

# **Procedimento de Produção de Elemento Aglomerante**

**Linowesley Teixeira Valentim**

Volta Redonda

2013

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	5
2. ABAIXO O FLUXO DO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA A PRODUÇÃO DE AGLOMERANTES.....	5
3. INTRODUÇÕES TEÓRICAS .....	6
3.1. Destilação industrial .....	6
3.2. Condensação .....	7
3.3. Ebulição.....	7
3.4. Destilar .....	7
3.5. Solute .....	7
3.6. Solvente .....	7
3.7. Solução .....	7
3.8. Decantar.....	8
3.9. Refinaria de Alcatrão.....	8
3.10. Fração do Alcatrão .....	8
4. DESTILAÇÃO SIMPLES.....	8
5. RESTRIÇÕES DA DESTILAÇÃO SIMPLES E MÚLTIPLAS DESTILAÇÕES.....	9
6. DESTILAÇÃO FRACIONADA.....	9
7. DESENVOLVENDO O CONHECIMENTO SOBRE DESTILAÇÃO (EVAPORAÇÃO E CONDENSAÇÃO) .....	11
8. DESTILAÇÃO DO ALCATRÃO.....	11
9. TIPOS DE SUBSTÂNCIAS .....	13
9.1. Substâncias orgânicas .....	13
9.2. Substâncias inorgânicas.....	13
10. IMPORTÂNCIA .....	14
11. ENTENDENDO AS CADEIAS.....	14
12. HIDROCARBONETOS.....	14
12.1. Eteno .....	14
12.2. Polímero .....	15
13. INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR.....	16
14. POLIMERIZAÇÃO.....	16

15. DETALHANDO A REAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO .....	16
16. OBSERVAÇÃO .....	16
17. EXPERIÊNCIA DE PROVA.....	17
18. PROPRIEDADES DOS POLÍMEROS.....	17
19. CONCLUSÃO .....	19
20. ANEXOS .....	21

## LISTA DE FIGURAS

Imagem 1 - Fluxo Produtivo .....	5
Imagem 2 - Fluxograma de atividades para produção de elemento aglomerante .....	6
Imagem 3- Coluna de destilação fracionada, utilizada em refinaria de petróleo, tendo como resíduo o Piche não conforme [ 8 ]. .....	10
Imagem 4 - Molécula do Etileno .....	15
Imagem 5 - Cadeia do Polietileno .....	15
Imagem 6 - Ramificações, propriedades adquiridas no processo de polimerização. ....	18

## 1. APRESENTAÇÃO

Esse procedimento tem como objetivo mostrar uma rota dinâmica de produção de elementos aglomerantes (Piche) para uso na produção de alumínio.

O Procedimento de Produção de elemento aglomerante, é um documento que tem como objetivo formalizar a sua produção, assim como dispor conteúdo informativo, padronizando o conhecimento e o conteúdo por todos envolvidos na produção desse produto, buscando qualidade e eficiência operacional e consequente qualidade do produto final.

## 2. ABAIXO O FLUXO DO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA A PRODUÇÃO DE AGLOMERANTES

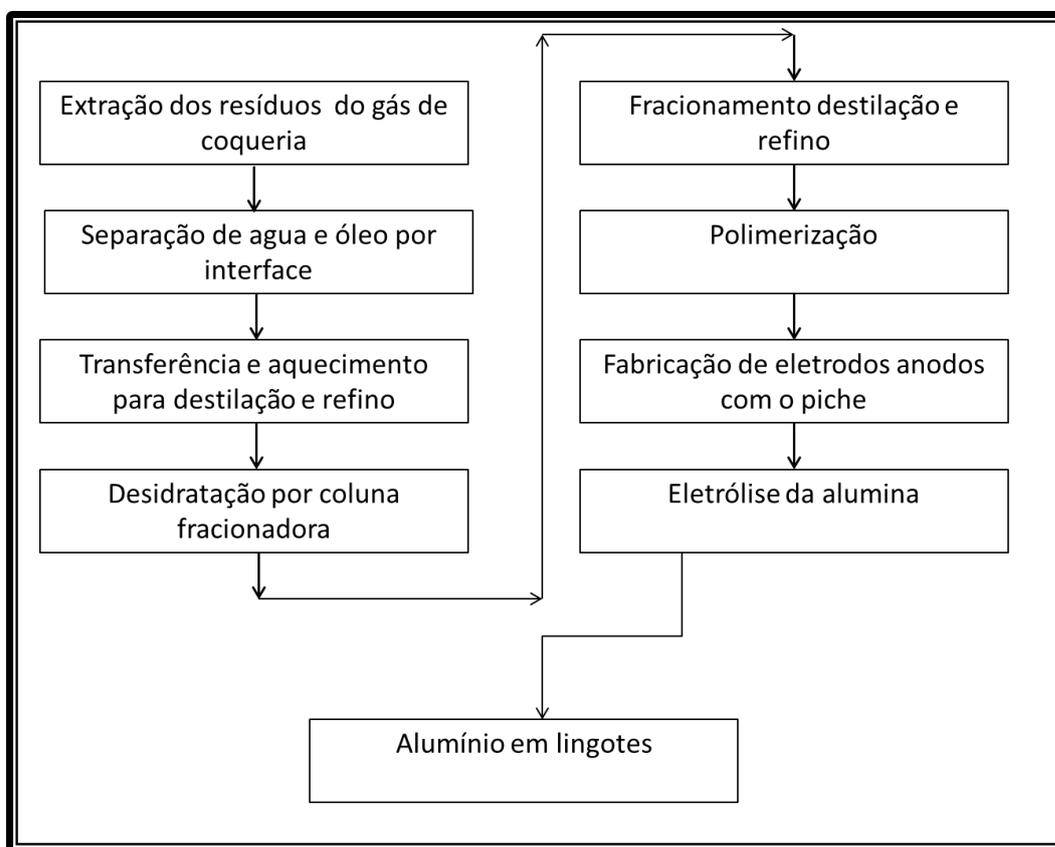


Imagem 1 - Fluxo Produtivo



\* 
$$\text{Temperatura do reator}(360^{\circ}\text{C}) = \frac{(\text{Temperatura Base Fracionadora} \times \text{Vazão de Transferência}) + (\text{Temperatura da fornalha} \times \text{Vazão de Recirculação})}{\text{Vazão de Transferência} + \text{Vazão de Recirculação}}$$

Imagem 2 - Fluxograma de atividades para produção de elemento aglomerante

### 3. INTRODUÇÕES TEÓRICAS

#### 3.1. Destilação industrial

É um método de separar soluto de solvente. É uma técnica para separar um solvente de um soluto no qual se observam três fenômenos: condensação,

vaporização (ebulição), destilar e decantar. Para compreender a destilação em indústrias é necessário conhecer o significado de: soluto, solvente, solução.

### **3.2. Condensação**

É a transformação de vapor em líquido.

### **3.3. Ebulição**

É a transformação de líquido em vapor (gás).

Portanto: ebulição + condensação = destilação

### **3.4. Destilar**

Significa transformar o solvente em vapor e condensá-lo novamente. Assim separa-se o solvente do soluto

### **3.5. Soluto**

É o sólido que se dissolve no líquido.

### **3.6. Solvente**

É o líquido que dissolve o sólido.

O soluto se dissolve no solvente, formando uma solução.

### **3.7. Solução**

É a mistura de um sólido com um líquido, sem que se possa ver o sólido. A solução é sempre transparente, pois se pode ver através dela.

Quando se dissolve uma substância colorida na água, a solução fica transparente e colorida. Apesar de colorida, dá para ver através da solução.

### **3.8. Decantar**

Serve para separar um sólido de um líquido, quando estão misturados.

### **3.9. Refinaria de Alcatrão**

É uma fábrica onde o Alcatrão é separado em frações, por meio de destilação fracionada.

### **3.10. Fração do Alcatrão**

É parte de uma mistura de substâncias com pontos de ebulição próximos, obtida pela destilação fracionada do Alcatrão. As principais frações do Alcatrão, em ordem crescente de pontos de ebulição, são:

Piche;

Antrafen;

Creosoto;

Naftaleno;

Óleo desinfetante.

## **4. DESTILAÇÃO SIMPLES**

Destilação pode ser usada para separar as substâncias de uma mistura homogênea. Observamos que, separando o sal (cloreto de sódio) da água do mar, não restava nem um pouco do mesmo na água. Essa separação foi feita num aparelho de destilação simples, porque cloreto de sódio e água têm pontos de ebulição muito diferentes. O ponto de ebulição do cloreto de sódio é de 1.440°C, muito maior que o da água, de 100°C. Não há jeito de essas substâncias serem destiladas ao mesmo tempo.

## **5. RESTRIÇÕES DA DESTILAÇÃO SIMPLES E MÚLTIPLAS DESTILAÇÕES**

Se os pontos de ebulição das substâncias são próximos, a separação é mais difícil. É o caso, por exemplo, dos componentes do Alcatrão. Neste caso, quando uma substância ferve, a outra também ferve, e as duas são destiladas juntas. Porém, será destilado maior volume da substância de ponto de ebulição mais baixo, que é a substância mais volátil.

Se esse destilado for colocado num outro aparelho de destilação e submetido a nova destilação, vai acontecer a mesma coisa. Vai se formar um destilado com um pouco mais da substância mais volátil. Repetindo-se as destilações muitas vezes, vai-se obtendo um destilado com mais e mais da substância mais volátil, até se obter só ela, purinha.

## **6. DESTILAÇÃO FRACIONADA**

Repetir o processo de destilação é muito complicado, por isso existe um modo mais fácil: a destilação fracionada, que é um método de separação de misturas de líquidos, que consiste em que uma parte da mistura é destilada, tornando-se mais rica na substância mais volátil, isto é, de ponto de ebulição mais baixo. Essa parte é novamente destilada, obtendo-se um líquido ainda mais rico na substância mais volátil.

Continua-se o processo, até que reste apenas a substância mais volátil. Na destilação fracionada essas destilações múltiplas são feitas de uma vez, através de uma coluna de fracionamento.

Um aparelho de destilação fracionada é quase igual a um de destilação simples. Só tem a mais a coluna de fracionamento, entre o balão de destilação e o condensador. Nas refinarias de Alcatrão, a coluna de fracionamento é um tubo mais alto. Dentro dele, existem placas, cada uma com um furo, conforme a imagem 3.

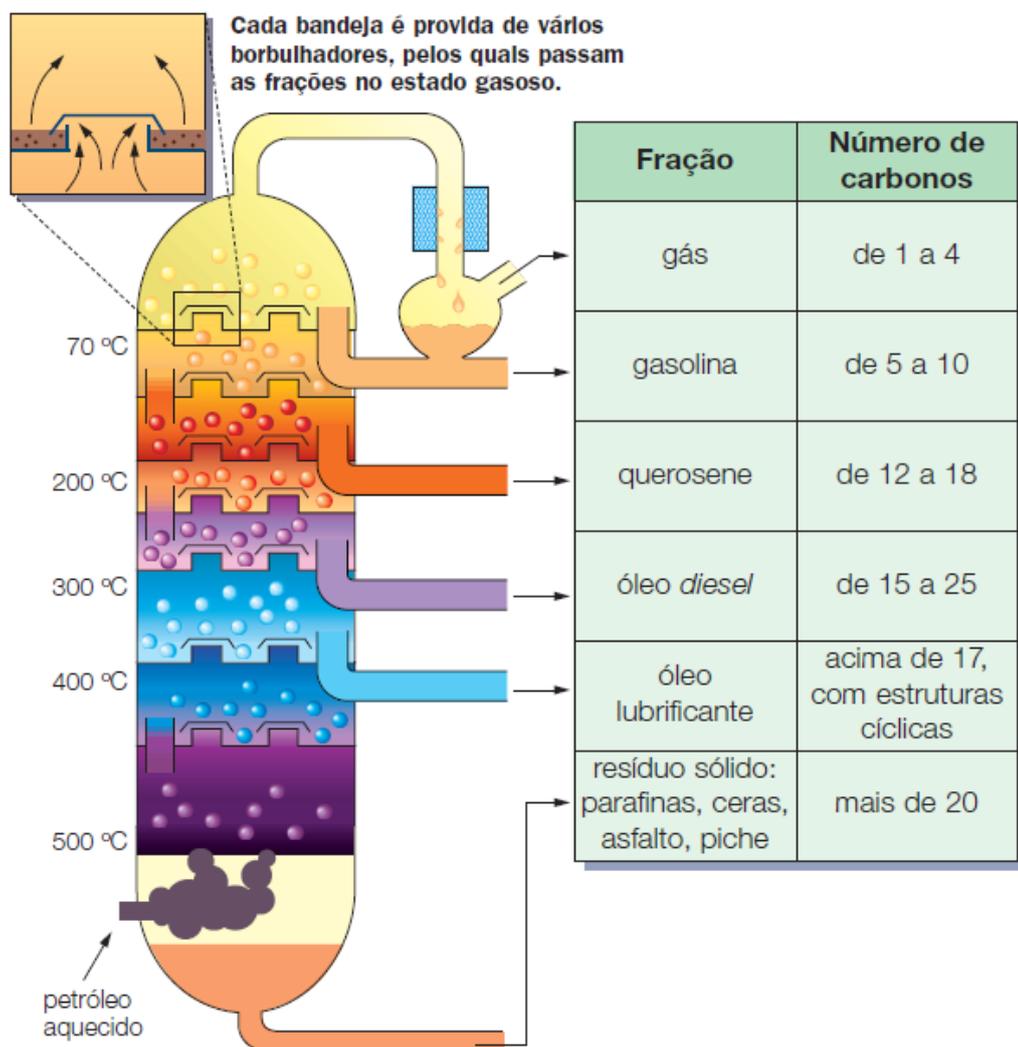


Imagem 3- Coluna de destilação fracionada, utilizada em refinaria de petróleo, tendo como resíduo o Piche não conforme [ 8 ].

Geralmente, há dezenas de placas numa coluna. Cada uma funciona como um aparelho de destilação. O líquido entra em ebulição numa placa, originando vapor, que contém um pouco mais da substância mais volátil. Esse vapor se condensa na placa de cima e, assim, em cada placa, há maior volume da substância mais volátil que na placa anterior. Na última placa, essa substância pode estar pura.

Note que dissemos “pode estar pura”, pois isso nem sempre ocorre, pois às vezes, encontra-se ainda uma mistura na última placa. Essa mistura, no entanto, conterá maior volume de substâncias de maior volatilidade que a mistura original. É

isso o que acontece na destilação fracionada do Alcatrão, cujo objetivo não é a obtenção de substâncias puras, e sim a separação de frações do Alcatrão.

Essas frações são misturas de substâncias com pontos de ebulição muito próximos.

## **7. DESENVOLVENDO O CONHECIMENTO SOBRE DESTILAÇÃO (EVAPORAÇÃO E CONDENSAÇÃO)**

Aquecendo água, as partículas se movimentam mais depressa, tornando-as mais soltas e livres. A partir daí, começa a formação de vapor. Para que o processo ocorra e para as partículas de um líquido ficarem livres, é necessário aquecê-lo. No início do aquecimento, apenas poucas partículas se movimentam depressa e, por isso, forma-se pouco vapor.

A determinada temperatura, muitas partículas ficam rápidas. Essa temperatura é a temperatura de ebulição do líquido. Nessa temperatura o líquido ferve e as partículas de algumas substâncias atraem-se mais do que as de outras. Quando as partículas se atraem fortemente, precisa-se aquecer mais o líquido para ele se transformar em vapor. Então, sua temperatura de ebulição é maior. Por isso as substâncias têm temperaturas de ebulição diferentes.

Partículas de água em forma de vapor batem em todo lugar, pois se movem rapidamente. Quando batem em alguma coisa fria, o vapor se transforma em líquido. Diz-se que o vapor condensa.

## **8. DESTILAÇÃO DO ALCATRÃO**

A destilação fracionada do Alcatrão separa as substâncias em várias frações. Cada fração é composta de uma mistura de substâncias. Fração leve é aquela que tem ponto de ebulição baixo e é formada de moléculas pequenas

(moléculas com poucos átomos). Fração pesada é a de ponto de ebulição alto, formada de moléculas grandes (com muitos átomos).

Quanto maiores as moléculas, tanto maior é a força de atração entre elas, por isso é preciso maior aquecimento para as moléculas se separarem e passarem para o estado gasoso. Por isso o ponto de ebulição da substância é mais alto.

O Alcatrão é uma mistura de muitas substâncias. Na refinaria de Alcatrão, as substâncias são separadas por destilação.

A substância que tem ponto de ebulição mais baixo vaporiza primeiro e se transforma em vapor. É possível separar por destilação simples, líquidos que fervem em temperaturas bem diferentes.

Se os líquidos misturados fervem em temperaturas mais ou menos próximas, não é possível separá-los por destilação simples. É preciso fazer uso de um processo mais sofisticado, chamado destilação fracionada (que é a mesma coisa que fazer várias destilações simples).

Ao fazer a destilação simples de uma mistura de dois líquidos que têm pontos de ebulição próximos, os líquidos vão vaporizar ao mesmo tempo. Recolhendo os primeiros vapores, vemos que esse vapor vai ter maior concentração da substância de ponto de ebulição mais baixo. Resfriando esse vapor, a composição do líquido não mudará. Destilando esse novo líquido, os primeiros vapores terão maior concentração da substância de ponto de ebulição mais baixo. E assim por diante.

Em vez de repetirmos várias vezes a destilação simples, fazemos a destilação fracionada, usando uma coluna comprida. Os líquidos de pontos de ebulição próximos vão vaporizar juntos. Um deles vira vapor um pouquinho antes. Então, no vapor vamos ter mais dessa substância que da outra. Como a coluna é grande, a parte de cima é mais fria.

Esse vapor rico de substância de ponto de ebulição mais baixo vira líquido, no entanto sobe um maior volume de vapor quente, fazendo o líquido que se formou

na coluna ferver novamente, gerando o mesmo processo. O novo vapor vai ter mais da substância que tem ponto de ebulição mais baixo.

A separação dos compostos do Alcatrão é feita em colunas de fracionamento. Na parte de cima da coluna sai a substância que ferve primeiro. A destilação fracionada é usada para separar qualquer mistura de substâncias de pontos de ebulição próximos.

Por exemplo, o oxigênio e o nitrogênio do ar são separados por destilação fracionada. O nitrogênio (PE =  $-196^{\circ}\text{C}$ ) e o oxigênio (PE =  $-183^{\circ}\text{C}$ ) têm pontos de ebulição próximos. Eles são gases na temperatura em que nós estamos. Mas se esses gases forem colocados num frasco e a temperatura for abaixada, eles viram líquido. Para facilitar essa liquefação é aplicada pressão também. Depois se faz a destilação fracionada.

O Alcatrão é uma mistura complexa de várias substâncias. Contém principalmente hidrocarbonetos (substâncias formadas só de carbono e hidrogênio), que nós usamos como fonte para fabricação do Piche.

## **9. TIPOS DE SUBSTÂNCIAS**

### **9.1. Substâncias orgânicas**

São formadas pelos elementos carbono e hidrogênio, podendo também conter oxigênio e nitrogênio e alguns outros elementos. Pela combinação desses poucos elementos chega-se a milhões de substâncias orgânicas. Elas constituem toda a variedade de seres vivos que conhecemos. Também formam os compostos artificiais, como os plásticos, tecidos sintéticos.

### **9.2. Substâncias inorgânicas**

São formadas pelo resto dos quase cem elementos naturais. Apesar de serem formadas por um número maior de elementos, conhecemos mais substâncias orgânicas do que substâncias inorgânicas.

## **10. IMPORTÂNCIA**

Por que alguns poucos elementos podem dar origem a um número enorme de compostos? O segredo está numa propriedade do elemento carbono pois, é capaz de formar cadeias. Você já conhece alguns compostos de carbono com oxigênio: monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

## **11. ENTENDENDO AS CADEIAS**

Todos os átomos de um composto orgânico estão ligados, formando cadeias. Formar cadeias significa que dois ou mais átomos de carbono estão ligados uns aos outros, como se fosse uma corrente. Cada elo da corrente corresponde a um átomo de carbono, podendo ser representado da forma C-C-C-C-C-C-C-C. O traço entre os átomos indica a ligação entre eles. Só essa cadeia de átomos de carbono não representa nenhum composto orgânico, servindo somente como exemplo de formação de uma cadeia. Os átomos de carbono podem formar ligações uns com os outros, formando cadeias muito longas, de até milhares de átomos, como no caso dos plásticos, por exemplo.

## **12. HIDROCARBONETOS**

Todos os compostos formados apenas de carbono e hidrogênio.

### **12.1. Eteno**

É também chamado de etileno: tem uma ligação dupla entre dois átomos de carbono, por ser formado apenas de carbono e hidrogênio é classificado como um hidrocarboneto, que tem fórmula molecular C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.

## 12.2. Polímero

A substância formada pela repetição, de uma molécula, é um composto em que uma mesma molécula (ou um grupo de átomos) se repete, formando uma cadeia.

Observe a molécula do etileno na Imagem 04 e a formação do polímero polietileno na Imagem 5. O polietileno é um dos plásticos mais utilizados no dia a dia. É uma substância formada de moléculas muito grandes, que por sua vez são formadas pela reação de muitas moléculas pequenas.

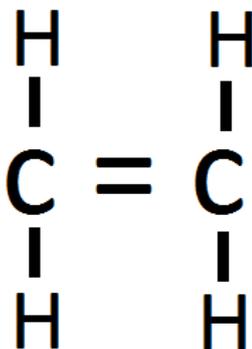


Imagem 4 - Molécula do Etileno

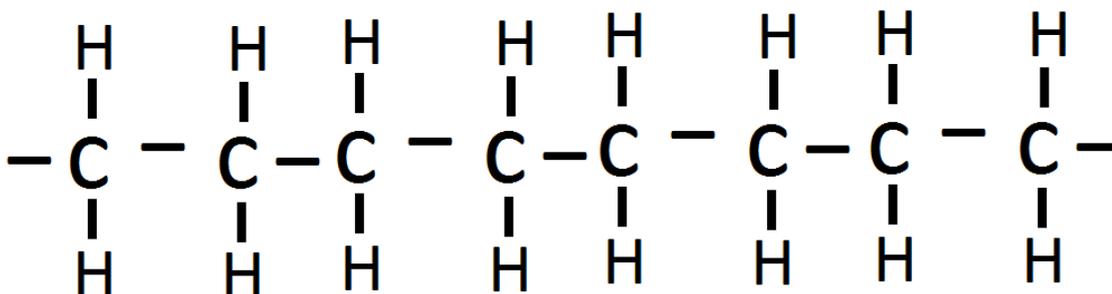


Imagem 5 - Cadeia do Polietileno

### **13. INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR**

Os plásticos são feitos de moléculas enormes, mas muito simples. O plástico mais comum, usado para fazer saquinhos, chama-se polietileno.

O polietileno é fabricado com um hidrocarboneto com 2 átomos de carbono. É feito com um composto chamado eteno (também chamado etileno), por um processo de polimerização.

### **14. POLIMERIZAÇÃO**

É a reação de muitas moléculas pequenas se unirem para formarem moléculas grandes, que são as moléculas de polímero. Veja na Imagem 4, a formação do polietileno através da união de várias moléculas de etileno.

### **15. DETALHANDO A REAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO**

O etileno é uma molécula que tem uma ligação dupla entre dois átomos de carbono. Uma das duplas é mais fraca do que a outra, por isso, pode ser aberta. Este é o fato mais relevante para a polimerização de substâncias.

### **16. OBSERVAÇÃO**

Sempre que uma molécula é formada por dupla ligação, como no caso do etileno e de vários hidrocarbonetos, a segunda ligação é sempre mais fraca podendo ser rompida através da injeção de energia externa (calor) e possibilitando novas ligações.

Uma prova desta facilidade de abrir (quebrar) a segunda ligação é o fato de que compostos com uma dupla ligação reagem com iodo, e a dupla ligação se

transforma numa ligação simples. Dá para perceber que aconteceu essa reação porque o iodo perde a cor característica, castanho muito escuro.

## **17. EXPERIÊNCIA DE PROVA**

O óleo de soja tem uma cor castanha clara, quase mel, e possui muitas duplas ligações. A tintura de Iodo possui uma cor escura quase preta. Quando misturamos o Iodo ao óleo de soja observamos uma cor muito escura, mas se levarmos ao fogo e agitarmos a solução observamos que a cor caramelo do óleo de soja volta a predominar, pois o iodo se uniu as moléculas de óleo quando ocorreu a quebra das duplas ligações.

Compostos que têm uma ligação dupla entre dois átomos de carbono reagem com iodo. Percebe-se que houve reação porque o iodo castanho fica incolor depois da reação. E a segunda ligação é mais fraca, pois se rompe com a adição de energia térmica, possibilitando novas ligações.

Agora voltando a mostrar como ocorre a polimerização de hidrocarbonetos, e utilizando o etileno representando todos os demais hidrocarbonetos com dupla ligação, podemos mostrar a polimerização do etileno: o polietileno é formado só de moléculas de etileno. Na hora de formar o polietileno, uma das ligações que forma a dupla ligação do carbono se quebra devido ao acréscimo de energia térmica. Essa ligação que se abriu liga-se a outra molécula de etileno, que também tem a dupla ligação aberta. Assim se forma uma cadeia com milhares de átomos de carbono, ou seja, ocorre uma polimerização.

## **18. PROPRIEDADES DOS POLÍMEROS**

Moléculas de materiais que sofrem reações de polimerização, dentro de um reator polimerizador ou tanque polimerizador, modificam as suas propriedades físicas dependendo do nível de polimerização ocorrida ou do tipo de polimerização. A maciez, a resistência ao rasgo, o ponto de amolecimento (PA) e outras

propriedades dos polímeros, estão relacionadas com as suas estruturas. As propriedades dos polímeros dependem da grande interação entre as cadeias, as quais se modificam no polimerizador, durante a reação de polimerização.

Ainda utilizando o polietileno como elemento polimerizado para explicar a influência da polimerização nas propriedades dos materiais resultantes, podemos dizer que existem três tipos de polietileno.

A diferença entre eles (ou seja, entre suas propriedades) está na cadeia de átomos de carbono, que num tipo quase não tem ramificações, no outro tem algumas ramificações e no terceiro, muitas ramificações formadas no processo de polimerização no tanque polimerizador (reator polimerizador).

Dependendo das ramificações da cadeia de átomos de carbono, as propriedades do polietileno são diferentes, pois pode ser mais duro, rasgar mais facilmente, ser mais transparente ou ter ponto de amolecimento (PA) diferente, conforme o esquema representado na Imagem 6.

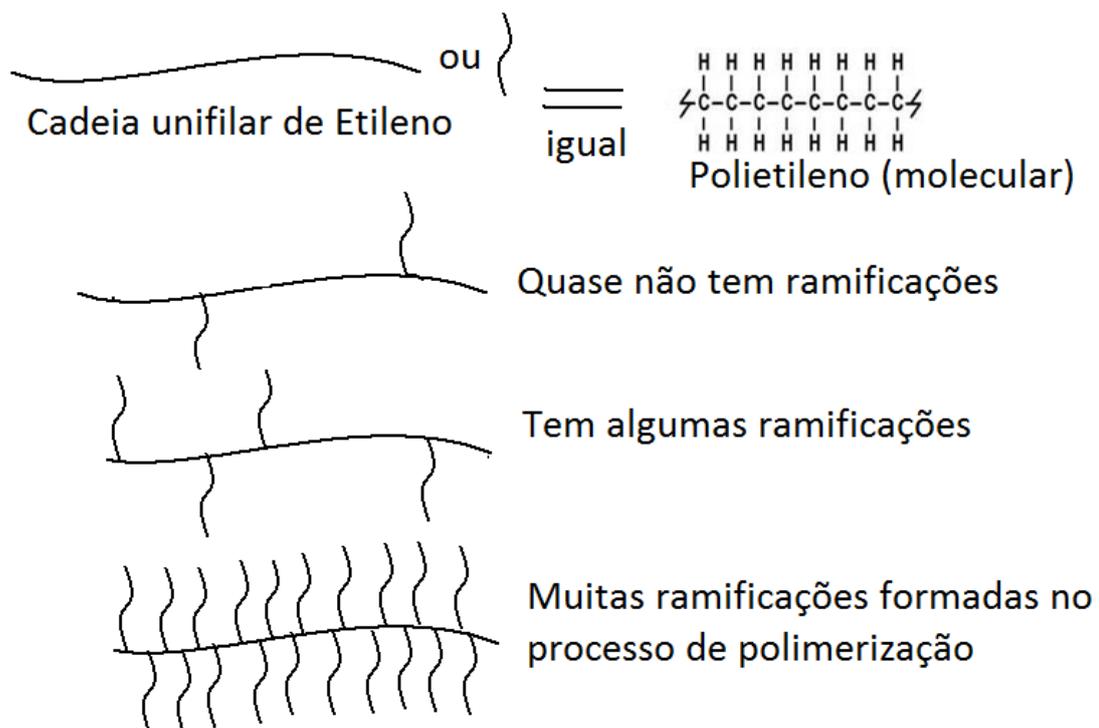


Imagem 6 - Ramificações, propriedades adquiridas no processo de polimerização.

A molécula que se forma é muito grande. A interação entre as moléculas é muito forte e isso dá ao plástico as propriedades especiais de substâncias muito estáveis.

A tendência é o ponto de amolecimento de uma substância aumentar de acordo com o tamanho de suas moléculas. Isso ocorre porque, quanto maiores forem as moléculas, mais forte será a interação entre elas, já que terão mais lugares para interagir.

Quando as moléculas de uma substância interagem fortemente, é necessário aquecer muito para fazê-la amolecer, pois para ocorrer o amolecimento é preciso que as moléculas se separem umas das outras.

Quanto menores forem as moléculas, mais fraca será a interação entre elas. Portanto, menos calor será necessário para que a substância amolecer, isto é, para separar suas moléculas.

O composto que vem depois do butano, com 5 átomos de carbono,  $C_5H_{12}$ , é líquido na pressão e temperatura ambiente. Daí em diante todos os hidrocarbonetos, até aquele com 16 átomos de carbono, são líquidos. Os hidrocarbonetos com mais de 16 átomos de carbono são sólidos. Isto mostra que, quanto maiores as moléculas, maior é a força de atração entre elas. Fica mais difícil separá-las, ou seja, é preciso aquecer mais. Por isso as moléculas maiores, com mais átomos, formam compostos sólidos, que só se transformam em líquido a temperaturas mais altas.

## **19. CONCLUSÃO**

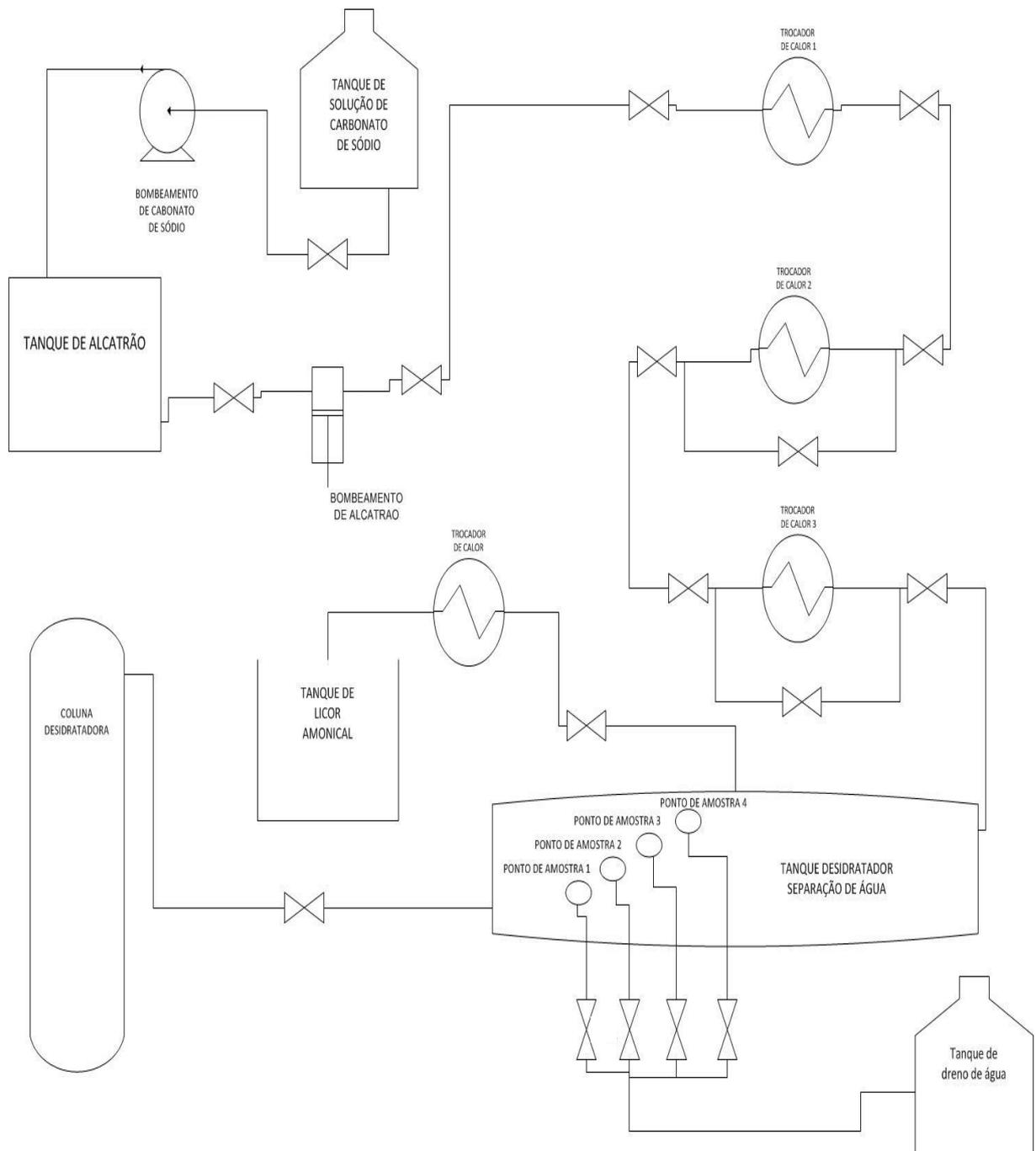
Quando o etileno (ou o Piche que também é formado por hidrocarbonetos) é aquecido sob pressão (em um reator polimerizador), as ligações dupla se abrem e as moléculas começam a se ligar umas com as outras, formando os fios. Os fios são formados por milhares de átomos, todos ligados. É por isso que esses materiais são chamados polimerizados. As cadeias se unem umas às outras e formam a substância Piche dentro das propriedades adequadas.

Os plásticos são materiais polimerizados muito resistentes. Eles não se dissolvem nos solventes comuns. Eles também não apodrecem como a madeira, nem enferrujam como o ferro. É por isso que objetos feitos de plástico têm de ser reciclados artificialmente, porque no caso deles não existe a volta à natureza.

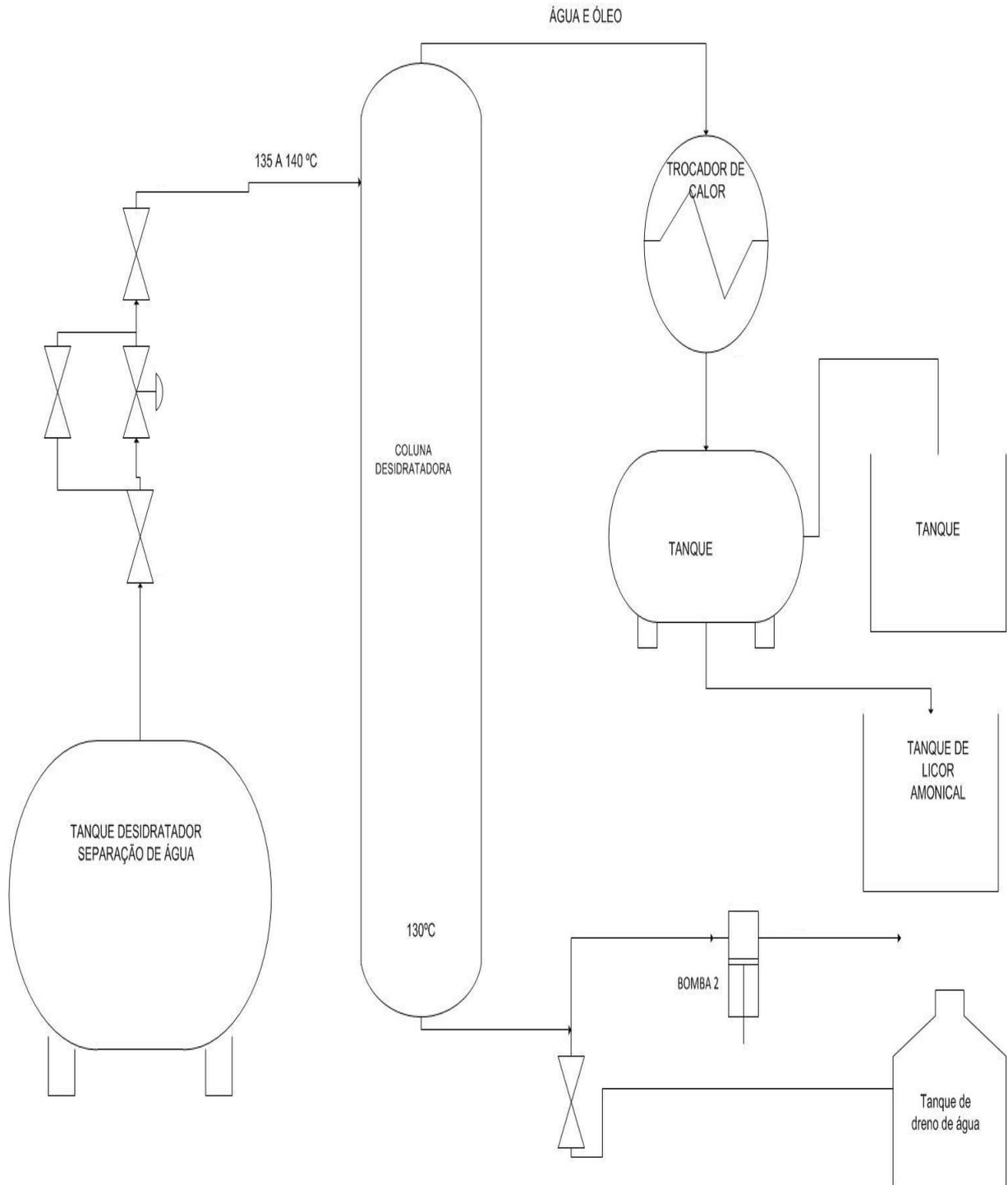
A reação de polimerização do etileno (formando o plástico) é semelhante a reações que ocorrem com outros hidrocarbonetos e hidrocarbonetos aromáticos, os quais formam o Piche da Hulha.

## 20. ANEXOS

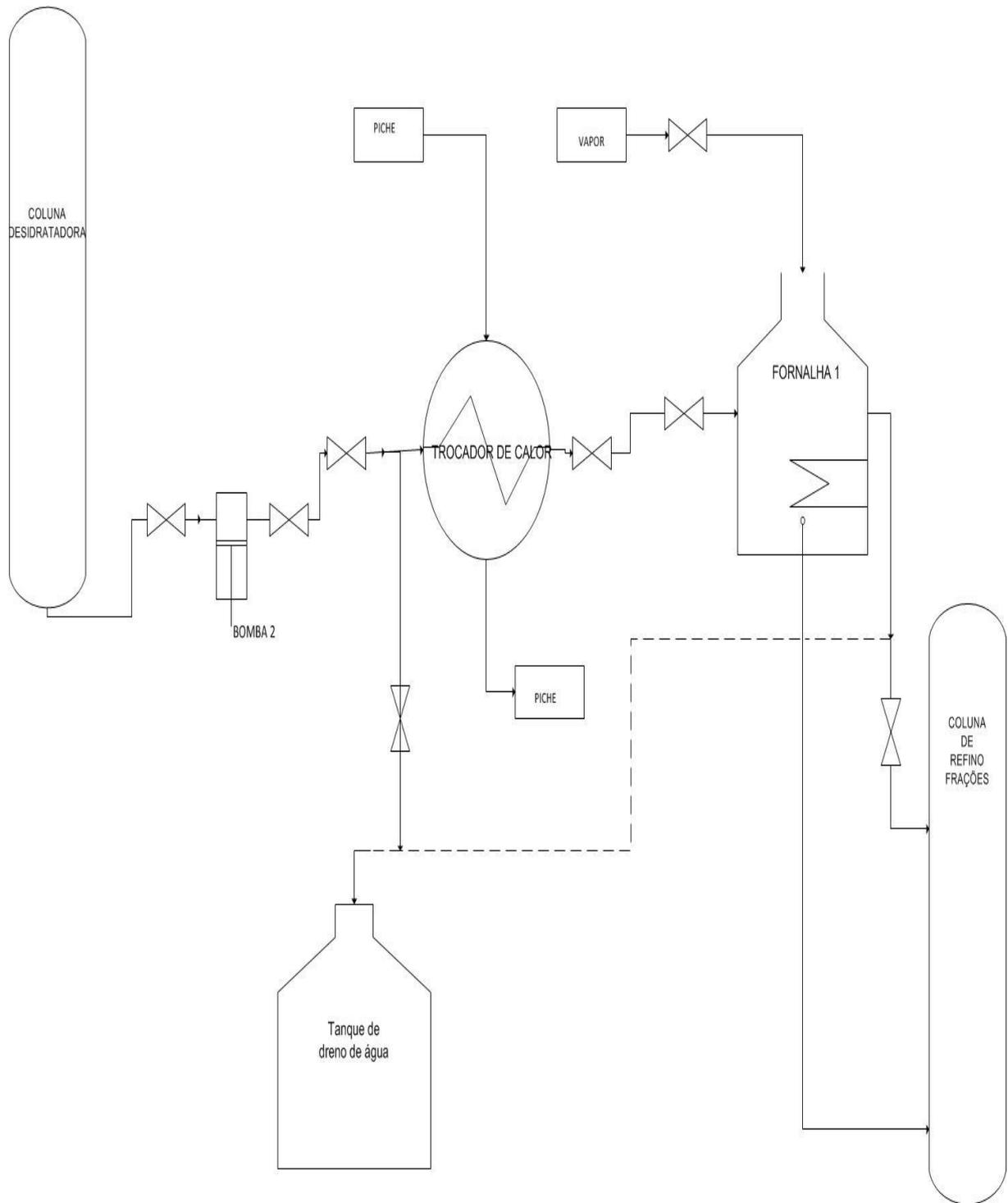
### ANEXO 1 - DIAGRAMA DA SEPARAÇÃO POR INTERFACE



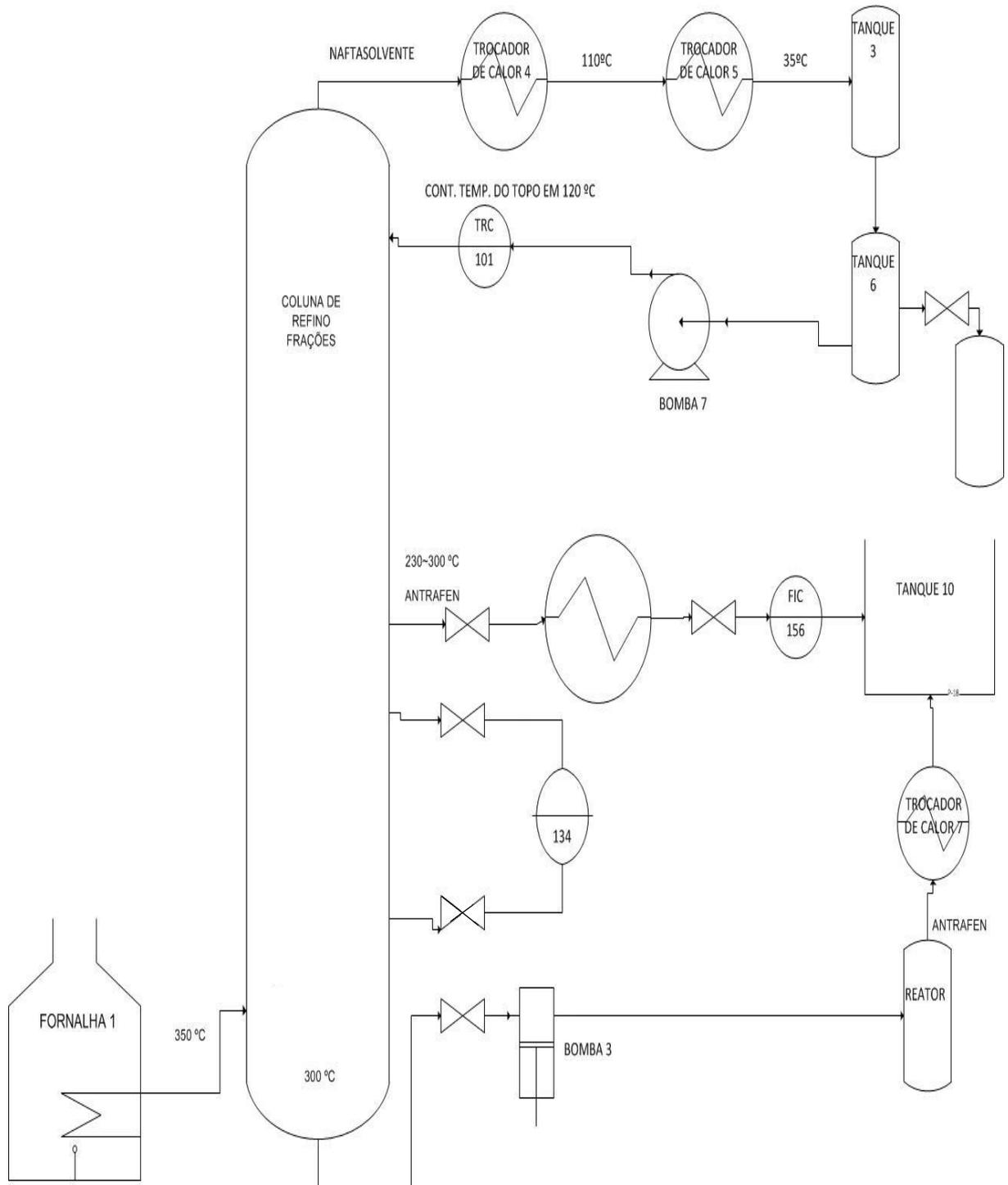
## ANEXO 2 - DIAGRAMA DA DESIDRATAÇÃO POR FRACIONAMENTO



### ANEXO 3 - DIAGRAMA DE AQUECIMENTO E TRANSFERÊNCIA PARA REFINO (FRAÇÃO)



## ANEXO 4 - DIAGRAMA DO REFINO POR DESTILAÇÃO FRACIONADA



## ANEXO 5 - DIAGRAMA REATOR POLIMERIZADOR

