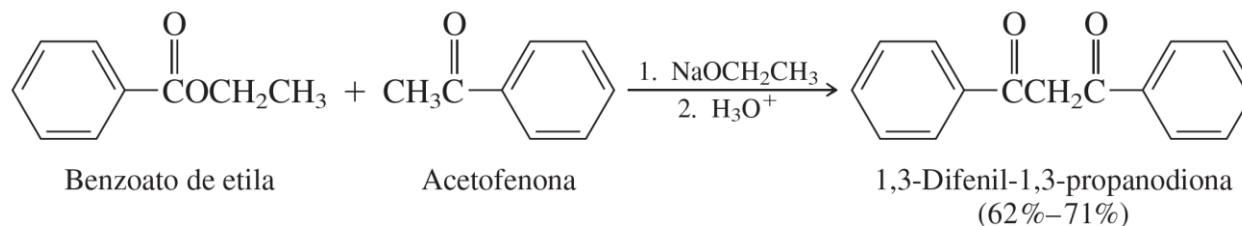
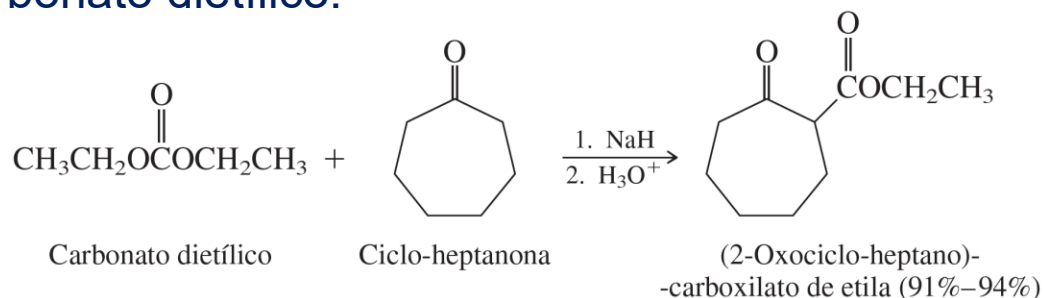


Ésteres benzoatos

Enolatos de Ésteres

(Acilação de cetonas com ésteres)

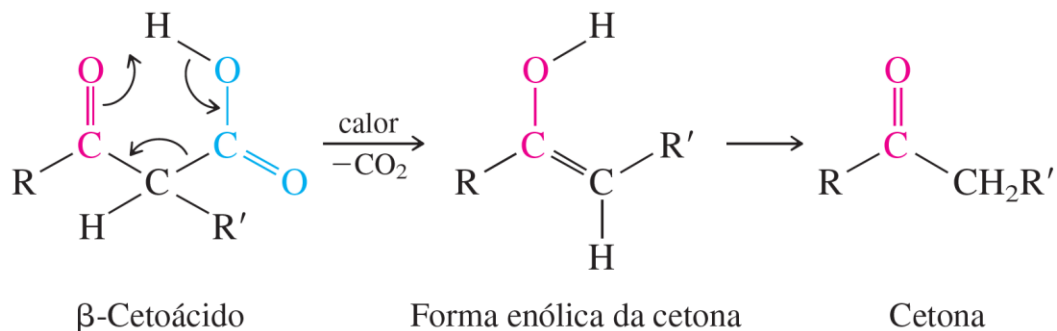
Ésteres não enolizáveis são utilizados como agentes acilantes de enolatos de cetona. As cetonas (via seus enolatos) são convertidas em β -cetoésteres pela reação com carbonato dietílico.



Enolatos de Ésteres

(Síntese de cetonas via β -cetoésteres)

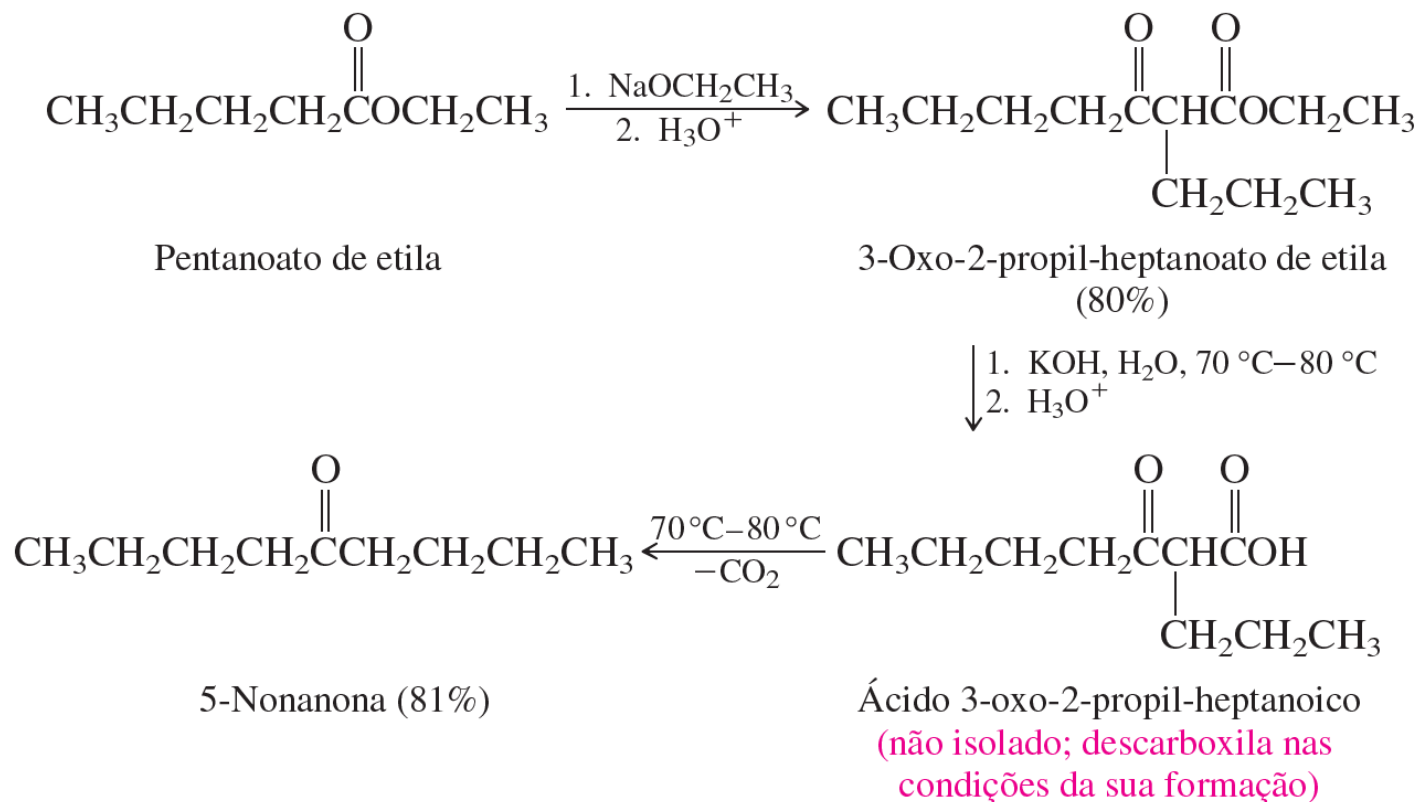
β -Cetoácidos, assim como os ânions carboxilato correspondentes, perdem dióxido de carbono tão facilmente que tendem a descarboxilar sob as condições da sua formação.



Enolatos de Ésteres

(Síntese de cetonas via β -cetoésteres)

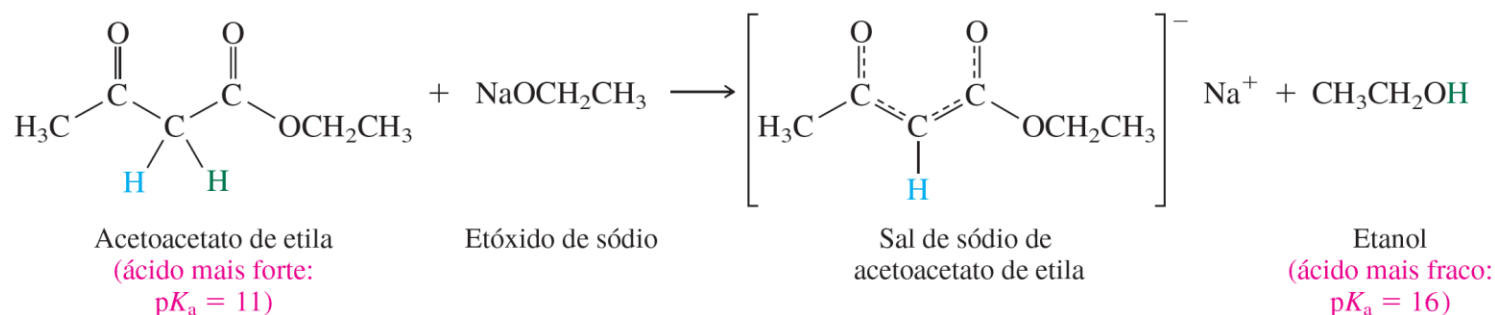
5-Nonanona pode ser preparada a partir do pentanoato de etila por uma sequência que começa com uma condensação de Claisen de pentanoato de etila para formar um β -cetoéster. O éster é hidrolisado e o β -cetoácido resultante descarboxila para produzir a cetona desejada.



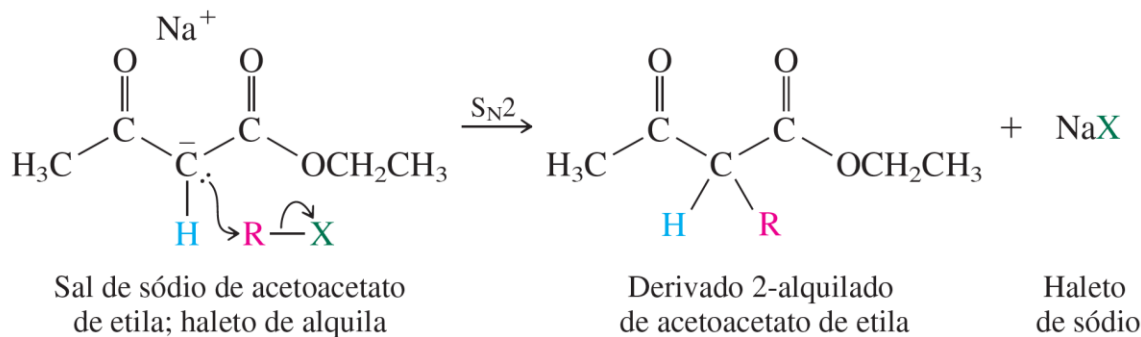
Enolatos de Ésteres

(Síntese do éster acetoacético)

Acetoacetato de etila é um ácido mais forte que o etanol e é convertido quantitativamente em seu ânion pelo tratamento com etóxido de sódio em etanol.



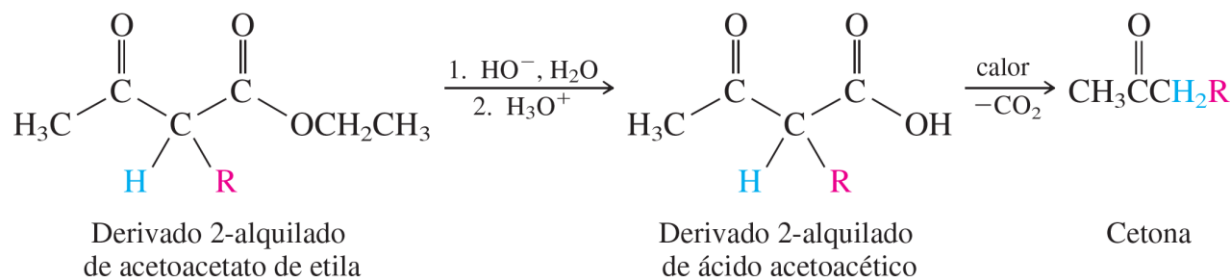
O ânion produzido pela retirada de um próton do acetoacetato de etila é nucleofílico. A adição de um haleto de alquila a uma solução do sal de sódio de acetoacetato de etila leva à alquilação do carbono α .



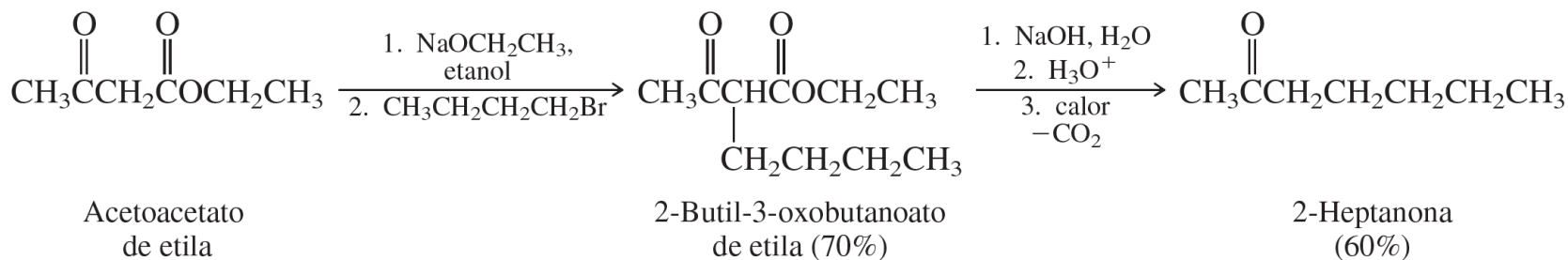
Enolatos de Ésteres

(Síntese do éster acetoacético)

Saponificação e descarboxilação do derivado alquilado de acetoacetato de etila produzem uma cetona.

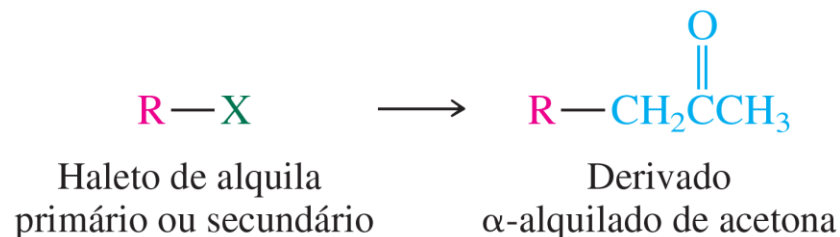


Síntese do éster acetoacético é um procedimento padrão para a preparação de cetonas a partir de haletos de alquila

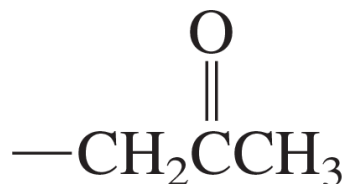


Sínton

A síntese do éster acetoacético leva à transformação global de um haleto de alquila em um derivado alquilado de acetona.



Chamamos de **sínton** uma unidade estrutural de uma molécula que está relacionada a uma operação sintética.



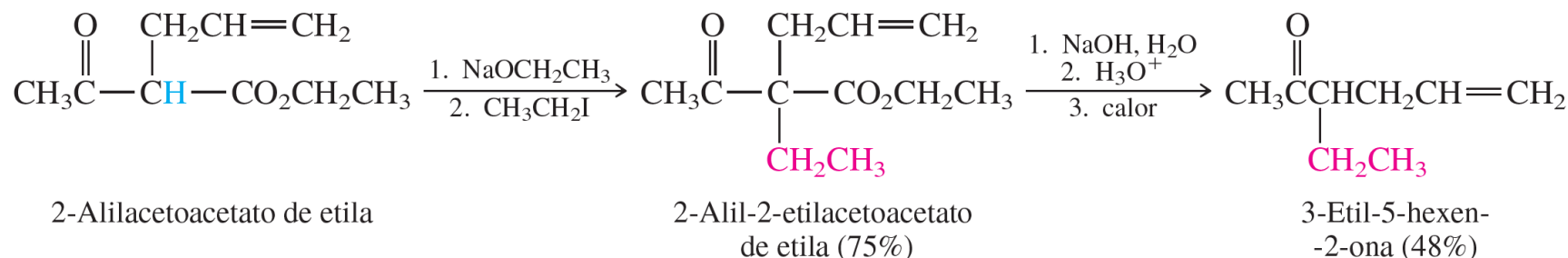
Sínton que alerta na possibilidade que determinada molécula possa ser acessível pela síntese do éster acetoacético.

Exercício

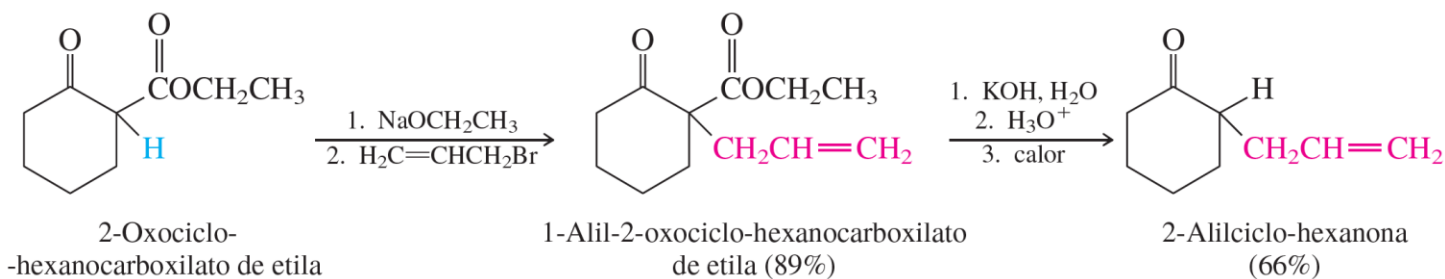
Mostre como é possível preparar cada uma destas cetonas a partir de acetoacetato de etila e de qualquer reagente orgânico ou inorgânico necessário:

- (a) 1-Fenil-1,4-pentanodiona
- (b) 5-Hexen-2-ona

Dialquilação do acetoacetato de etila também pode ser realizada, abrindo o caminho para cetonas com dois substituintes alquílicos no carbono α :



Sequência de reações é característica dos β -cetoésteres em geral e não limitada somente ao acetoacetato de etila e seus derivados



Exercício: apresente o mecanismo para preparação da cetona ciclopentílica e metílica a partir de 1,4-dibromobutano e acetoacetato de etila.

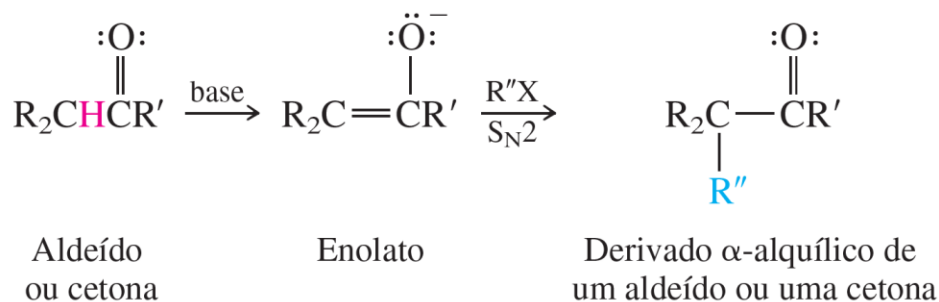
Por que alguém prepararia uma cetona passando por um cetoéster (acetoacetato de etila, por exemplo) em vez de fazer a alquilação direta do enolato de cetona?

Enóis e Enolatos

(alquilação)

Relembrando

Enolatos são potencialmente capazes de ser alquilados no carbono α a pela reação com haletos de alquila.



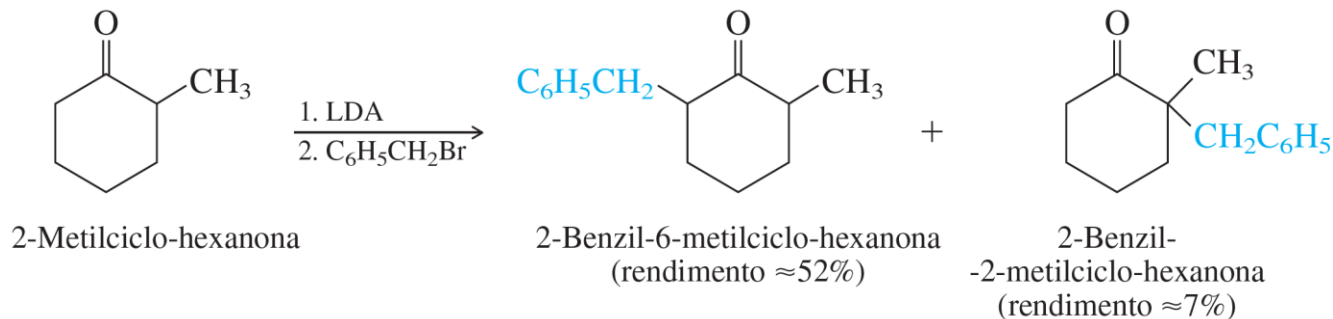
Alquilação ocorre por mecanismo $\text{S}_{\text{N}}2$ no qual o íon enolato age como nucleófilo. O haleto de alquila deve ser de metila ou primário. Nestas condições, os haletos de alquila secundários e terciários sofrem eliminação.

Enóis e Enolatos

(alquilação)

Relembrando

Essa reação é difícil de realizar com aldeídos e cetonas simples, porque a condensação aldólica compete com a alquilação. Além disso, nem sempre é possível limitar a reação à introdução de um único grupo alquila. A geração de enolatos de cetonas utilizando LDA ajuda a diminuir alguns desses problemas, mas mesmo assim a alquilação raramente é regioespecífica no caso de cetona não simétrica.

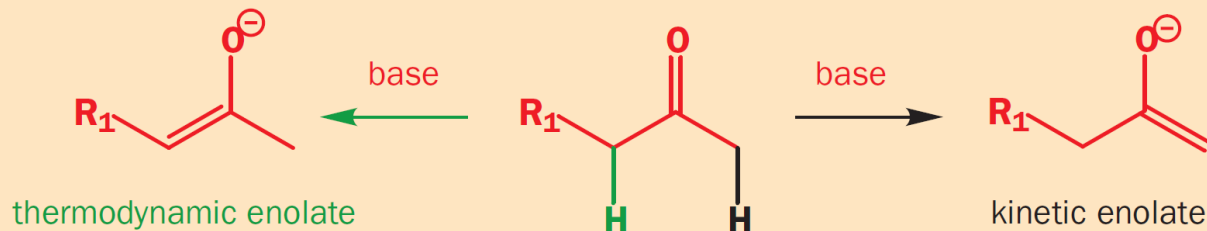


Enóis e Enolatos

Relembrando

(Controle cinético vs termodinâmico)

● Regioselective formation of enolates from ketones



Thermodynamic enolates are:

- more substituted
- more stable
- favoured by excess ketone, high temperature, long reaction time

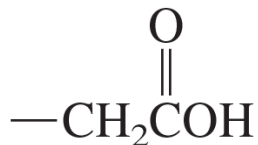
Kinetic enolates are:

- less substituted
- less stable
- favoured by strong, hindered base, low temperature, short reaction time

Enolatos de Ésteres

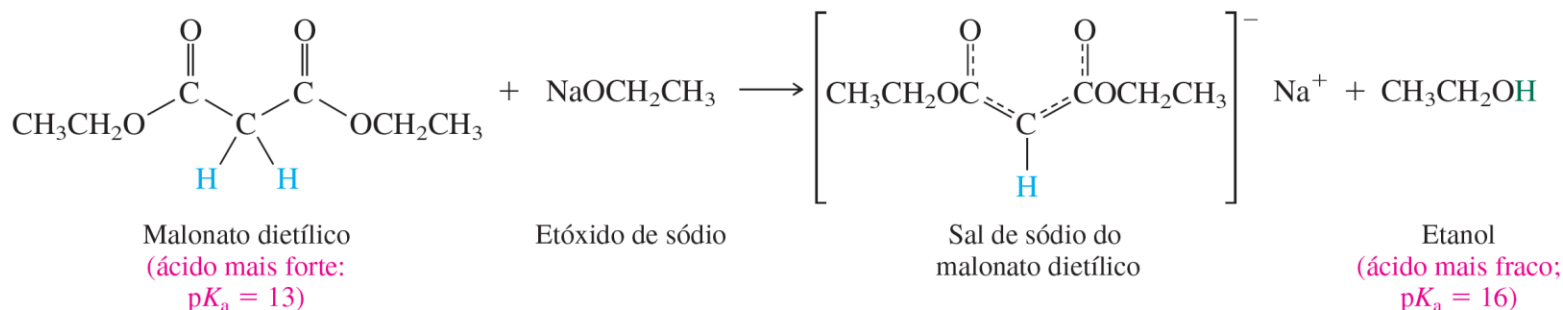
(Síntese do éster malônico)

A síntese do éster malônico é conceitualmente análoga à síntese do éster acetoacético.

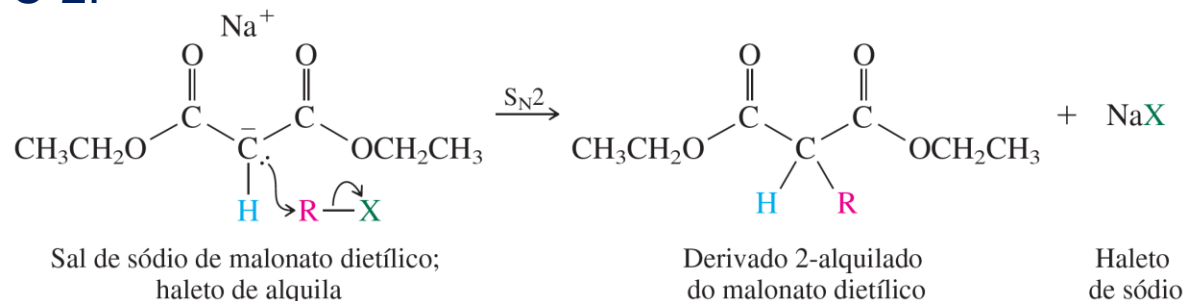


O malonato dietílico (também conhecido como éster malônico) serve de fonte do **sínton**.

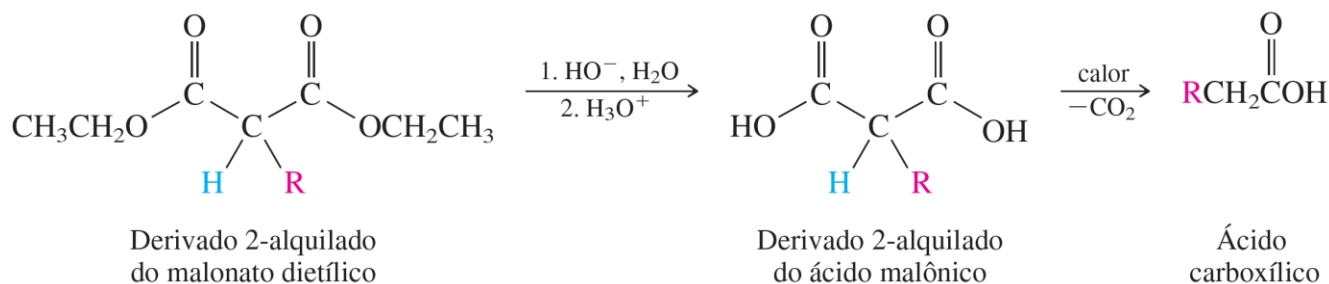
Os hidrogênios em C-2 do malonato dietílico são relativamente ácidos e um deles é prontamente removido pelo tratamento com etóxido de sódio.



O tratamento do ânion do malonato dietílico com haletos de alquila leva à alquilação no C-2.

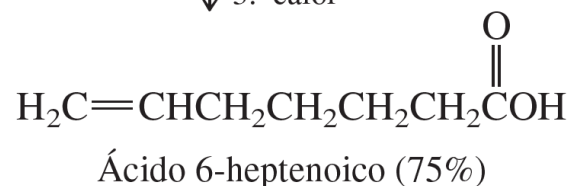
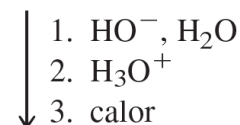
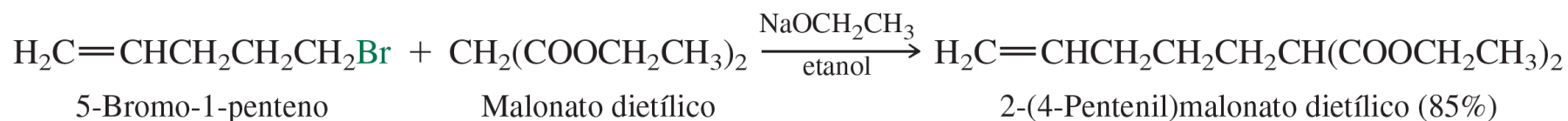


Subsequente hidrólise seguido por descarboxilação térmica leva ao ácido carboxílico.



Enolatos de Ésteres

(Síntese do éster malônico)



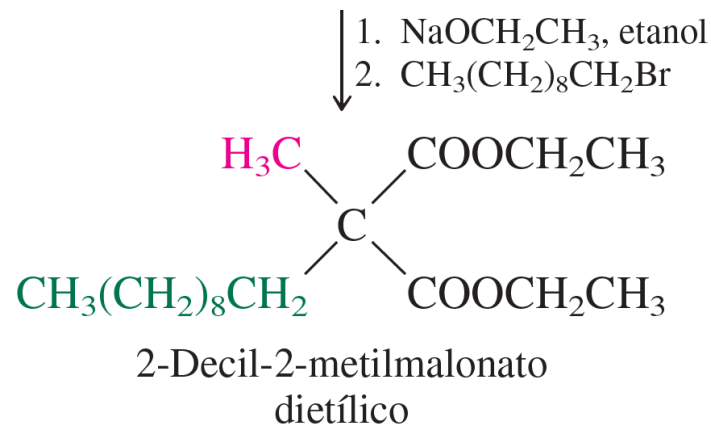
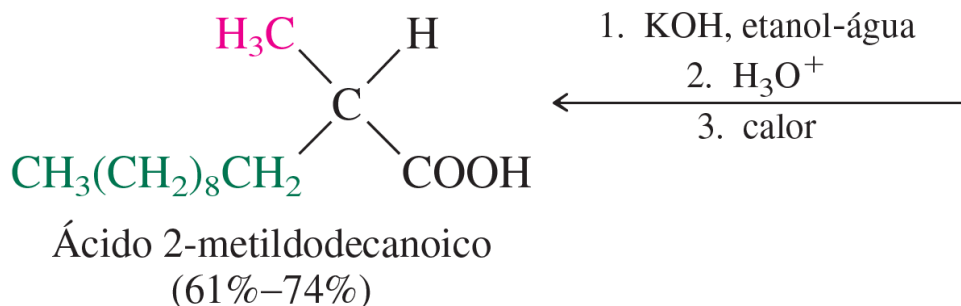
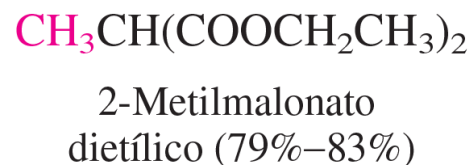
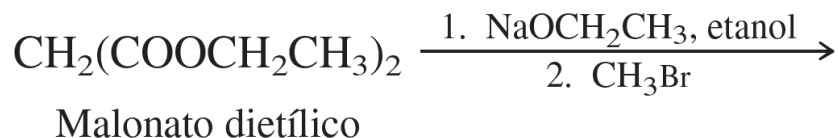
Exercícios: mostre como é possível preparar cada um destes ácidos carboxílicos a partir de malonato dietílico e de qualquer reagente orgânico ou inorgânico necessário:

- (a) Ácido 3-metilpentanoico
- (b) Ácido 4-metil-hexanoico

Enolatos de Ésteres

(Síntese do éster malônico)

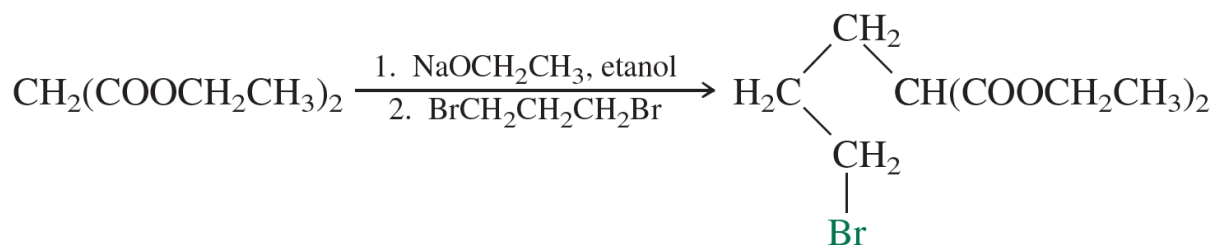
Com a realização de duas etapas sucessivas de alquilação, a síntese do éster malônico pode ser aplicada à síntese de derivados α,α -disubstituídos do ácido acético:



Enolatos de Ésteres

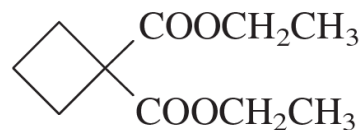
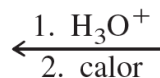
(Síntese do éster malônico)

Síntese do éster malônico foi adaptada à preparação de ácidos cicloalcanocarboxílicos a partir de di-haloalcanos



Malonato dietílico

(Não isolado; cicliza na presença de etóxido de sódio)

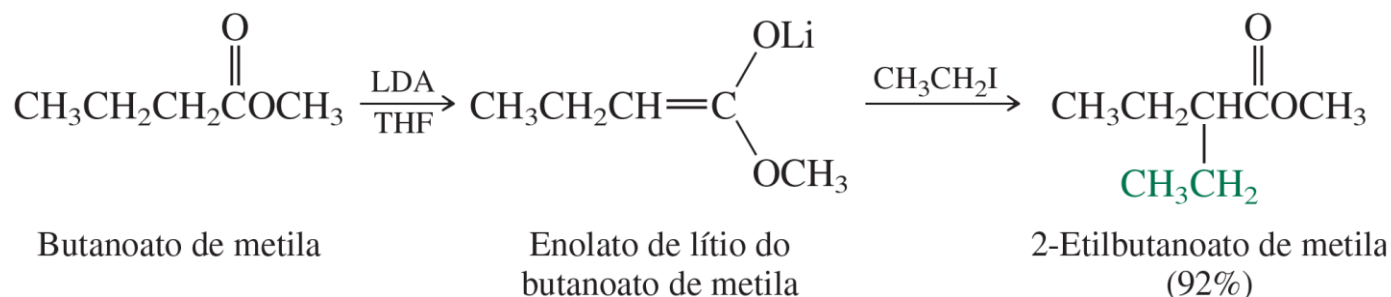


Exercício: apresente o mecanismo para preparação cicloalcanocarboxílico acima a partir do malonato de etila.

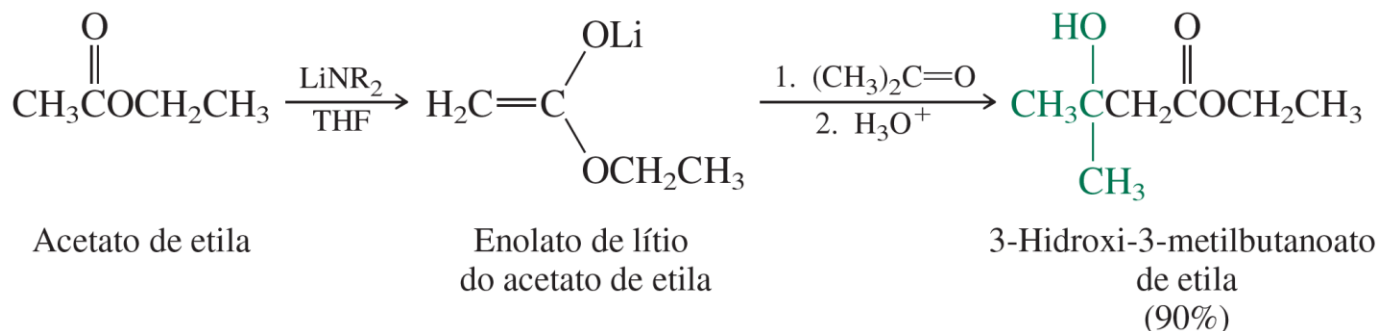
Enolatos de Ésteres

(Enolatos de lítio)

Desprotonação de ésteres simples usando etóxido de sódio produz um equilíbrio que contém apenas uma pequena proporção de enolato. Quando o éster e seu enolato estão presentes, ocorre a condensação de Claisen. LDA é uma base forte capaz de desprotonar ésteres quantitativamente. Assim, todo o éster é convertido em seu enolato e não ocorre a condensação de Claisen.

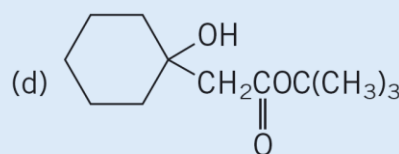
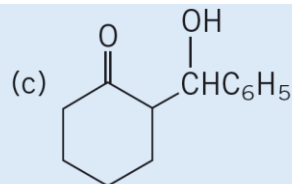
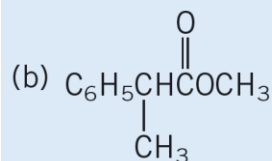
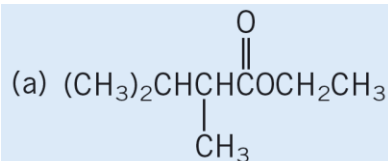


Enolatos de ésteres adicionam-se a aldeídos e cetonas para produzir β-hidroxiésteres.

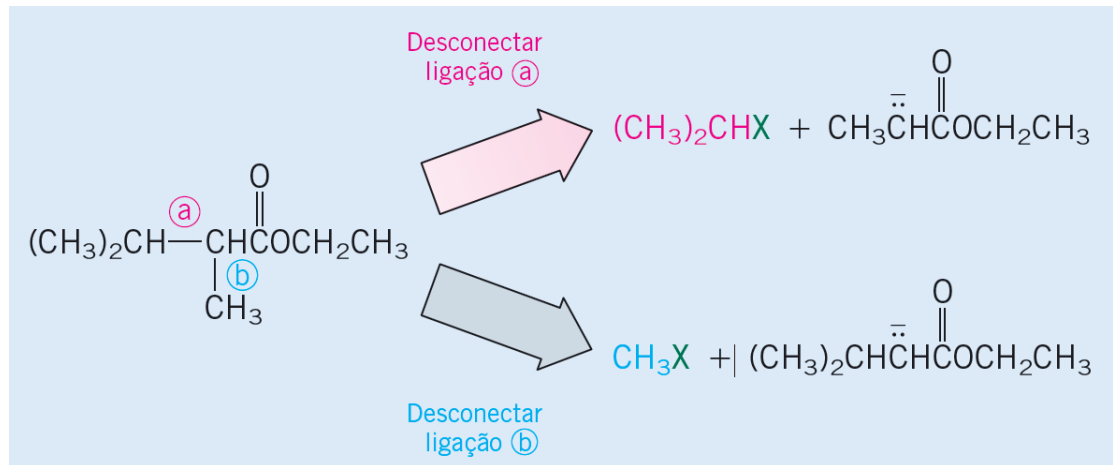


Exercício

Esboce sínteses eficientes de cada um dos seguintes compostos a partir de aldeídos, cetonas, ésteres e haletos de alquila:



Qual das rotas é preferível?

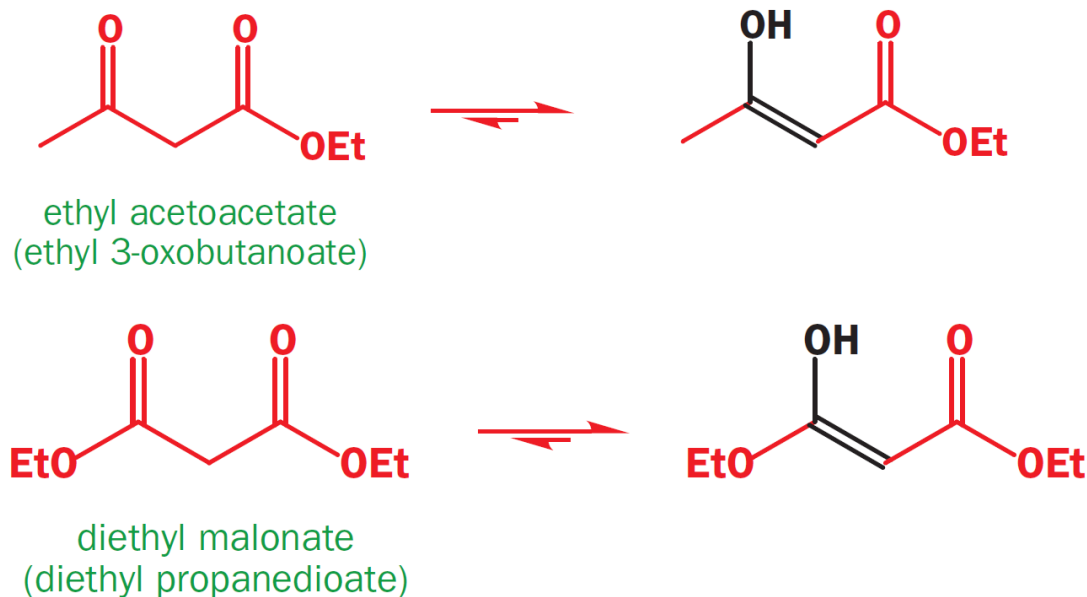


Os haletos de metila são mais reativos que os haletos de isopropila nas reações $\text{S}_{\text{N}}2$ e não sofrem eliminação como um processo competitivo

Enolatos de Ésteres

(1,3-dicarbonilados como equivalentes de enóis)

Dietil malonato e acetoacetato de etila são equivalentes enólicos clássicos. Sua formação não necessita de condições especiais como solventes anidros e baixa temperatura.

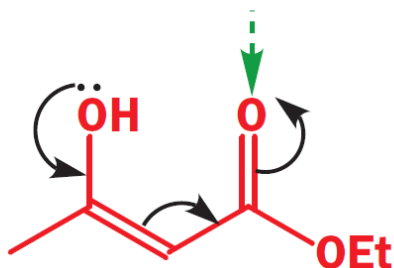


Por que esses compostos não sofrem autocondensação aldólica?

Enolatos de Ésteres

(1,3-dicarbonilados como equivalentes de enóis)

electrons are fed into this
carbonyl group making
it less electrophilic



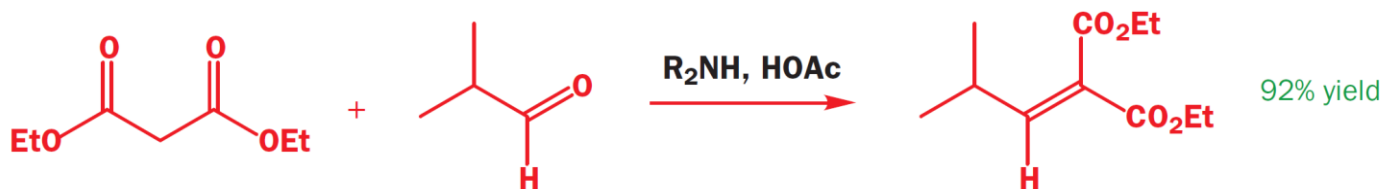
Estes enóis são muito estáveis. As carbonilas da forma não enolizada são pouco eletrofílicas tanto na porção éster quanto na ceto. O Segundo grupo carbonila do enol não é eletrofílico devido a conjugação.

Quando um composto carbonílico é tratado com uma quantidade catalítica de ácido ou base, forma-se uma pequena proporção reativa do enol ou enolato na presença de grandes quantidades da forma eletrofílica não enolizada. Assim, auto-condensação aldólica ocorre. Com compostos 1,3-dicarbonílicos, tem-se uma pequena proporção da forma não enolizada que não é particularmente reativa na presença de uma grande quantidade do enol estável (não reativo). Portanto, a reação aldólica não acontece.

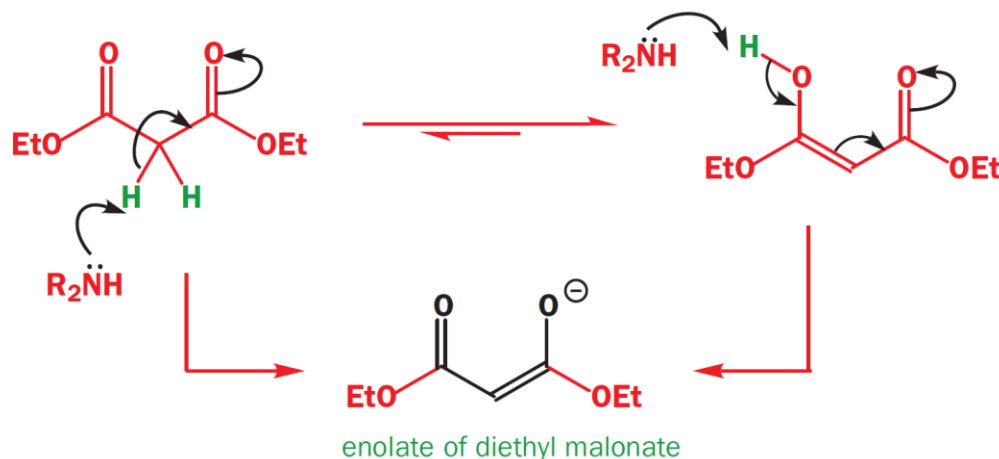
Reação de Knoevenagel

(1,3-dicarbonilados como equivalentes de enóis)

A utilização de 1,3-dicarbonilados é uma forma de garantir que reações de aldol cruzadas ocorram sem que haja reações competitivas. Para tanto, basta adicionar um composto eletrofílico à solução como um aldeído na presença de uma amina (geralmente secundária) e de um ácido carboxílico.



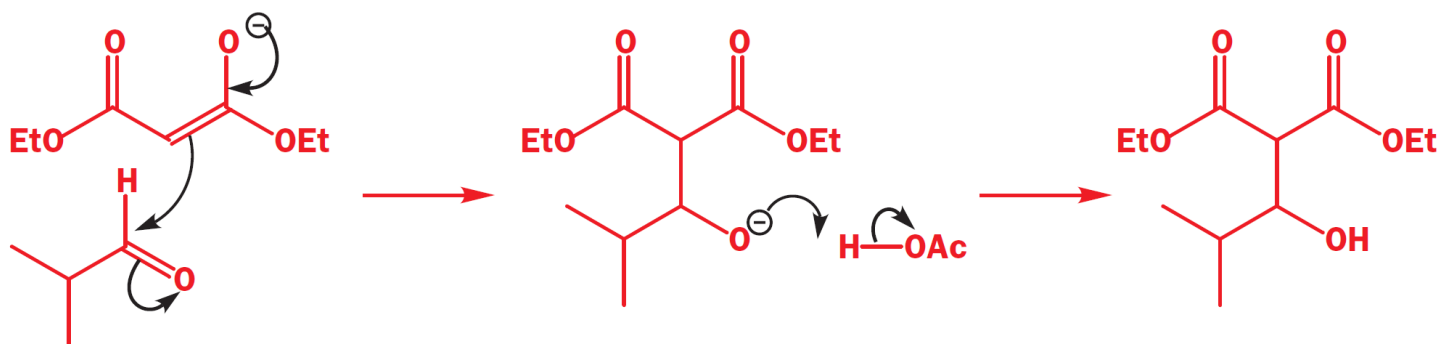
Enolato é gerado pela desprotonação via amina enquanto o ácido carboxílico tampona o meio, neutralizando o produto, além de prevenir que o aldeído seja enolizado.



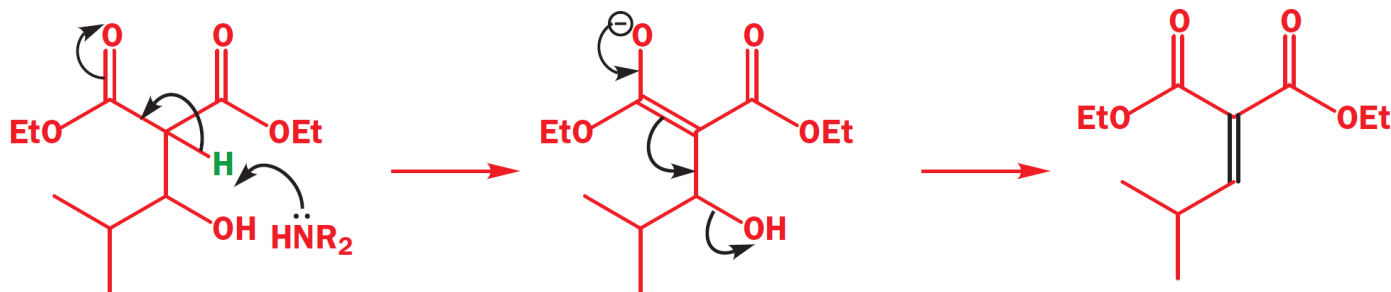
Reação de Knoevenagel

(1,3-dicarbonilados como equivalentes de enóis)

O enolato do dietil malonato ataca a carbonila do aldeído levando ao intermediário que é rapidamente protonado pelo ácido acético empregado.

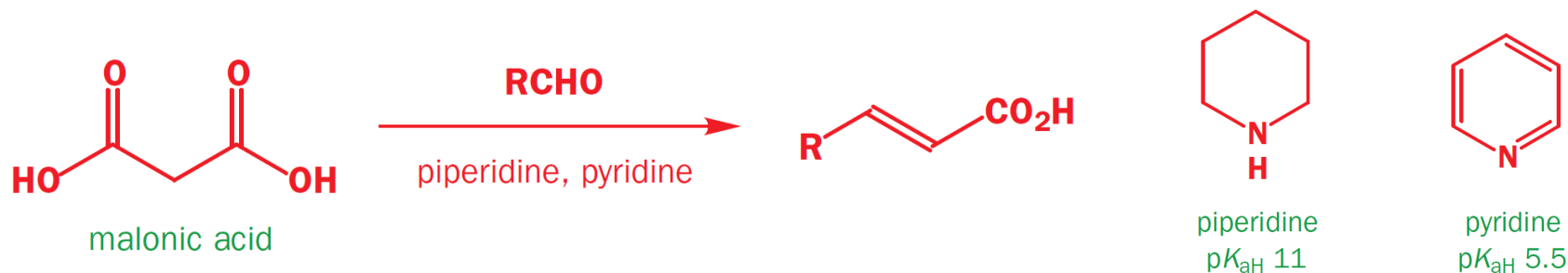


Ainda existe um próton entre os grupos carbonílicos. Sua retirada pela amina leva ao novo enolato que por sua vez resulta na perda de OH⁻ e formação de alceno por mecanismo E1cB

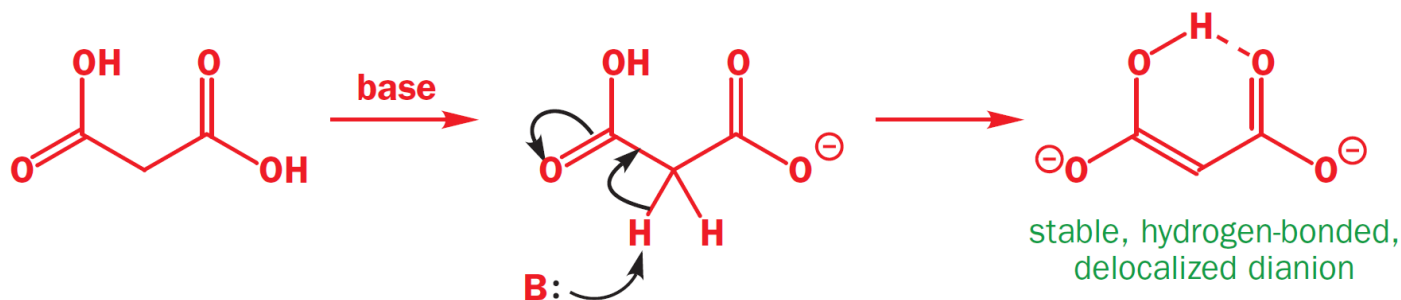


Reação de Knoevenagel

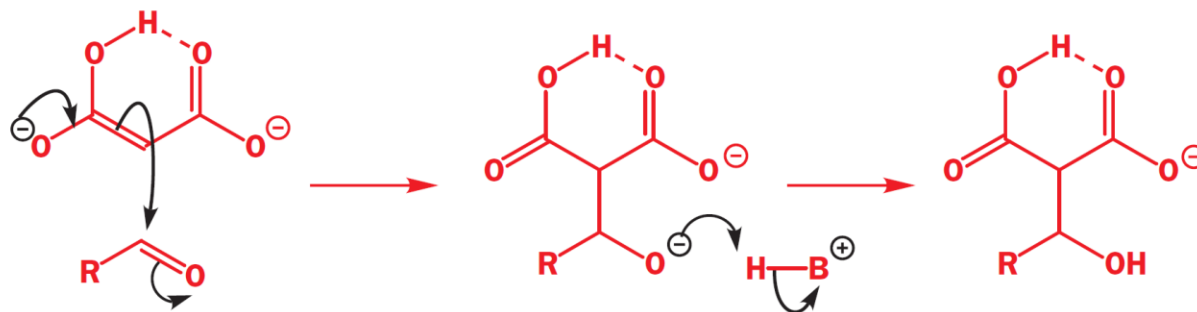
A reação de Knoevenagel é importante por permitir a formação seletiva de ligações duplas conjugadas (C=C) em compostos α,β -insaturados, que são estruturas-chave em diversas moléculas bioativas. Ela é amplamente usada em síntese orgânica, especialmente na produção de fármacos, corantes e intermediários para materiais orgânicos funcionais.



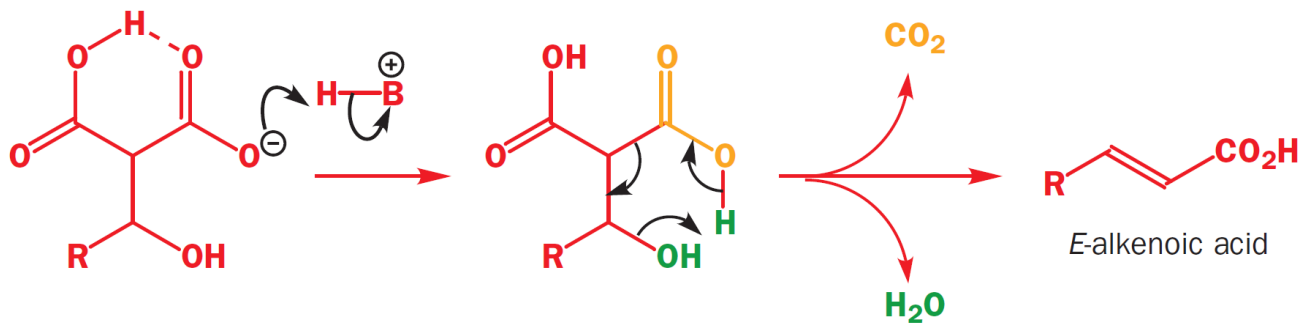
Ao invés de utilizar o malonato de etila, pode-se partir do ácido malônico para realizar a reação aldólica cruzada e gerar o respectivo ácido alcenóico *E*.



Reação de Knoevenagel

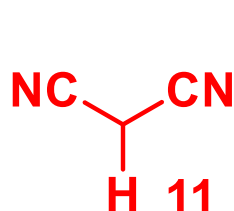


Na reação de Knoevenagel com ácido malônico, o aquecimento promove a eliminação de água e uma descarboxilação subsequente, levando à formação de um *E*-ácido α,β -insaturado (ácido alcenóico), com alta seletividade para a isomeria trans.

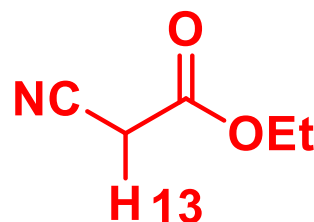


Reação de Knoevenagel

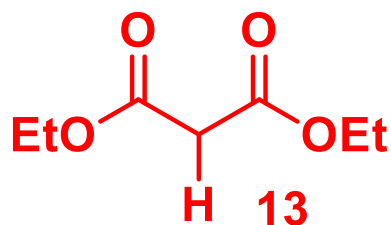
A reação de Knoevenagel clássica ocorre entre um composto carbonílico (aldeído ou cetona) e um composto com hidrogênios ativados em α , como:



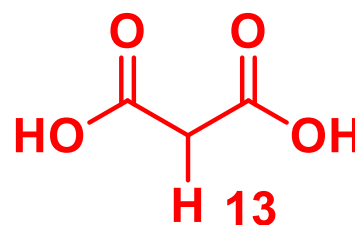
malononitrila



2-cianoacetato de etila



malonato de etila



ácido malônico

Exercícios

Exercício 1: Considere a reação entre benzaldeído e malononitrila, catalisada por traços de piperidina em etanol. Desenhe o produto da reação de Knoevenagel esperada.

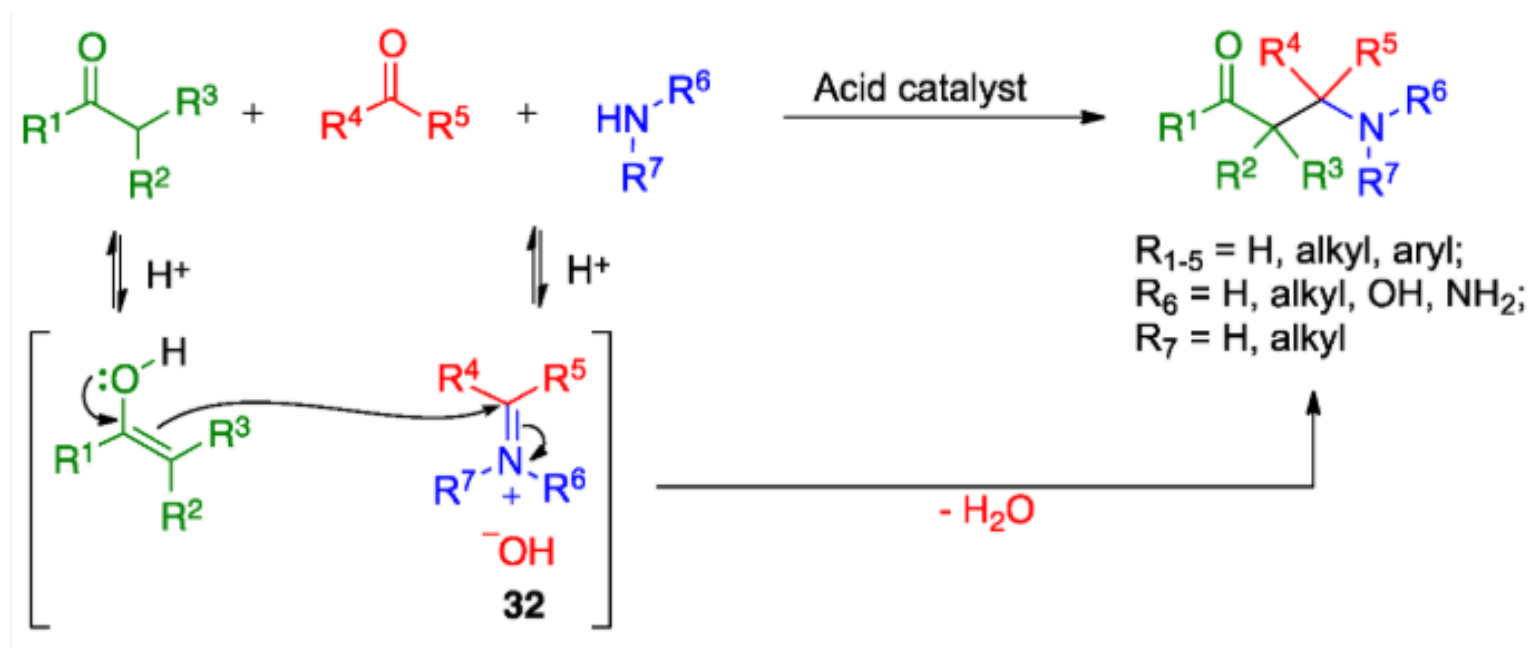
Dica: O produto será uma substância α,β -insaturada com conjugação entre a dupla ligação e os grupos ciano.

Exercício 2: você deseja sintetizar o composto abaixo por uma reação de Knoevenagel o Produto-alvo: *E*-1-(4-nitrobenzilideno)acetato de etila
 $\text{EtOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{p}-\text{NO}_2$

- (a) Quais reagentes você utilizaria para obter esse composto?
(b) Escreva a equação da reação e identifique o papel de cada componente.

Reação de Mannich

A reação de Mannich envolve a combinação de amônia ou uma amina primária ou secundária (geralmente na forma de sal de cloridrato), com um aldeído e um composto que possua hidrogênio ativo. O produto final é um derivado aminometilado do composto com hidrogênio ativo.



Amina reage com o aldeído (não enolizável), formando um hemiaminal. A desidratação do hemiaminal gera um íon imínio. Esse íon reage com um composto enolizável (com hidrogênio α), em uma reação do tipo aldólica, formando o produto final.

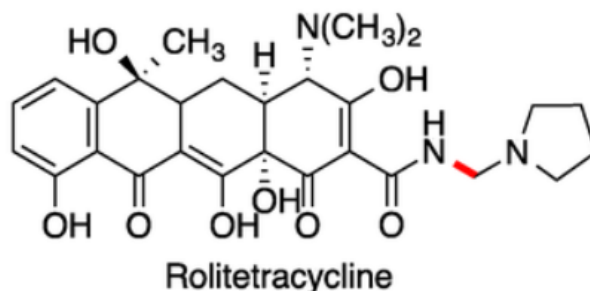
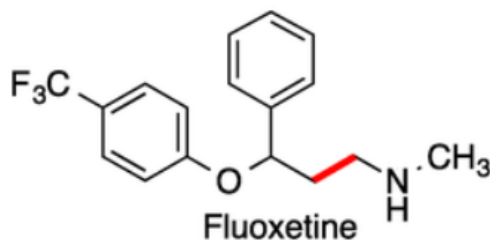
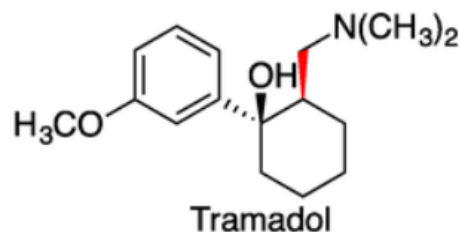
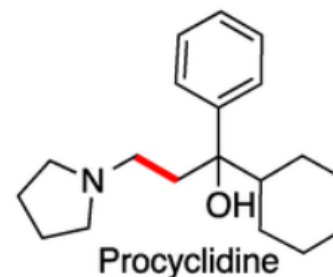
Reação de Mannich

(Aplicações)

- Formação de β -aminocetonas e β -aminoácidos por condensação entre compostos enolizáveis, formaldeído e aminas.
- Utilizada na síntese de fármacos como o propranolol (anti-hipertensivo) e derivados de quinolonas antimicrobianas.
- Importante na construção de estruturas nitrogenadas em produtos naturais e alcaloides bioativos.
- Empregada em síntese assimétrica para formação de centros quirais em compostos farmacologicamente ativos.
- Versatilidade sintética com aplicação em química medicinal, catálise e ciência de materiais.

Reação de Mannich

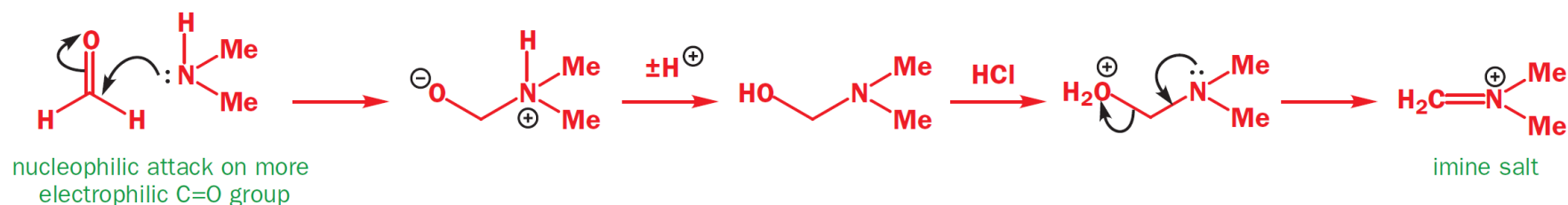
(Aplicações)



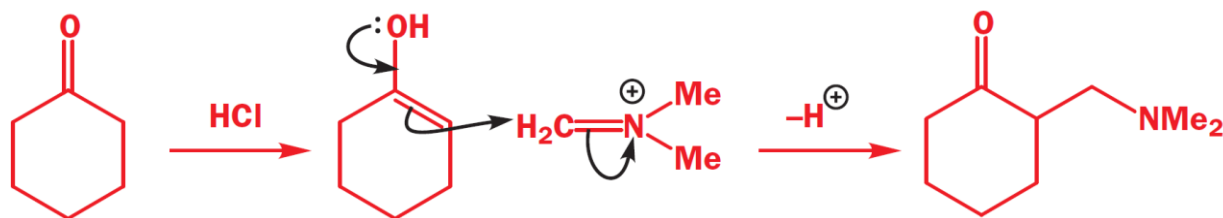
Alguns fármacos que são sintetizados utilizando a reação de Mannich como etapa chave. A ligação formada está marcada em vermelho.

Reação de Mannich

Promove-se a formação de um sal imínico pela reação de um aldeído com uma amina em meio ácido.

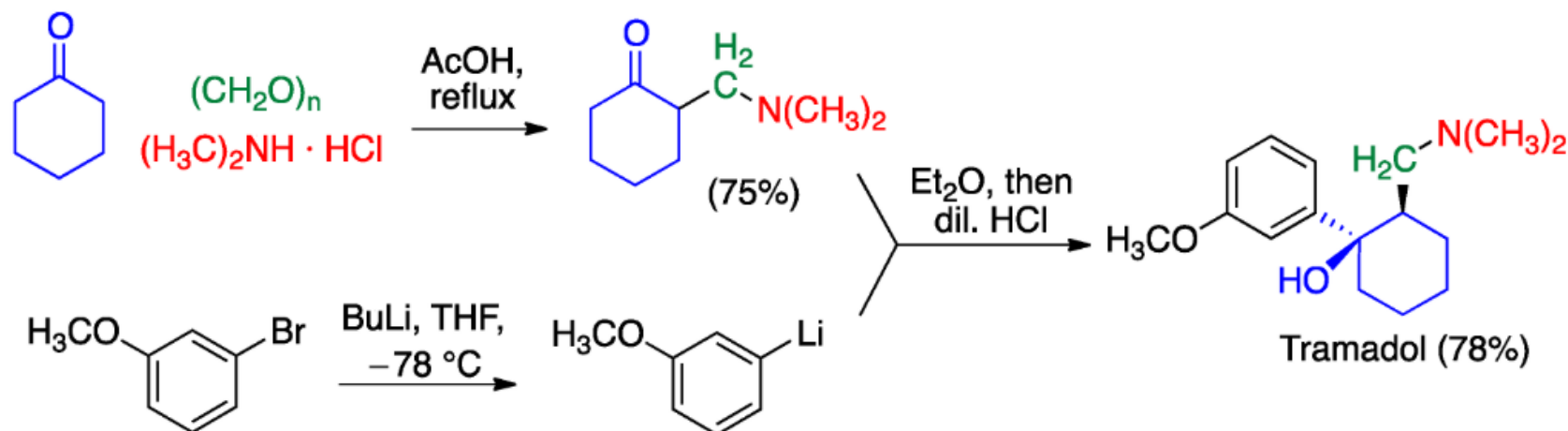


Através da reação de Mannich, apenas um aldeído é adicionado permitindo também a síntese de amino cetonas muito comum em fármacos.



Reação de Mannich

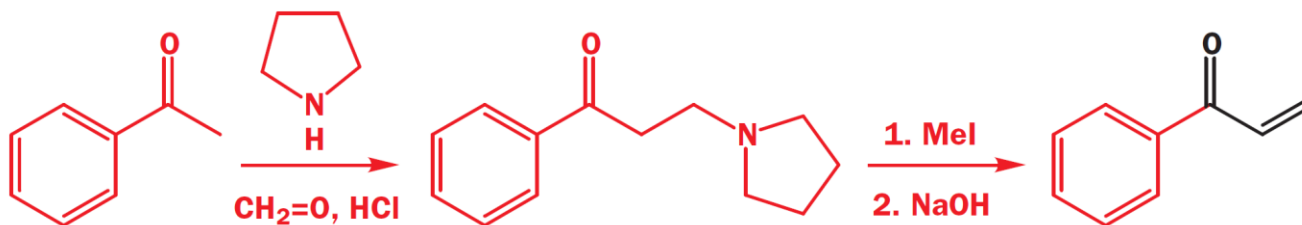
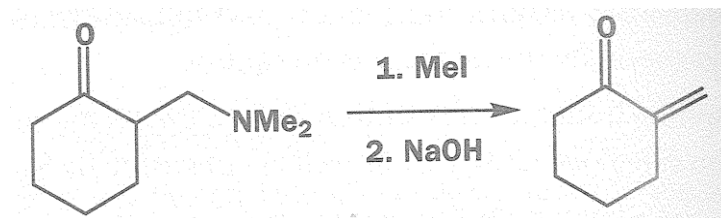
(Aplicações)



A síntese do analgésico tramadol começa com uma reação de Mannich entre cicloexanona, formaldeído e dimetilamina, formando uma base de Mannich. Em seguida, esse intermediário reage com 3-metoxifenillítio, levando à formação do produto final.

Exercício

Apresente o mecanismo para as sínteses abaixo:



Exercícios

1. Previsão de produto

Dada a seguinte mistura de reagentes:

- Formaldeído (HCHO)
- Dimetilamina ($(\text{CH}_3)_2\text{NH}$)
- Acetona (CH_3COCH_3)

Desenhe o produto principal da reação de Mannich. Indique a posição onde ocorrerá a substituição e justifique.

2. Mecanismo da Reação

Descreva o mecanismo completo da reação de Mannich entre:

- Benzaldeído
- Amônia (NH_3)
- Acetoacetato de etila

Apresente as etapas intermediárias, incluindo a formação do íon imínio e a adição nucleofílica.

Exercícios

3. Identificação de componentes

Um composto do tipo β -aminocetona foi obtido por reação de Mannich. A estrutura é: $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_3$

Identifique:

- a) O composto com hidrogênio ativo
- b) A amina utilizada
- c) O aldeído reagente

4. Planejamento sintético

Você deseja sintetizar o seguinte composto via reação de Mannich:

$\text{PhCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_3$ Quais reagentes você usaria? Indique o aldeído, a amina e o composto com hidrogênio ativo.