

A Indústria Química Orgânica

Classificações e Características

Organizadora: Prof. Adelaide Maria de Souza Antunes
ISBN 85-7650-077-9

1. Classificações

A Indústria "Química Orgânica" é constituída por diversos setores industriais que apresentam características distintas, desta forma, uma maneira de se ter uma visão holística sobre essa indústria é analisá-la através das diferentes classificações:

1.1. Por Origem

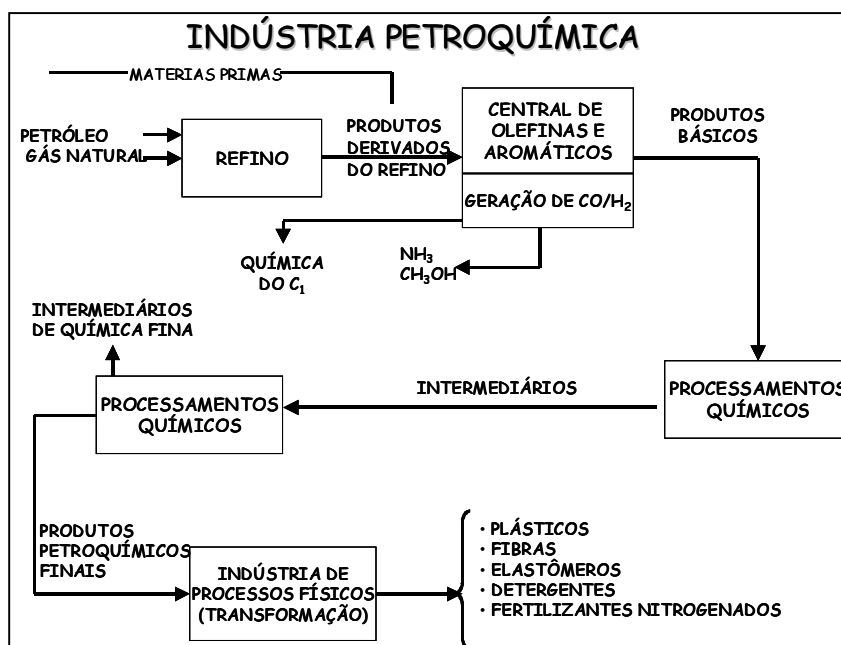
Em função do tipo de matéria-prima utilizada. Podem ser:

- Petroquímica (Petróleo)
- Carboquímica (Carvão)
- Alcoolquímica (Álcool etílico ou etanol)
- Sucroquímica (Açúcares - Sacarose): uso da sacarose como matéria-prima química que por uma série de processos como principalmente a fermentação, a hidrogenação, a hidrólise e a esterificação produz uma série de produtos.
- Química do Gás Natural (Álcool metílico ou metanol)

A seguir são apresentadas, as principais características, de cada tipo de indústria.

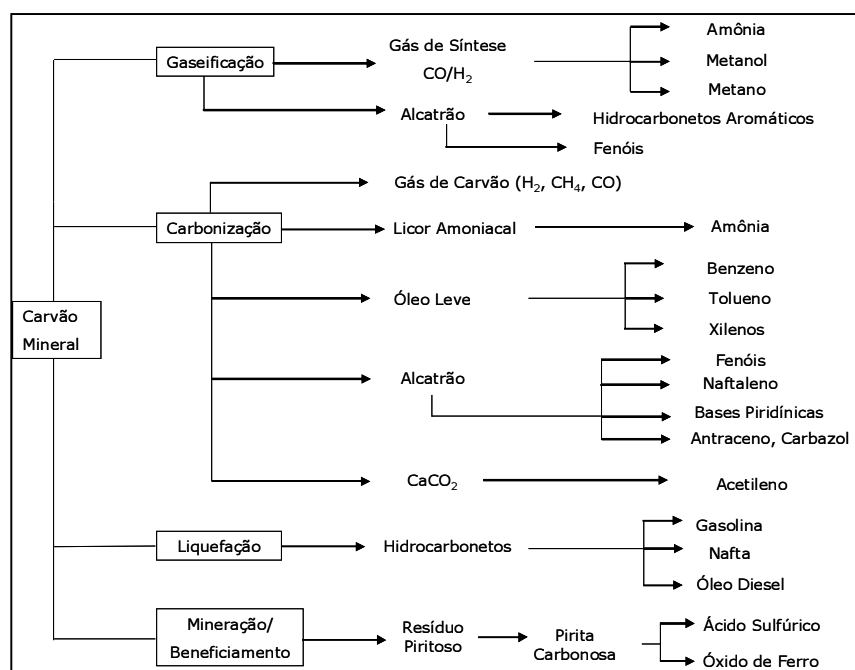
A.1) Petroquímica (Petróleo): uso de frações resultantes do refino de petróleo, principalmente nafta ou de gás natural, que por transformações químicas geram, respectivamente: produtos básicos, intermediários e finais, sendo estes últimos utilizados na indústria de transformação de plásticos, elastômeros, fibras, tensoativos etc. (Figura 1).

Figura 1: Geração dos Principais Produtos Petroquímicos.



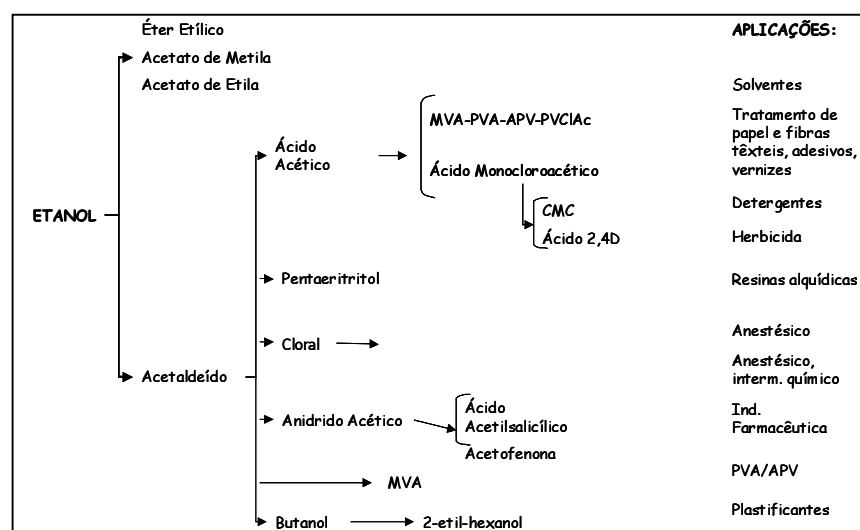
A.2) Carboquímica (Carvão): uso do carvão como produtor de insumos químicos (exemplos: amônia, metanol, aromáticos) e combustíveis (exemplos: gasolina, nafta e diesel) através de processos de gaseificação, carbonização ou liquefação. A Figura 2, a seguir, ilustra através de esquema a geração dos principais produtos carboquímicos.

Figura 2: Geração dos Principais Produtos Carboquímicos.



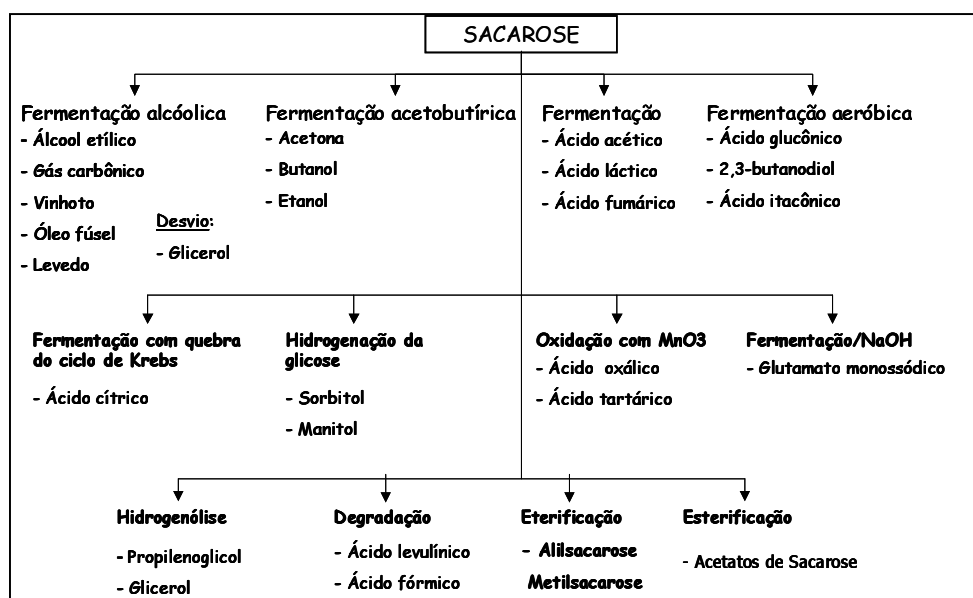
A.3) Alcoolquímica (Álcool etílico ou etanol): uso do álcool etílico, como matéria-prima na indústria química, principalmente, para derivados oxigenados como acetatos e éter etílico (Figura 3).

Figura 3: Geração dos Produtos Alcoolquímicos.



A.4) Sucroquímica (Açúcares - Sacarose): uso da sacarose como matéria-prima química que por uma série de processos como principalmente a fermentação, a hidrogenação, a hidrólise e a esterificação produz uma série de produtos (Figura 4).

Figura 4: Geração dos Produtos Sucroquímicos.



A.5) Química do Gás Natural (Álcool metílico ou metanol): uso do gás de síntese, ou do CO ou de H₂, como matéria-prima ou adjuvante na síntese de uma série de produtos. Novas tecnologias tem sido desenvolvidas, em função da disponibilidade do precursor de síntese e de metanol, ou seja, gás natural, cujo maior constituinte é o metano.

1.2. Por Produtos através das Propriedades Físicas e Mecânicas

Essas propriedades podem ser medidas pelo comportamento em termos de elasticidade, utilidade e plasticidade. Podem ser:

- Plásticos: derivados da Petroquímica são produzidos a partir de polímeros (ex: poliolefinas) resultando em produtos moldados com ou sem aplicação de calor.
- Elastômeros: derivados da Petroquímica, portanto, considerados sintéticos, são produzidos a partir de polímeros tendo como prioridade a elasticidade. Exemplo: SBR (borracha de estireno e butadieno).
- Fibras: derivadas da Petroquímica, portanto, consideradas sintéticas, são fabricadas a partir de polímeros. Exemplos: poliamidas (náilon) e poliéster (PET).

Os Plásticos podem ser divididos conforme:

B.a.1) Tipo de reação empregada na sua formação:

- Poliadição
- Policondensação
- Adutos

B.a.2) Comportamento do produto final em relação ao calor

- Termoplásticos
- Termoestáveis ou termofixos

B.a.3) De acordo com o volume consumido

- Commodities: são os produtos consumidos em grande volume como os polímeros petroquímicos poliolefinas (polietilenos, polipropileno, polibutadieno...) Contudo os plásticos, também são conhecidos por pseudo (ou quase) commodities uma vez que podem apresentar grades distintos, que proporcionarão especificações diferentes e por consequência distintas aplicações.
- Engenharia: são os plásticos consumidos em pequeno volume conhecidos como plásticos de engenharia por serem aplicados em produtos de maior conteúdo tecnológico, muitas vezes sob demanda específica.

As Fibras podem ser divididas em:

B.c.1) Naturais: como por exemplo a da celulose, e a de algodão.

B.c.2) Artificiais: como por exemplo a de acetato de celulose - este tipo de fibra é constituída por uma parte sintética (acetato) e outra natural (celulose).

B.c.3) Sintética: como por exemplo as fibras de poliéster, PET (politereftalto de etila), poliacrilonitrila.

1.3. Por Posição na Cadeia Produtiva

Esta classificação localiza os produtos de acordo com a proximidade ou distância em relação à fonte de matéria-prima e/ou ao mercado consumidor, como exemplos: as indústrias, os distribuidores ou pontos de revenda e as pessoas físicas. Podem ser:

- Básico
- Intermediário
- Final

1.4. Por Aplicação Final

Esta classificação inclui produtos em geral formulados, isto é, constituídos de uma substância (ingrediente ou princípio ativo) que apresenta o efeito requerido pelo cliente e de outros compostos que são adjuvantes, porém necessários para que o produto possa ser utilizado. Muitas vezes os produtos formulados são conhecidos como especialidades químicas.

As formulações podem incluir além do ingrediente ativo:

- Ligante (*binder*): sua função é adesão da película à superfície
- Pigmento: confere cor e proteção adicional

- Solvente: para ajustar viscosidade de revestimento ao método da aplicação
- Aditivos: podem ter várias funções como, por exemplo: plastificante, biocidas, emulsificantes que confere estabilidade e uniformidade a suspensão e outros
- Edulcorante: para mascarar algum sabor degradável
- *Flavor*: para fornecer um odor que atraia ou favoreça a escolha pelo cliente
Como exemplos de produtos de aplicação final podem ser citados:
- Produtos vendidos pela função desempenhada: biocida, anticorrosivo, lubrificante, etc.
- Defensivos agrícolas: fungicidas, herbicidas e inseticidas
- Tintas e outros produtos para tratamento e revestimento de superfícies
- Produtos de limpeza e higiene: Sabões e detergentes, desinfetantes e branqueadores, agentes tenso-ativos e cosméticos
- Medicamentos: formulações de um ou mais princípios ativos (fármacos) e outros veículos que transformam por processos físicos os fármacos em produtos: xarope, supositório, injeção, comprimido, etc.

1.5. De Acordo com a Tecnologia e/ou Mercado

É uma divisão das indústrias que associa a localização de um conjunto de produtos conforme sua posição em relação a outras indústrias (base) ou ao mercado (ponta) como também a complexidade tecnológica envolvida na sua fabricação. Tecnologia menos complexa é classificada como indústria de base, e de ponta aquela com maior número de etapas para fabricação.

- Indústria de Base: por exemplo, a Petroquímica - trata-se de uma indústria de base, pois seus produtos (plásticos, fibras, elastômeros) são direcionados a outras indústrias, principalmente as de transformações físicas.
- Indústria de Ponta: por exemplo, a Química Fina/ especialidades - trata-se de uma indústria de ponta, pois seus produtos são em geral dirigidos ao mercado consumidor, como exemplo: os defensivos agrícolas, que são formulados para uso na agricultura, os fármacos/medicamentos para as farmácias, hospitais e postos de saúde.

1.6. Por Tipos de Produtos

- Indústria Petroquímica
 - Produtos básicos
 - Produtos intermediários
 - Resinas termoplásticas
 - Resinas termoestáveis
 - Plastificantes
 - Elastômeros sintéticos
 - Fios e Fibras artificiais e sintéticas
 - Detergentes tensoativos
 - Solventes orgânicos
 - Outros produtos petroquímicos

- **Produtos da Química Fina**

Aditivos para alimento, perfumaria, cosméticos e indústria farmacêutica

Aditivos para borracha

Aditivos para plásticos

Aditivos de óleos lubrificantes

Explosivos

Fungicidas

Herbicidas

Inseticidas

Fármacos

Intermediário para corantes

Intermediário para defensivos

Intermediário para fármacos

Intermediário em geral

Corantes

Produtos aromáticos sintéticos (aromatizantes)

- **Produtos Químicos Naturais**

Intermediários naturais

Óleos naturais transformados

Óleos essenciais

Resinas naturais

Taninos naturais

Corantes naturais

- **Especialidades Químicas**

Podem ser subdivididas em duas categorias:

1) **Compostos funcionais:** em geral, tem mais, de um uso, isto é, pode ser aplicado em diferentes setores, mas com a mesma função. São eles:

- Absorventes de raios ultravioletas
- Antioxidantes
- Biocidas
- Catalisadores
- Corantes
- Enzimas
- Espessantes
- Inibidores de corrosão
- Pigmentos orgânicos
- Retardadores de chamas

2) **Compostos para uso:** em geral são formulados para uma determinada aplicação. São eles:

- Aditivos para impressão
- Aditivos para papel

- Aditivos para petróleo
- Aditivos para plásticos
- Aditivos para tintas
- Aditivos para fundição
- Aditivos para alimentos
- Aditivos para lama de perfuração
- Aditivos para processamento da borracha
- Especialidade para cosméticos
- Flavorizantes e fragrâncias
- Pesticidas formulados
- Produtos auxiliares para diagnósticos
- Produtos para limpeza industrial e institucional
- Produtos químicos para a indústria fotográfica
- Produtos químicos para a indústria têxtil
- Produtos químicos para indústria automotiva
- Produtos químicos para laboratório
- Produtos químicos para tratamento de água
- Produtos químicos para tratamento de superfícies
- Reagentes de flotação.

1.7. Indústrias de Processamento Químico

Esta classificação é adotada internacionalmente para as indústrias cuja base de operação é por processo químico e são conhecidas pela terminologia CPI (*chemical process industries*). Estas indústrias cresceram, de uma tal maneira, que criaram identidade própria. O grande porte econômico destes setores justifica uma classificação à parte, tendo como característica de apresentarem produtos finais simples, com mercados bem definidos e o fato de terem evoluído a partir de procedimentos empíricos nos seus primórdios. São exemplos de indústrias de acordo com essa classificação:

- Geração Termoelétrica
- Tratamento e Purificação de água e esgoto sanitário e industrial
- Coqueamento de carvão
- Processamento de Petróleo, incluindo-se destilação, craqueamento térmico e catalítico, reforma catalítica, dessulfurização, hidrotratamento, etc.
- Produção de cimento e cal
- Cerâmico e vidro
- Produção de metais ferrosos e não ferrosos
- Produtos eletro-térmicos e abrasivos
- Tratamento de couro
- Tingimento e acabamento têxtil
- Papel e celulose

1.8. Tipos de Empresas Químicas

A figura 5 apresenta as principais características conforme o tipo de indústria.

Figura 5: Tipos de Indústrias

Identificação	Características	Exemplos
Mega Empresa	<ul style="list-style-type: none"> Liderança mundial em todos os seus importantes mercados 	BASF, Bayer, Hoechst, DuPont, Dow, ICI
Empresa Especializada	<ul style="list-style-type: none"> Desfrutam de posição de especial competência em áreas e inovam constantemente Capacitação Tecnológica Conhecimento de Mercado Ampla cobertura geográfica 	Lonza (biocidas), Nalco (Tratamento de água), Great Lakes (produtos de bromo)
Empresa Orientada para Produção	<ul style="list-style-type: none"> Acesso a matérias-primas baratas Economia em escalas globais Estabilidade nas relações contratuais 	Sabic, Oxychem, Shell, Pequivem, Pemex
Empresa de Produtos de Consumo	<ul style="list-style-type: none"> Alta capacidade de atendimento ao consumidor Produção química como suporte 	Procter & Gamble, Eastman, Kodak, 3M, Unilever

1.9. Setores da Economia e Ligação com os Produtos Químicos

Setores da Economia	Tipo de Produto e/ou Aplicação Requerida da Indústria Química
Alimentos Processados	Ácidos, agentes de limpeza, desinfetantes, conservantes, flavorizantes antioxidantes e outros aditivos.
Têxteis	Alcalis, detergentes, corantes, alvejantes e fibras sintéticas.
Couro	Agentes tenantes e corantes.
Gráfica	Tintas de Impressão.
Papel e Celulose	Reagentes de digestão, alvejantes e adesivos
Vidro e Cerâmica	Barrilha, pigmentos e aditivos diversos.
Madeira	Conservantes, pesticidas, impermeabilizante, vernizes, tintas e adesivos.
Metalurgia	Ácido decapante, soda cáustica para alumina, aditivos para flotação e lixiviação de minérios.
Petróleo	Ácido sulfúrico, álcalis, solventes, aditivos para lama de perfuração de poços e plásticos especiais.
Construção Civil	PVC para tubulações de água e esgoto, tintas, vernizes,

	adesivos, selantes e plásticos para componentes domésticos.
Equipamento Elétrico	Plásticos para isolamento de fios e cabos, bases de apoio, caixas coletoras e distribuidoras.
Equipamento de Transporte	Plásticos para componentes variados de veículo, tais como: caixa de bateria, tanque de combustível e pára-choques, tintas e vernizes, adesivos selantes.
Eletrônica	Reagentes com altíssima pureza, com impurezas da ordem de partes por trilhão; utilizados na fabricação de "chips", adesivos para etapa de montagem e plásticos de engenharia para diversos componentes dos equipamentos.
Agricultura	Fertilizantes, pesticidas, medicamentos e aditivos alimentares para criação animal.
Construção Naval	Tintas, vernizes, revestimentos anticorrosivos especiais.
Farmacêutica	Substâncias químicas com efeito terapêutico, reagentes auxiliares de diagnóstico médico e plásticos para embalagens.
Eletrodomésticos	Plásticos para componentes diversos, adesivos, selantes, tintas e vernizes.
Produtos de Limpeza e Cosméticos	Desinfetantes, alvejantes, sabões, detergentes, substâncias químicas usadas em formulações cosméticas, tais como desodorantes, protetores de pele, cremes de barba, etc.
Artigos Domésticos Diversos	Plásticos.

2. Características da Indústria de Química Orgânica

2.1. Cadeias Produtivas

Existem várias maneiras de se trabalhar, estudar e entender a Indústria Química Orgânica, pois se trata de um complexo onde os inúmeros setores atuam e se relacionam. Cada setor compõe uma cadeia produtiva. Desta forma, a Sucroquímica, a Alcoolquímica, a Petroquímica, os Fármacos, os Defensivos Agrícolas, são exemplos de setores da Química Orgânica.

A Cadeia produtiva é composta por elos representados por matérias-primas, intermediários e produtos finais. Assim, a Petroquímica, por exemplo, é composta pelos seguintes elos:

- Matérias-Primas: Produção de olefinas e aromáticos (Indústria de Base)
- Intermediários: Insumos para outras indústrias do setor petroquímico (produção de butiraldeído, estireno, cloreto de vinila, etc.) ou de intermediários para setores da química fina (produção de clorobenzeno, ácido dicloroacético, etc.)
- Produtos finais: Polímeros para fibras, plásticos elastômeros (produção de polietileno, copolímero de estireno-butadieno (SBR), poliacrilonitrila).

2.2. Integrações Verticais e Horizontais

Muitas destas indústrias são integradas verticalmente, isto é, atuam em mais de um elo na cadeia produtiva. Desta maneira, uma indústria que produz etilbenzeno, estireno e poliestireno é uma indústria que integra intermediários (etilbenzeno e estireno) e final (poliestireno) na Cadeia Produtiva Petroquímica.

No caso da indústria petroquímica os produtos finais seguem para a indústria de transformação onde, por exemplo, um polímero é transformado, isto é, moldado: soprado, injetado ou extrusado, gerando um plástico. Exemplos práticos disso são as garrafas que seguem para uma outra indústria como a de refrigerantes, ou um recipiente de plástico que poderá ir para o setor de embalagem de uma indústria de alimentos, ou ainda, outros artefatos que seguem para indústria automobilística, assim como para a de computadores, de geladeiras, telefones e etc.

No caso da indústria de intermediários, esta pode se integrar também horizontalmente significando que pode produzir produtos cujo destino seguem elos distintos na cadeia produtiva, isto é, mercados distintos como é o caso do n-butiraldeído que pode tanto ser transformado em n-butanol (utilizado como solvente) ou pode ser convertido a 2-etilhexanol (utilizado na produção de plastificante, ftalato de 2-etilhexila, para PVC).

2.3. Tipos de Produtos

Os Compostos Químicos são comercializados pela seguinte ótica do mercado:

Maior oferta ⇔ menor preço

Menor oferta ⇔ maior preço

Neste sentido, Kline classifica os produtos químicos em:

- **Commodities:** São produtos que são de fácil acesso, mesmas especificações, vários produtores o produzem e em grande escala, o seu preço é global.
- **Pseudo-Commodities:** Diferencia-se dos produtos, *commodities* pela especificação do produto. A classe de substâncias que melhor se enquadra são os polímeros, por exemplo, os polietilenos de alta e de baixa densidade, e polietileno linear de baixa densidade. Para cada uma destas três classes existem vários produtores mundiais, porém, no mesmo tipo de polímero, os produtores se distinguem nas propriedades dos polímeros (ex. no Peso Molecular), implicando em diferentes "performances", "grades" e por conseqüência distintas aplicações.
- **Química Fina:** Os produtos da Química Fina são aqueles que em geral exigem maior número de etapas de síntese para fabricação e tem maior complexidade tecnológica. São produtos com especificações rígidas, cabendo a eles a principal qualidade, ou seja, a função desejada no produto final. Por exemplo: o ácido 3-piridino carboxílico é o princípio ativo do Niacin, vitamina anti-pelagra.

- **Especialidades:** São produtos formulados para uso. Um fármaco (princípio ativo), produto de química fina se transforma em especialidade quando formulado, ou seja, um medicamento. As especialidades podem ter várias formulações e com isto várias apresentações.

Por exemplo: o medicamento Luftal[®] do Laboratório Bristol-Myers Squibb Brasil é uma especialidade que pode ser apresentada em forma de comprimido ou em gotas. Em caixa com 20 comprimidos ou em gotas em frasco de 10ml. Cada comprimido contém 40 mg de dimecotina ou cada ml (30 gotas) contém 75 mg de dimecotina. A dimecotina é o princípio ativo que tem a ação terapêutica, no caso, como antinflamatório, que alivia o mal estar gástrico causado por excesso de gases e por consequência da distensão abdominal por eles causada devido à aerofagia.

Outro exemplo é o medicamento Cewin[®] marca registrada da Sanofi-Synthelabo Farmacêutica Ltda., cujo princípio ativo é o ácido ascórbico ou vitamina C. A SANOFI apresenta o Cewin[®] na forma de comprimidos (especialidades) contendo em sua formulação 500mg do ácido ascórbico (princípio ativo) e excipientes (metilcelulose, hipromelose, dióxido de silício, óleo de rícino hidrogenado e estearato de magnésio) e na forma de solução oral (gotas) contendo 200 mg de ácido ascórbico e excipientes (ácido cítrico, bicarbonato de sódio, benzoato de sódio, amido de milho, lactose, aspartame, aroma, artificial, de laranja, corante amarelo crepúsculo e corante amarelo tetrazina).

2.4 Fontes de matérias-primas

Uma das maneiras de se classificar a Indústria Química Orgânica é pelas fontes de matérias-primas que são:

- O Petróleo e o Gás Natural
- O Carvão
- Os Óleos e Gorduras
- Os Carboidratos

No entanto, estas fontes não têm como destino somente a Indústria Química, que, de uma maneira em geral, consome em torno de 10% destas frente a outras demandas dessas matérias-primas. Assim, o Petróleo tem na energia e no transporte sua maior demanda, o carvão a siderurgia, os óleos e gorduras a indústria de alimentos, e os carboidratos se destinam para a indústria têxtil, combustível, pelo uso do álcool etílico e a indústria de alimentos. A seguir será detalhado um pouco sobre cada fonte de matéria-prima.

2.4.1 Petróleo

Esta fonte separa, por destilação, o petróleo em frações as seguintes matérias-primas: o gás natural associado, o Gás liquefeito de petróleo (GLP), a nafta, a gasolina, o querosene, óleo combustível e outros. O esquema a seguir mostra esse processo.

Destas frações se destacam como matérias-primas, a nafta e o gás natural muitas vezes associado ao petróleo. Estas frações são processadas nas chamadas centrais de

matéria-prima. No Brasil, as centrais de matérias-primas estão localizadas nos Pólos Petroquímicos, como: a Petroquímica União (PQU), em São Paulo; a BRASKEM, (ex-Petroquímica do Nordeste COPENE), na Bahia; a Companhia Petroquímica do Sul (COPEL), no Rio Grande do Sul. Estas centrais fazem uso da nafta para gerar olefinas e aromáticos, substâncias que se constituem no primeiro elo da cadeia produtiva, onde são processadas nas chamadas indústrias de Segunda e Terceira geração dos pólos petroquímicos, transformando-se em produtos intermediários e finais da cadeia exclusivamente petroquímica.

No Rio de Janeiro, foi implantado o pólo Gás Químico. Este pólo, utiliza o etano contido no gás natural para produzir eteno que, por sua vez, é convertido em polietileno na Empresa Rio Polímeros.

2.4.2 Carvão

O carvão foi historicamente, muito importante para a indústria química até a Segunda Guerra Mundial, sendo principalmente explorado pela Inglaterra e Alemanha onde foi utilizado como fonte de gás de síntese, de combustíveis e de alcatrão que é rico em aromáticos, sendo os aromáticos, matérias-primas básicas para fabricação de corantes. O declínio de seu como matéria-prima foi devido ao crescimento da indústria de petróleo/petroquímica. Cabe observar que a escolha do segundo pólo instalado em Triunfo, no Rio Grande do Sul foi devida a este estado dispor de carvão como insumo energético.

2.4.3 Óleos e Gorduras

Óleos e Gorduras são considerados fontes renováveis de matérias-primas e sua relevância no Brasil está relacionada à extensão territorial e ao clima tropical. Com certeza sua contribuição é dispersa e pequena em volume devido não se ter disponível tecnologia para seu aproveitamento, uma vez que, nos países ditos desenvolvidos estas fontes de matéria-prima não são abundantes como no caso do Brasil.

Gorduras e óleos vegetais são triglicerídeos, ésteres de ácidos graxos saturados e insaturados podendo ser de origem vegetal e animal.

Os tradicionais usos dos triglicerídeos são:

- A produção de sabão, através da saponificação com hidróxido de sódio.
- A degradação em glicerol e ácidos graxos que constitui uma rica fonte de intermediários para química fina.
- A produção de álcoois graxos, através da trans-esterificação, produz matéria-prima de propriedades lubrificantes.
- A produção de epóxidos a partir dos óleos insaturados assumindo propriedades importantes para uso em tenso-ativos. Estes produtos são parte importante da indústria de cosméticos que podem ser considerada a de maior crescimento na última década deste século.

Neste novo século XXI, o uso dos triglicerídeo tem sido estimulado para produção de "biodiesel." A princípio, mais como aditivo ao diesel Este é obtido pela transesterificação do

glicerol por metanol, internacionalmente e também no Brasil, embora aqui também pode se utilizar dependendo da disponibilidade e tecnologia e especificações de regulação o etanol no lugar do, metanol.

2.4.4 Carboidratos

Encontrados em várias fontes de matérias-primas naturais, podem ser subdivididos resumidamente em quatro núcleos:

- Sacarose
- Amido
- Celulose
- Gomas

A) A Sacarose

O processo de transformação de carboidratos é a fermentação. No caso da Sacarose, cuja principal fonte no Brasil é a cana-de-açúcar, a sua transformação é a simples hidrólise tendo como produtos a glicose e a frutose. A glicose pode sofrer uma série de reações como a oxidação em ácido glucônico (aditivo para alimento), ser reduzida a sorbitol (resinas alquídicas e precursor do ácido ascórbico -vitamina C), e esterificada a alfa-metilglicosideo (resinas alquídicas).

No Brasil os principais usos da sacarose são como adoçante (açúcar) e sua conversão em álcool, o etanol hidratado, utilizado diretamente como combustível ou na sua forma anidra como aditivo a gasolina, tendo em vista seu poder antidetonante, conferindo maior octanagem.

B) O Amido

O amido é encontrado, principalmente no Brasil, na mandioca, que é considerada cultura de subsistência no Brasil. No entanto, na indústria química é empregado na indústria de adesivos e como agente de acabamento na indústria têxtil e na produção de papel.

C) A Celulose

É obtida principalmente da madeira e o seu destino principal é a produção de papel. No entanto, há uma série de derivados como a metilcelulose, carboximetilcelulose e hidroximecelulose que são utilizadas como agente espessante em produtos solúveis em água, nas indústrias de tintas, alimentos, adesivos e detergentes. Já os ésteres, acetatos, nitratos etil e propionato de celulose são usados em produtos insolúveis em água na indústria têxtil, em filmes e laqueados.

A celulose vem sendo objeto de pesquisa tecnológica para produção de álcool etílico, de bagaço de cana, visando maior produtividade do uso deste como combustível, no caso do Brasil e internacionalmente de milho, ou outros carboidratos rico em celulose.

D) AS Gomas

São polímeros cuja unidade difere da glicose. A goma Agar-agar típica consiste de uma cadeia de unidades de manose e uma de galactose. As principais gomas são: a pectina (obtidas de frutas cítricas), a gelatina (obtida de pele e de ossos de animais), xantana (obtida de frutas, alginatos - extratos *seaweed*) e a goma arábica (obtida de extrato de árvores).

As gomas podem ser modificadas quimicamente gerando várias aplicações como na produção de papel, como agentes floculantes usados na precipitação de minerais, como agente espessante e como *binder*, ligantes em pigmentos para impactar cor e desenho nas roupas. A Goma xantana é um polímero complexo de glicose, apresentando como característica importante, viscosidade constante em uma larga faixa de temperatura e pH, sendo usada como componente em lama de perfuração de petróleo onde sua propriedade espessante na água, é usada para, recuperação do óleo, cru, não obtido de outra maneira.