



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0609384-1 B1



(22) Data de Depósito: 15/03/2006

(45) Data da Concessão: 15/09/2015
(RPI 2332)

(54) Título: PROCESSO DE HIDROFORMILAÇÃO COM ISO-SELETIVIDADE

(51) Int.Cl.: C07B41/06; B01J31/24; C07C45/50; C07F9/50

(30) Prioridade Unionista: 16/03/2005 SE 0500590-5

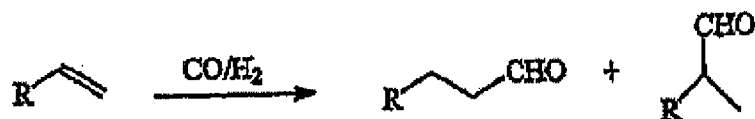
(73) Titular(es): Perstorp Specialty Chemicals AB

(72) Inventor(es): ESKO KARVINEN, JONI KUNNAS, JUHA LEHTONEN, MERJA KARTEVA

"PROCESSO DE HIDROFORMILAÇÃO COM ISO-SELETIVIDADE"

A presente invenção diz respeito a um processo para a hidroformilação de uma α -olefina na presença de um complexo de catalisador de ródio baseado em dois ligantes diferentes e um precursor de ródio. Em particular, a invenção refere-se a um processo para a hidroformilação de uma α -olefina tendo três ou mais átomos de carbono em sua cadeia de carbono principal, processo este que exhibe iso-seletividade aperfeiçoada. Nos aspectos adicionais, a presente invenção refere-se a um complexo de catalisador baseado em um precursor de ródio e dois ligantes diferentes e ao uso do dito complexo de catalisador na hidroformilação de uma α -olefina.

A hidroformilação é o termo geral aplicado à reação de um substrato olefínico com o monóxido de carbono e o hidrogênio e/ou um agente redutor, para formar aldeídos tendo um átomo de carbono mais do que o reagente olefínico original, como ilustrado pelo Esquema 1 abaixo:



onde R é um resíduo de hidrocarbila opcionalmente compreendendo grupos funcionais, tais como os grupos carboxila, hidroxila e/ou éster.

Uma das aplicações industriais mais importantes para os processos de hidroformilação é o assim chamado processo oxo, que é a hidroformilação de olefinas na presença de complexos de catalisadores de metais de transição. Os aldeídos produzidos podem, por exemplo, ser hidrogenados pa-

ra dar os assim chamados oxo álcoois e os produtos de cadei-
as longas podem ser convertidos em sulfonatos e usados como
detergentes. O processo oxo foi descoberto em 1938 por Roe-
len e colegas da Ruhr Chemie. Os primeiros catalisadores, e
5 ainda usados em uma grande escala, eram complexos de cobalto
carbonila formados a partir de $[\text{HCo}(\text{CO})_4]$. O processo é re-
alizado em temperaturas de 120-175°C e pressões de diversas
centenas de atm. As altas pressões são requeridas para man-
ter o cobalto na forma de um complexo de metal carbonila so-
10 lúvel. O uso de complexos de cobalto com ligantes de fosfi-
na resultou em processos com seletividades aperfeiçoadas.
Um avanço significativo na tecnologia de hidroformilação foi
feito com a descoberta que os complexos de ródio com fosfina,
similares àqueles usados na hidrogenação de Wilkinson, porém
15 incorporando H, CO e ligantes olefínicos, bem como a trife-
nilfosfina, têm atividades catalíticas diversas vezes mais
elevadas do que os complexos de cobalto. Além disso, os
complexos de ródio são estáveis suficientemente para serem
usados em baixas pressões, tipicamente 1,5 MPa (15 atm) em
20 uma temperatura de reação de cerca de 90°C. Foi feita uma
pesquisa extensa sobre complexos de ródio fosfina ligados a
suportes sólidos, porém os catalisadores resultantes não e-
ram suficientemente estáveis como ródio infiltrado na mistu-
ra de reação. Uma solução mais bem sucedida para o problema
25 de engenharia resultou da aplicação de um processo de líqui-
do-líquido de duas fases. A hidroformilação e o processo
oxo são adicionalmente divulgados e discutidos, por exemplo,
na Kirk-Othmer *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4ª ed.

vol. 17, capítulo "Oxo Process" e em *Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds - A Comprehensive Handbook in Two Volumes*, capítulo 2.1.1. páginas 29-102, "Hydroformulation (Oxo Synthesis, Roelen Reaction)".

5 Se a cadeia de olefina contiver mais do que dois átomos de carbono, a hidroformilação resulta em uma mistura de aldeídos lineares e ramificados, e uma questão-chave na reação de hidroformilação é como controlar a razão de produtos normais para ramificados (iso). No caso das olefinas
10 lineares, o produto normal é geralmente o desejado, enquanto que na hidroformilação funcional ou assimétrica, a aplicação final determina a forma desejada do produto. Os compostos de hidroformilação ramificados (forma iso) são de interesse particular como materiais de partida para substâncias químicas
15 cas finas e especiais, tais como os polióis estericamente impedidos. Geralmente, as condições de reação e o sistema de catalisador específico utilizados têm um grande efeito sobre a estrutura química do produto da hidroformilação e a distribuição do produto. No fim dos anos 70, Tanaka e col.,
20 *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 50 (1979) 9, 2351-2357, estudaram o efeito de difosfinas de cadeias de metileno mais curtas em combinação com o catalisador de $\text{Rh}_2\text{Cl}_2(\text{CO})_4$ sobre a seletividade do produto na hidroformilação. O uso de ligantes de trifenilfosfina suprimiu a hidrogenação e aumentou o teor de
25 isômeros, porém a razão de ramificado (iso) para normal (razão i/n) ainda era insatisfatoriamente baixa.

Diversos processos de hidroformilação regiosseletivos têm sido sugeridos desde que Tanaka publicou o seu

trabalho. O WO 93/14057 divulga um processo onde uma olefi-
na é reagida com o monóxido de carbono, na presença de um
catalisador solúvel compreendendo um complexo de ródio e um
ligante de fosfina bidentado. Os ésteres aldeídicos ramifi-
cados são, usando olefinas insaturadas como reagentes, pro-
5 duzidos em bom rendimento e alta seletividade. A patente US
5.364.970 sugere utilizar um sistema de catalisador baseado
em precursores de ródio inorgânicos e diversos ligantes con-
tendo átomos fosforosos, arsênicos ou de antimônio para a
10 seletividade e as taxas de reação aumentadas dos isômeros de
 α -formila desejados na hidroformilação de compostos de car-
bonila insaturados. N. Rosas e col., *Revista Latino Amer.*
Quim., 8, 121-122 (1977), divulgam a hidroformilação catalí-
tica do etileno usando diversos derivados de ródio contendo
15 cloro da fórmula geral $Rh(CO)ClL_n$, onde L é triarilfosfina,
trifenila, tri-*p*-metilfenila, tri-*o*-metilfenila, tri-*p*-
metiloxifenila ou tri-*o*-metiloxifenila. A US 4.945.185 en-
sina um processo de hidroformilação para produzir um aldeído
ou uma mistura de uma cetona e um aldeído pela reação sobre
20 um catalisador de ródio contendo ácido, obtido por formação
de uma mistura de reação compreendendo uma quantidade cata-
lítica de um complexo de catalisador consistindo em ródio
formando complexo com uma triorganofosfina e um ácido carbo-
xílico tendo um grupo fenila substituído na posição *para* com
25 um grupo removedor de elétrons.

Apesar dos esforços anteriores, ainda existe uma
necessidade por melhorar mais a atividade catalítica, bem
como a regio e a quimiosseletividade expressas como, por e-

xemplo, *iso*-seletividade. Surpreendentemente, foi agora verificado que uma *iso*-seletividade substancialmente aperfeiçoada, com uma conversão de α -olefina similar ou mesmo melhorada na hidrogenação de α -olefinas, pode ser obtida por
5 utilização de um complexo de catalisador baseado em uma combinação de dois ligantes diferentes e pelo menos um precursor de ródio. No processo da presente invenção, que utiliza uma mistura de dois ligantes, a razão *i/n*, tal como a razão entre, por exemplo, o aldeído *iso*-butírico e o aldeído *n*-
10 butírico produzidos em uma hidroformilação de propeno, a α -olefina mais preferida, pode facilmente ser controlada dentro de uma razão *i/n* de, por exemplo, 1:1 e 1:6. Desse modo, a presente invenção refere-se a um processo, tal como um processo contínuo, para a hidroformilação de uma α -olefina,
15 tal como uma α -olefina tendo dois ou, preferivelmente, três ou mais átomos de carbono em sua cadeia de carbono principal, hidroformilação esta que é realizada na presença de um complexo de catalisador baseado em pelo menos um precursor de ródio e uma mistura de dois ligantes diferentes. O processo
20 da presente invenção resulta em uma *iso*-seletividade substancialmente aperfeiçoada até uma proporção que, de modo algum, pode ser predita a partir dos processos e/ou dos catalisadores de hidroformilação da técnica anterior, tais como os complexos de catalisadores.

25 As α -olefinas preferidas são, em diversas modalidades da presente invenção, adequadamente selecionadas a partir do grupo que consiste em etileno, propeno, butenos, pentenos e hexenos ou uma mistura destes ou com estes. A

matéria-prima olefínica pode conter uma ou diversas das α -olefinas acima listadas. No caso do etileno, somente o aldeído normal (propionaldeído) é possível e ele é, por esse motivo, tipicamente usado somente como uma co-alimentação
5 com pelo menos uma outra α -olefina como listada acima.

O dito complexo de catalisador é baseado em uma mistura de ligantes compreendendo pelo menos 1% em peso de trifenilfosfina e pelo menos 5%, tal como 10%, em peso de difenilcicloexilfosfina, tris-(*o*-tolil)fosfina, tris-(*p*-
10 tolil)fosfina ou (2-metilfenil)difenilfosfina e pelo menos um precursor de ródio. As estruturas dos ditos ligantes acima descritos podem ser ilustradas pelas Fórmulas I-V em anexo.

O complexo de catalisador usado no processo de hidroformilação de acordo com a presente invenção é adequadamente preparado por reação de um composto de ródio com uma dita mistura de ligantes, para formar um complexo reativo em condições de reação adequadas. A concentração de ródio pode variar substancialmente, dependendo das propriedades do catalisador e da aplicação desejadas. Uma concentração de ródio preferida é, entretanto, 20-1000, tal como 50-500, ppm
20 em peso da mistura de reação obtida e uma concentração de ligante preferida é 1-15% em peso da mistura de reação.

O precursor de ródio usado é um sal de ródio ou um
25 composto de organometal, tal como um halogeneto, um nitrato, um composto de carbonila, um sulfato, um acetato, um dicarbonil-acetilacetato. Os exemplos específicos de precursores adequados incluem o nitrato de ródio(III), o acetato de

ródio(I), o acetilacetona dicarbonil ródio(I), o dicloreto de di(ródio)tetracarbonila, o dodecancarbonil tetrarródio e o hexadecancarbonil exarródio.

A dita hidroformilação pode, em princípio, ser realizada por métodos conhecidos *per se*. Assim, a α -olefina é reagida com um gás de síntese compreendendo monóxido de carbono ou monóxido de carbono e hidrogênio e/ou um agente redutor, na presença do dito complexo de catalisador. O dito gás de síntese com o qual a α -olefina é reagida compreende, nas modalidades preferidas da presente invenção, hidrogênio e monóxido de carbono em uma razão molar de hidrogênio para monóxido de carbono de, por exemplo, 0,1:2,5, tal como 0,8:1,2, 1,0:1,1 ou 1:1.

O processo de hidroformilação da presente invenção é preferivelmente realizado em condições bastante brandas. A faixa de temperaturas preferida é 30-200°C, tal como 50-130°C ou 80-120°C e a pressão de reação preferida é 1×10^5 - 150×10^5 Pa (1-150 bar), tal como 5×10^5 - 50×10^5 ou 10×10^5 - 30×10^5 Pa (5-50 ou 10-30 bar).

O processo da presente invenção é, em suas modalidades mais preferidas, uma hidroformilação de propeno efetuada em uma temperatura de 80-120°C, uma pressão de 10×10^5 - 30×10^5 Pa (10-30 bar), uma razão molar de hidrogênio para monóxido de carbono de 0,1:2,5, uma concentração de ligante de 1-15% em peso da mistura de reação e uma concentração de ródio de 20-1000, tal como 50-500, ppm em peso da mistura de reação.

Em um aspecto adicional, a presente invenção refe-

re-se a um complexo de catalisador como divulgado acima, que é um complexo cataliticamente ativo baseado em pelo menos um precursor de ródio e uma mistura de ligantes compreendendo pelo menos 1% em peso de trifenilfosfina e pelo menos 5%,
5 tal como 10%, em peso de difenilcicloexilfosfina, tris-(o-tolil)fosfina, tris-(p-tolil)fosfina ou (2-metilfenil)difenilfosfina. O dito precursor de ródio é preferivelmente um halogeneto, um nitrato, um composto de carbonila, um sulfato, um acetato ou um dicarbonil-
10 acetilacetonato, tal como o nitrato de ródio(III), o acetato de ródio(I), o acetilacetonatodicarbonil ródio(I), o diclorreto de di(ródio)tetracarbonila, o dodecancarboniltetrarródio ou o hexadecancarbonilexarródio. O dito complexo de catalisador é principalmente pretendido para as hidroformilações de α -olefinas e é preferivelmente formado *in situ*, du-
15 rante tal hidroformilação.

Em mais um aspecto adicional, a presente invenção refere-se ao uso do dito complexo de catalisador em uma hidroformilação de uma α -olefina, tal como o etileno, o propeno, um buteno, um penteno ou um hexeno ou uma mistura deles
20 ou com eles. O etileno é tipicamente usado como uma co-alimentação com pelo menos uma outra α -olefina conforme listada acima. A dita hidroformilação é preferivelmente efetuada em uma concentração de ligantes de 1-15% em peso da mistura de reação e uma concentração de ródio de 20-1000 ppm em
25 peso da mistura de reação obtida.

Sem elaboração adicional, acredita-se que alguém versado na técnica possa, usando a descrição precedente, u-

utilizar a presente invenção até a sua proporção mais completa. No que segue, os Exemplos 1-4 e 6-7 referem-se às hidroformilações de acordo com as modalidades da presente invenção. Os Exemplos 5 e 8 são Exemplos comparativos de uma hidroformilação com um único ligante, fora do escopo da presente invenção. As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados obtidos, através de análises por GC, dos produtos obtidos nos Exemplos 1-8. Todas as partes dadas nos Exemplos 1-8 são partes em peso.

10 Exemplo 1

39,08 partes de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol mono-iso-butirato (Nx 795®, Perstorp Oxo AB, Suécia), 1,01 parte do ligante trifenilfosfina (TPP), 4,13 partes do ligante difenilcicloexilfosfina (CP) e 0,033 parte do precursor de ródio acetilacetatodicarbonil ródio(I) dissolvido em 8,04 partes de Nx795 foram carregadas em uma autoclave de aço inoxidável. Para remover o oxigênio do sistema, o reator foi inundado, sob agitação, com nitrogênio, por 3 minutos. 1,5 parte do propeno foi carregada para o reator e uma amostra zero foi retirada. A agitação e o aquecimento foram agora começados. A carga do gás de síntese, H₂ e CO, em uma razão molar 1:1, foi iniciada quando uma temperatura de reação de 100°C foi atingida. A pressão total do sistema era 11 x 10⁵ Pa (11 bar). A amostra foi retirada após 3 horas de reação e analisada por GC com relação à conversão de propeno em aldeídos butíricos e à seletividade para o aldeído iso-butírico (iso-seletividade). O resultado é dado na Tabela 1.

Exemplo 2

O Exemplo 1 foi repetido, com a diferença que 4,73 partes do ligante tris-(*o*-tolil)fosfina (TOTP) foram carregadas, em vez de 4,13 partes do ligante difenilcicloexilfosfina (CP). A conversão de propeno em aldeídos butíricos e a seletividade para aldeído *iso*-butírico (*iso*-seletividade), após 3 horas de reação, são das na Tabela 1.

Exemplo 3

O Exemplo 1 foi repetido, com a diferença que 4,37 partes do ligante (2-metilfenil)-difenilfosfina (MeP) foram carregadas, em vez de 4,13 partes do ligante difenilcicloexilfosfina (CP). A conversão de propeno em aldeídos butíricos e a seletividade para aldeído *iso*-butírico (*iso*-seletividade), após 3 horas de reação, são das na Tabela 1.

15 Exemplo 4

O Exemplo 1 foi repetido, com a diferença que 1,72 parte do ligante trifenilfosfito (TPP), 0,5 parte do ligante tris-(*p*-tolil)fosfina (TPTP) foram carregadas, em vez de 1,01 parte do ligante trifenilfosfina (TPP) e 4,13 partes do ligante difenilcicloexilfosfina (CP). A conversão de propeno em aldeídos butíricos e a seletividade para aldeído *iso*-butírico (*iso*-seletividade), após 3 horas de reação, são das na Tabela 1.

Exemplo 5 (Comparativo)

25 43,61 partes de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol mono-*iso*-butirato (Nx 795®, Perstorp Oxo AB, Suécia), 2,37 partes do ligante trifenilfosfina (TPP) e 0,013 parte do acetilacetona dicarbonil ródio(I) dissolvido em 4,02 partes

de Nx795 foram carregadas em uma autoclave de aço inoxidável. Para remover o oxigênio do sistema, o reator foi inundado, sob agitação, com nitrogênio, por 3 minutos. 1,6 parte do propeno foi carregada para o reator e uma amostra zero foi retirada. A agitação e o aquecimento foram agora começados. A carga do gás de síntese, H_2 e CO , em uma razão molar 1:1, foi iniciada quando uma temperatura de reação de $100^\circ C$ foi atingida. A pressão total do sistema era 11×10^5 Pa (11 bar). A amostra foi retirada após 3 horas de reação e analisada por GC com relação à conversão de propeno em aldeídos butíricos e à seletividade para o aldeído iso-butílico (iso-seletividade). O resultado é dado na Tabela 1.

Exemplo 6

82,25 partes de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol mono-iso-butirato (Nx 795®, Perstorp Oxo AB, Suécia), 12,19 partes de *n*-butiraldeído, 4,0 partes do ligante trifenilfosfina (TPP), 1,5 parte do ligante tris-(*p*-tolil)fosfina (TPTP) e 0,0627 parte do precursor de ródio acetilacetonato-dicarbonil ródio(I) foram carregadas para um sistema de reator contínuo. A solução de catalisador foi agora circulada no sistema (com o auxílio de uma bomba de pistão) e, quando a temperatura do reator era $60-70^\circ C$, a alimentação de propeno, gás de síntese ($H_2/CO = 1/1$ mol/mol) e nitrogênio foi iniciada. O reator foi equipado com uma turbina de quatro lâminas e chicanas. O reator operou a $96^\circ C$ e 15×10^5 Pa (15 bar) e a velocidade de agitação era 650 rpm. A partir do reator, a solução de catalisador, o produto e os gases entraram em um vaso de expansão separando os gases não rea-

gidos do produto e da solução de catalisador. O vaso de expansão operava a 20°C. O produto foi separado da solução de catalisador em um reator de separação operando a 120°C. A solução de catalisador foi recirculada para o reator com o auxílio de uma bomba de pistão. O vaso de produto foi esvaziado a cada dia e a quantidade de produto foi pesada e analisada por GC. A partir do topo do vaso de expansão, uma amostra de gás foi retirada a cada dia da semana e analisada por GC. O resultado é dado na Tabela 2.

10 Exemplo 7

O Exemplo 6 foi repetido, com a diferença que 2,0 partes do ligante difenilcicloexilfosfina (CP), 5,39 partes do ligante trifenilfosfina (TPP) foram carregadas, em vez de 4,0 partes do ligante trifenilfosfina (TPP) e 1,5 parte do ligante tris-(p-tolil)fosfina (TPTP). O resultado é dado na Tabela 2.

Exemplo 8 (Comparativo)

71,97 partes de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol mono-iso-butirato (Nx 795®, Perstorp Oxo AB, Suécia), 15,36 partes de n-butiraldeído, 12,61 partes do ligante trifenilfosfina (TPP) e 0,0627 parte do precursor de ródio acetilacetonatodicarbonil ródio(I) foram carregadas para um sistema de reator contínuo. A solução de catalisador foi circulada no sistema (com o auxílio de uma bomba de pistão) e, quando a temperatura do reator era 60-70°C, a alimentação de propeno, gás de síntese ($H_2/CO = 1/1$ mol/mol) e nitrogênio foi iniciada. A configuração do reator, as condições de reação e a amostragem foram como nos Exemplos 6 e 7. O resultado é

dado na Tabela 2.

Tabela 1

Exemplo	Ligante(s)	Conversão de Propeno, %	Iso-seletividade, % em peso
1	TPP / CP	99,7	27,5
2	TPP / TOTP	99,5	24,0
3	TPP / MeP	99,5	24,5
4	TPP / TPTP	99,4	25,8
5 (Comparativo)	TPP	98,4	14,5

Tabela 2

Exemplo	Ligante(s)	Iso-seletividade após 2 dias, % em peso	Iso-seletividade após 15 dias, % em peso
6	TPP/TPTP	18,7	19,9
7	TPP/CP	18,0	21,7
9	TPP	14,2	16,5

TPP = Trifenilfosfina

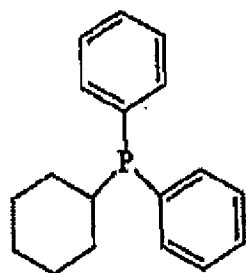
CP = Difenicicloexilfosfina

TOTP = Tris-(o-tolil)fosfina

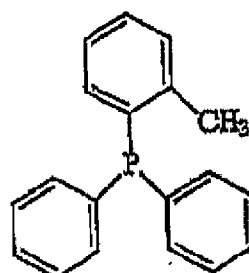
MeP = (2-Metilfenil)difenilfosfina

TPTP = Tris-(p-tolil)fosfina

Fórmulas I-V



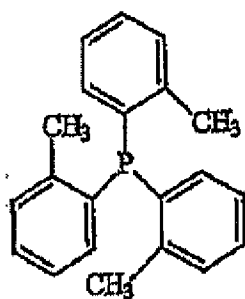
Fórmula I



Fórmula II

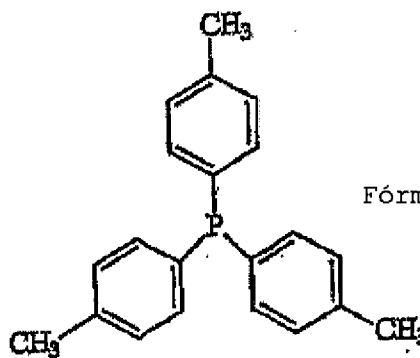
Difenilcicloexilfosfina

(2-Metilfenil)-difenilfosfina



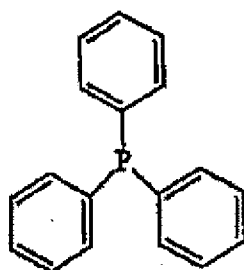
Fórmula III

Tris-(o-tolil) fosfina



Fórmula IV

Tris-(p-tolil) fosfina



Fórmula V

Trifenilfosfina

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a hidroformilação de uma α -olefina, onde a dita α -olefina é reagida com monóxido de carbono ou monóxido de carbono e hidrogênio e/ou um agente
5 redutor, na presença de um complexo de catalisador baseado em um precursor de ródio e um sistema de ligantes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito complexo de catalisador é baseado em pelo menos um precursor de ródio e uma mistura de ligantes compreendendo pelo menos 1% em peso de tri-
10 fenilfosfina e pelo menos 5% em peso de difenilcicloexilfosfina, tris-(o-tolil)fosfina, tris-(p-tolil)fosfina ou (2-metilfenil)difenilfosfina.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita α -olefina é etileno,
15 propeno, buteno, penteno ou hexeno ou uma mistura deles ou com eles.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita α -olefina é uma mistura de propeno e etileno.

20 4. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita α -olefina é o propeno.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita hidroformilação é efetuada em uma concentração de ligante de
25 1-15% em peso da mistura de reação.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita hidroformilação é efetuada em uma concentração de ródio de

20-1000, tal como 50-550, ppm em peso da mistura de reação obtida.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito precursor de ródio é um halogeneto, um nitrato, um composto de carbonila, um sulfato, um acetato ou um dicarbonil acetilacetonato.

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito precursor de ródio é o nitrato de ródio(III), o acetato de ródio(I), o acetilacetonatodicarbonil de ródio(I), o dicloreto de di(ródio)tetracarbonila, o dodecancarboniltetrarródio ou o hexadecancarbonilexarródio.

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito complexo de catalisador é formado *in situ* na dita hidroformilação.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita hidroformilação é efetuada em uma temperatura de 30-200°C, tal como 50-130°C ou 80-120°C.

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita hidroformilação é efetuada em pressão de 1×10^5 - 150×10^5 Pa (1-150 bar), tal como 5×10^5 - 50×10^5 ou 10×10^5 - 30×10^5 Pa (5-50 ou 10-30 bar).

12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita

α -olefina é reagida com um gás de síntese compreendendo hidrogênio e monóxido de carbono em uma razão molar de hidrogênio para monóxido de carbono de 0,1:2,5, tal como 0,8:1,2, 1,0:1,1 ou 1:1.

5 13. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita hidroformilação é uma hidroformilação de propeno efetuada em uma temperatura de 80-120°C, uma pressão de 10×10^5 - 30×10^5 Pa (10-30 bar), uma razão molar de hidrogênio para monóxido
10 de carbono de 0,1:2,5, uma concentração de ligante de 1-15% em peso da mistura de reação e uma concentração de ródio de 20-1000 ppm em peso da mistura de reação obtida.

 14. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita
15 hidroformilação é efetuada como um processo contínuo.

 15. Uso de um complexo de catalisador **CARACTERIZADO** por ser no processo para a hidroformilação de uma α -olefina conforme definido na reivindicação 1.

 16. Uso, de acordo com a reivindicação 15,
20 **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita α -olefina é etileno, propeno, buteno, penteno ou hexeno ou uma mistura deles ou com eles.

 17. Uso, de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita hidroformilação é efetuada em uma concentração de ligante de 1-15% em peso da
25 mistura de reação.

 18. Uso, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 15-17, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita hi-

droformilação é efetuada em uma concentração de ródio de 20-1000, tal como 50-550, ppm em peso da mistura de reação obtida.

19. Uso, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 15-18, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito complexo de catalisador é formado *in situ* na dita hidroformilação.

RESUMO

"PROCESSO DE HIDROFORMILAÇÃO COM ISO-SELETIVIDADE"

Divulga-se um processo para a hidroformilação de α -olefina, onde a dita α -olefina é reagida com monóxido de carbono ou monóxido de carbono e hidrogênio e/ou um agente redutor, na presença de um complexo de catalisador baseado em um precursor de ródio e uma mistura de ligantes que compreende pelo menos 1% em peso de trifenilfosfina e pelo menos 5% em peso de difenilcicloexilfosfina, tris-(o-tolil)fosfina, tris-(p-tolil)fosfina ou (2-metilfenil)difenilfosfina.