



***Nitrocelulose***  
***Nitroglicerina***  
***Tetranitrato de pentaeritritol***  
***Nitroparafinas***

***Prof. Marcos Villela Barcza***

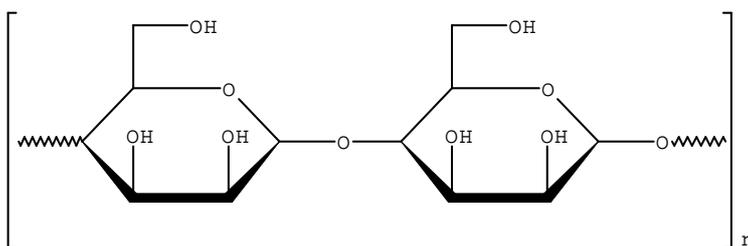
# Nitrocelulose

## 1. Introdução:

### 1.1. Celulose:

Matéria-prima para a produção da nitrocelulose, madeira e linter de algodão são as principais fontes de obtenção de celulose; utilizam-se polpas com mais de 98% de pureza. É um polímero de alto peso molecular, de estrutura linear, que tem como unidade repetidora a  $\beta$ -D-glucose ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> ao longo de sua cadeia, chegando a ter de 1.500 a 10.000 unidades ou mais, podendo atingir peso molecular de até 300.000 (Figura 01).

Cada unidade de  $\beta$ -D-glucose contém uma hidroxila primária e duas hidroxilas secundárias que representam papel importante na transformação química da celulose em nitrocelulose. São estes grupos funcionais que reagem parcialmente com ácido nítrico formando a nitrocelulose. Os grupos hidroxílicos primários apresentam maior reatividade que os secundários sendo os primeiros a reagirem durante a nitração.



**Figura 01** – Molécula da Celulose

Por um processo de imersão, faz-se a nitração da celulose com mistura sulfonítrica.

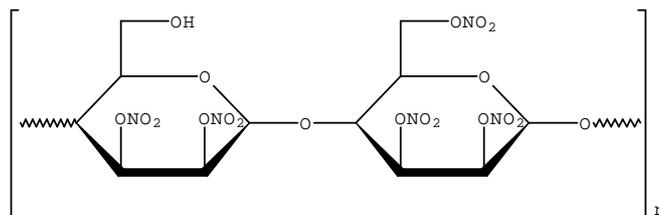
### 1.2. Nitrocelulose:

É considerada uma das mais antigas resinas sintéticas, utilizadas na fabricação de tintas e vernizes de alta performance. Produzida pela primeira vez há mais de 160 anos, passou a ser largamente empregada em tintas após a 1ª Guerra Mundial.

A nitrocelulose representou um marco no desenvolvimento da indústria de tintas mundial, foi responsável pela popularização das lacas automotivas e industriais, propiciando acabamentos de fácil aplicação, rápida secagem e alto

desempenho. Devido à sua rápida secagem, foi o principal fator que tornou possível a produção em massa na indústria automobilística (Figura 02).

Por tratar-se da resina de mais rápida secagem, é usada em segmentos como repintura automotiva, seladores e acabamentos para madeira, tintas de impressão por retogravura e flexografia, cosméticos (esmalte de unha) e acabamentos para couro, além de diversas outras aplicações, mesmo com o aparecimento de novos sistemas de resinas.



**Figura 02** – Molécula da Nitrocelulose

Há muito tempo foram detectadas propriedades explosivas do algodão nitrado. A descoberta de métodos de gelificar o material, transformando-o numa massa uniforme e densa, de aparência resinosa, reduziu a superfície e a rapidez da explosão. Com a descoberta de métodos apropriados de estabilização, para prolongar a vida em depósitos, a nitrocelulose logo deslocou a pólvora negra como propelente militar. É uma das principais matérias-primas para pólvoras e dinamites.

O grau de polimerização da nitrocelulose é determinado pelo número médio de  $\beta$ -D-glucose que existe em uma molécula de resina. O índice nos revela a viscosidade do produto. A nitrocelulose pode ser umectada em etanol ou em isopropanol.

O processo de fabricação consiste na purificação do linter bruto para obtenção de celulose, nitração da celulose com mistura sulfonítrica, estabilização e fervimentos para extração de ácido residual ocluso nas fibras da NC.

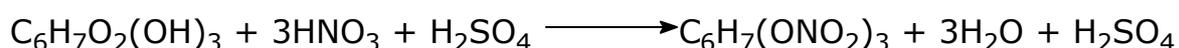
Durante o processo, algumas variáveis são controladas de acordo com a necessidade de sua aplicação. Os diferentes tipos do produto são caracterizados principalmente em relação ao teor de nitrogênio e viscosidade (ou grau de polimerização).

A nitrocelulose com alto teor de nitrogênio possui entre 11,8% a 12,3% do elemento em sua fórmula. O produto tem boa solubilidade em ésteres, cetonas e glicóis e é insolúvel em alcoóis, exceto metanol e quando em mistura com os

solventes acima. Atua como solvente nas áreas de tintas e vernizes. O produto com baixo teor de nitrogênio, entre 10,8% a 11,3% do componente em sua fórmula, tem boa solubilidade em alcoóis e sua maior aplicação encontra-se na fabricação de filmes. Nitrocelulose com teor de nitrogênio acima de 12,5% a 13,6%, praticamente insolúvel em alcoóis, são destinadas na fabricação de pólvoras e cargas para diversos explosivos de aplicações civil e militar.

## **2. Processo Industrial:**

Existem três grupos hidroxila por unidade de β-D-glucose que podem ser esterificados pelo ácido nítrico representado pela seguinte reação:



É possível alcançar um teor teórico de nitrogênio próximo de 13,6%, o mais elevado entre os produtos comercialmente obtidos.

### **2.1. Descrição do processo:**

#### **- 1ª Etapa:** Purificação do linter bruto

Nesta primeira etapa, a purificação do linter de algodão ocorre através de dois tratamentos, mecânico e químico.

Linters brutos são estocados em fardos com aproximadamente 200 Kg, algodão bruto com coloração bege claro, indicando pequena presença de óleo. Inicialmente são retiradas impurezas *grossas* tais como: cascas, ramos, sementes, areia, pedras. Após, são colocados na desfiadeira, desfiado e enviado por uma esteira, que contém um imã, para a retirada de partículas metálicas. Segue para um ciclone acoplado a um filtro manga que opera a pressão negativa, para eliminar finos do linter. Esses finos, considerados impurezas, são mandados para os filtros, onde ficam armazenados.

O linter livre de impurezas segue para o tratamento químico, em uma autoclave recebe uma solução aquosa de soda cáustica (NaOH). Sob pressão e elevação de temperatura, ocorre processo de desgordamento, onde são eliminadas proteínas, ceras, graxas e gorduras que envolvem as fibras. Também, a soda reage com a lignina do linter e a deixa solúvel em água. Faz se lavagem com água visando retirar resíduos da solução de soda do linters.

O tratamento químico é finalizado com processo de alvejamento com solução aquosa de hipoclorito de sódio, também sob pressão e elevação de temperatura. Novamente, faz-se lavagem com água para a retirada do excesso de solução de hipoclorito.

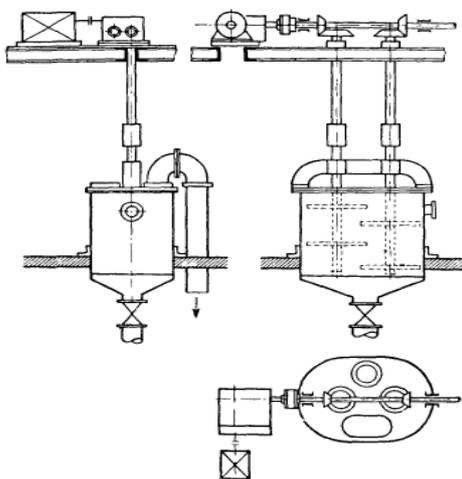
Com a finalidade de corrigir o pH do linter, uma solução aquosa de ácido sulfúrico é circulada dentro da autoclave. Utilizando uma centrífuga, o excesso de água é extraído, ficando com  $\approx 30\%$  de umidade. Depois, transportada por tubulações para uma secadora com circulação de vapor, onde a umidade final alcança  $\approx 6\%$  e segue para o afofamento das fibras e posteriormente, preparação para a nitração.

### - 2ª Etapa: Nitração da celulose

A celulose preparada é colocada em silos para a alimentação dos reatores (nitradores). É transportada através de roscas sem fim para uma balança, após a pesagem é colocada nos nitradores (Figura 03), normalmente em séries de cinco, junto com a mistura sulfonítrica (MSN). A composição é específica de acordo com o tipo de nitrocelulose (NC) a ser preparada, segundo tabela abaixo:

Tipo de NC	% N <sub>2</sub>	% Ac. Sulfúrico	% Ac. Nítrico	% Água
Baixa	11,3 - 12,3	57,3 - 57,6	26,0	16,4 - 16,7
Explosivo	12,5 - 13,6	59,0 - 66,0	26,0	8,0 - 15,0

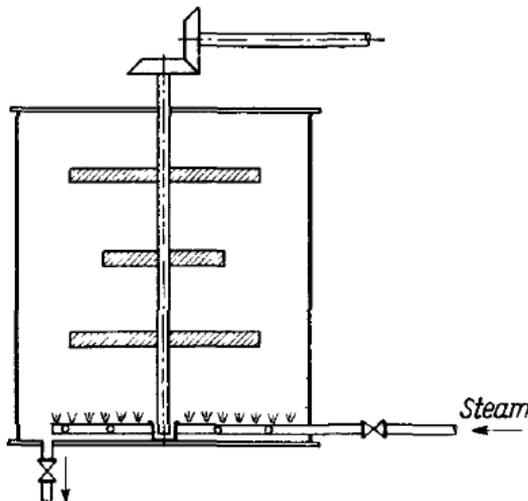
Esta MSN é resfriada em trocadores de calor do tipo casco-tubo a uma temperatura próxima de 30°C. A reação de nitração ocorre nesta temperatura durante  $\approx 25$  minutos. Toda carga do nitrador é descarregada numa centrífuga, onde os ácidos residuais são separados do nitrato de celulose.



**Figura 03** – Reator (Nitrador).

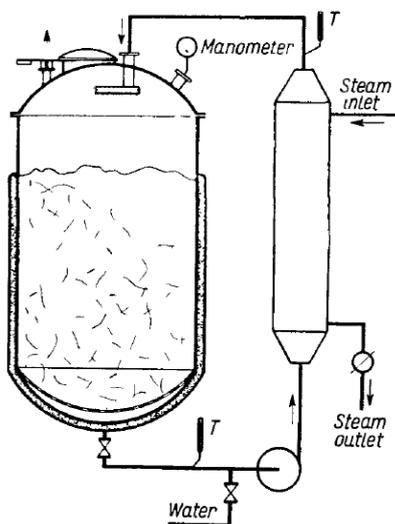
Os ácidos utilizados são parcialmente concentrados, para reutilização, ou encaminhados para desnitrificação e concentração do ácido sulfúrico.

O produto nitrado é enviado para refervedores sem pressão (Figura 04), onde é adicionada água para remover o ácido. Nesses refervedores, dependendo do grau de nitração, o produto pode ficar de 2 horas (baixa nitração) até 70 horas (alta nitração). A temperatura dentro dos refervedores é mantida a 98°C.



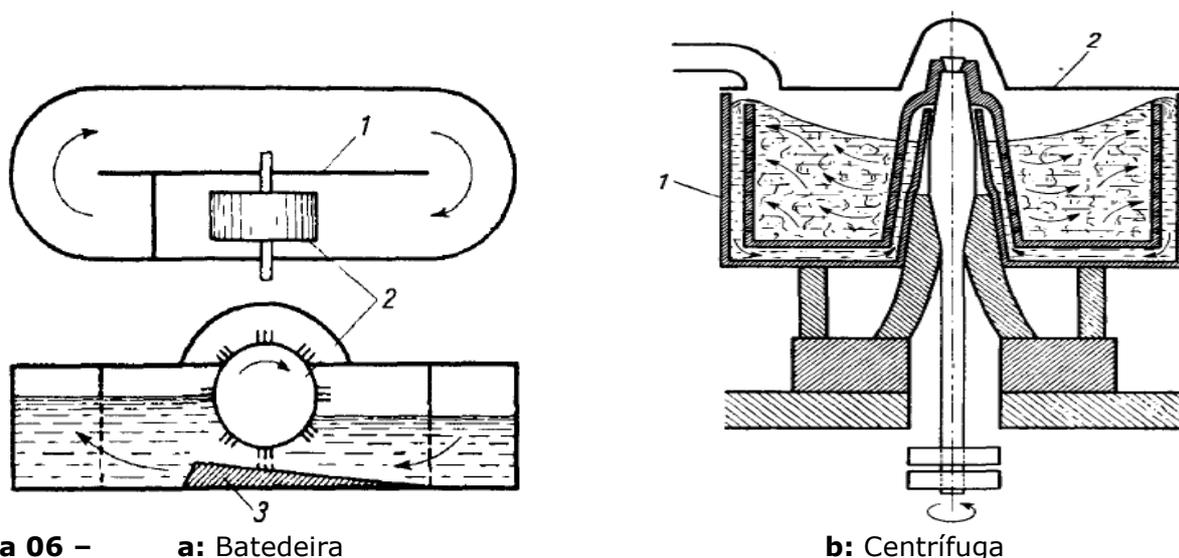
**Figura 04** – Refervedor

Em toda reação de nitração ocorre também reação de sulfonação e por isso é necessária a remoção dos produtos sulfonados. A nitrocelulose que está nos refervedores sem pressão é enviado para autoclaves (Figura 05) onde é realizada a retirada desses produtos para garantir a sua estabilidade. A autoclave trabalha a elevadas temperaturas ( $\approx 142^{\circ}\text{C}$ ) e pressões acima da atmosférica. Também ocorre hidrólise para diminuir o peso molecular da nitrocelulose.



**Figura 05** – Autoclave

Após a retirada dos sulfonados, ainda resta um pouco de ácido nítrico, necessita de nova lavagem, que pode ser a quente, frio ou alcalina (carbonato de sódio) em bateadeira (Figura 06-a). A lavagem alcalina é feita na nitrocelulose utilizada na fabricação de explosivos. Como solvente ou fabricação de filmes, a nitrocelulose produzida é lavada apenas com água fria para retirar a acidez. Após, segue para uma centrífuga (figura 06-b) com peneira de 100 mesh onde é feito o controle da umidade final ( $\approx 28\%$ ).

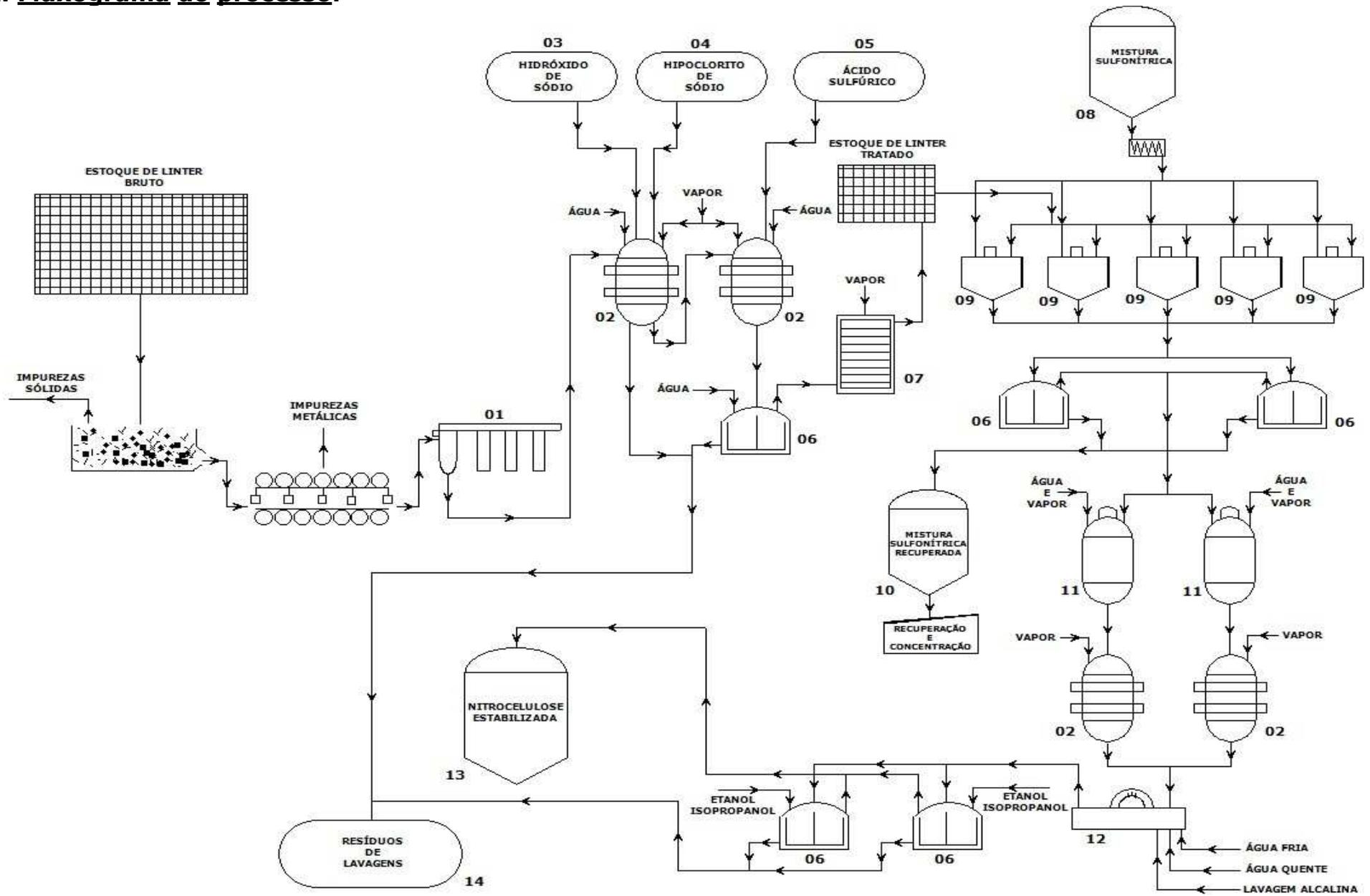


**Figura 06 - a:** Bateadeira

**b:** Centrífuga

Para utilização na obtenção de explosivos o teor de água na nitrocelulose é reduzido a um valor mais baixo mediante a percolação com álcool (etanol ou isopropanol). É colocada em centrífuga (Figura 06 - b) e álcool é pulverizado para garantir uma distribuição uniforme e obter um produto homogêneo. Nesta etapa a nitrocelulose não é inflamável.

## 2.2. Fluxograma do processo:



**Legenda:** 1- Ciclone e filtro manga; 2- Autoclave; 3- Depósito de hidróxido de sódio; 4- Depósito de hipoclorito de sódio; 5- Depósito de ácido sulfúrico; 6- Centrifuga; 7- Secadora de bandejas; 8- Depósito de mistura sulfonítrica; 9- Nitradores; 10- Depósito de mistura sulfonítrica recuperada; 11- Refervedor; 12- Batedeira; 13- Depósito de nitrocelulose estabilizada; 14- Depósito de resíduos de lavagens.

## Nitroglicerina

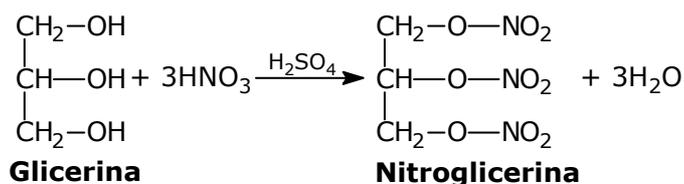
### **1. Introdução:**

Nitroglicerina foi o primeiro alto-explosivo a ser empregado em grande escala, líquido com a aparência da glicerina original. Muito sensível a choques e congela a 13,3°C; o sólido é menos sensível. Uma vez que, na fase sólida, tem a tendência de explodir de forma incompleta, a nitroglicerina congelada deve sempre ser descongelada antes do emprego. Para torná-la mais fácil e mais segura de manusear é transformada em dinamite e componente de outros explosivos de base dupla e tripla. Também é importante composto orgânico na indústria farmacêutica, usado isoladamente ou intermediário na obtenção de princípios ativos.

### **2. Processo Industrial:**

#### **2.1. Descrição do processo:**

Processo contínuo da reação da glicerina e mistura sulfonítrica:

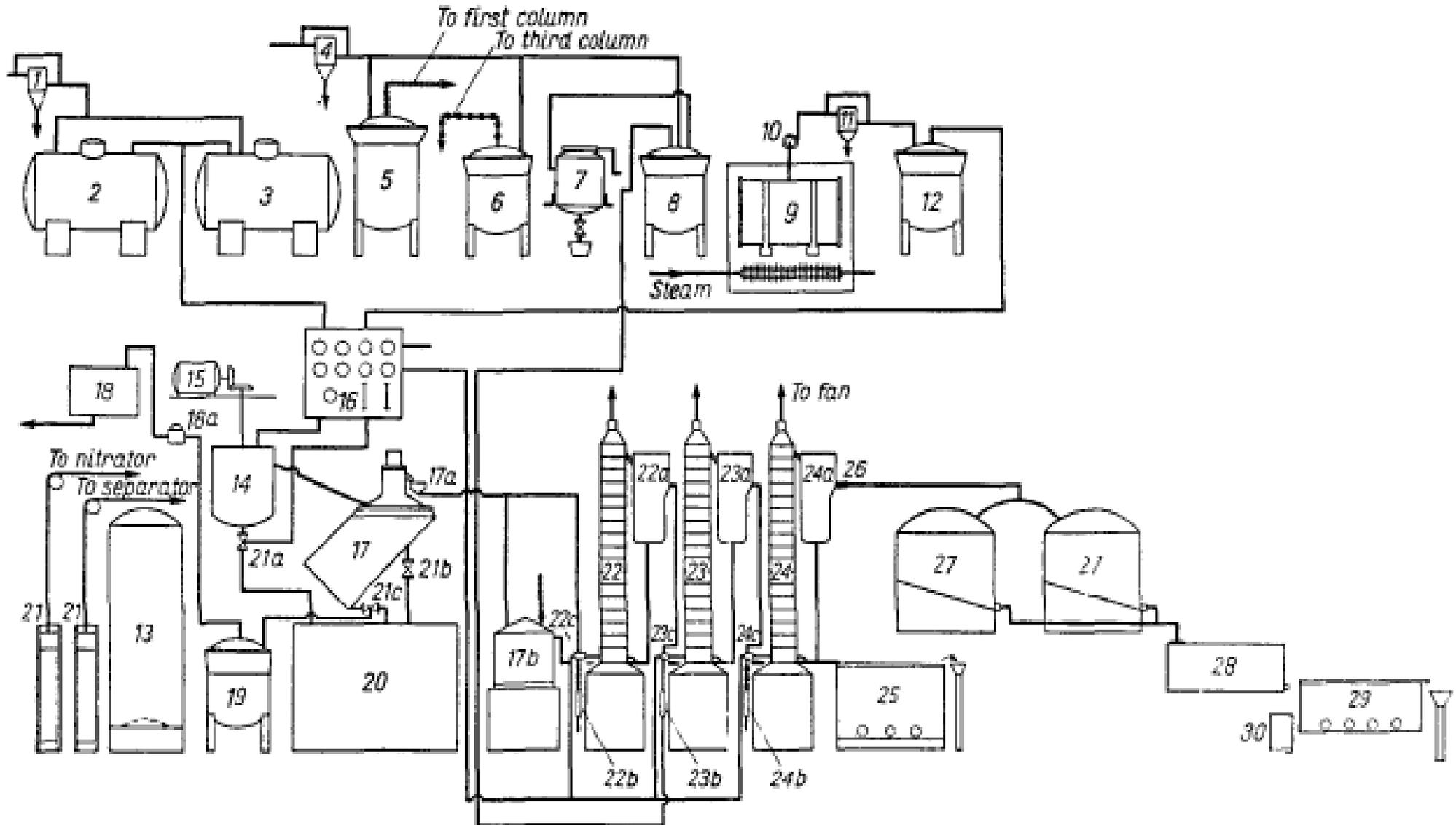


Ácidos nítrico e sulfúrico são filtrados em filtro de placa (1), transferidos a partir dos tanques (2 e 3) para o nitrador (14). Glicerina aquecida (9) e filtrada (11) é enviada ao nitrador a partir do tanque (12) com pressão controlada (1,5 atm) e temperatura de  $\approx 40^\circ\text{C}$  para não ocorrer variação da viscosidade; mesmos valores de temperatura e pressão são considerados para a MSN. A reação se completa entre 60 e 90 minutos a uma temperatura de  $\approx 40^\circ\text{C}$ , mantida através de sistema de resfriamento por trocador de calor interno e pressão de 1,5 atm.

Nitroglicerina é descarregada e enviada ao primeiro separador orgânico (17) onde ocorre a separação dos ácidos residuais, enviados para reutilização no processo, e nitroglicerina bruta. A partir do separador orgânico (17) a nitroglicerina bruta é enviada para uma série de colunas lavadoras com recheio de anel de raschig de vidro (22, 23 e 24). Estas colunas têm por finalidade a remoção dos ácidos residuais que ainda persistem. Na primeira coluna é lavada com água fria, imediatamente enviada para a segunda, onde é colocada uma solução quente de carbonato de sódio a 3% e, finalmente, na última coluna a nitroglicerina é lavada com água fria. Nos fundos e topos destas colunas ocorrem as separações entre as

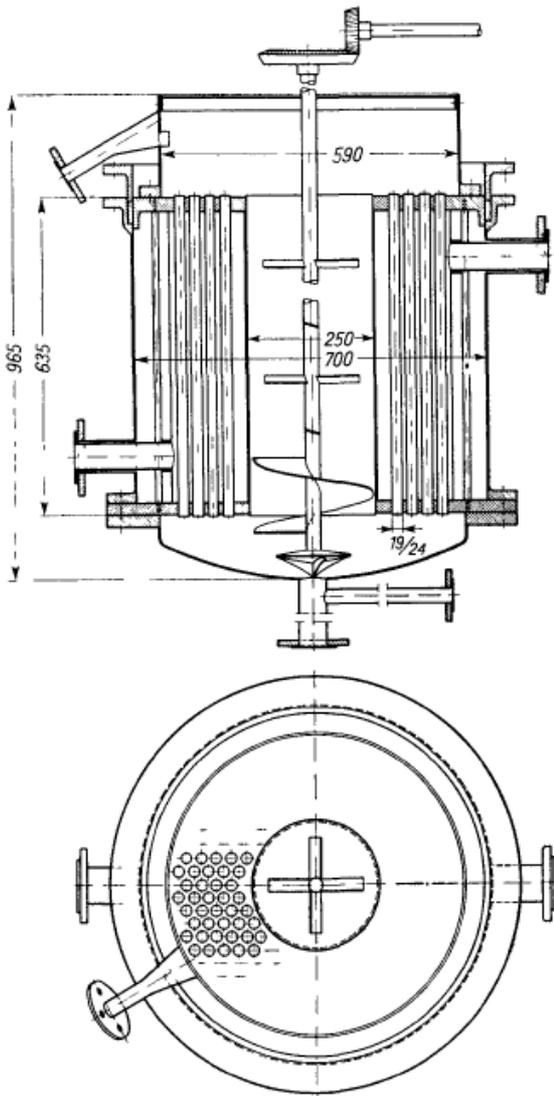
fases aquosa, enviada para o tanque de solução de carbonato (8) e orgânica. A Nitroglicerina retirada pelo topo da última coluna é filtrada (28) e imediatamente enviada para separador orgânico, tipo "labirinto", onde é retirada com alta pureza (97-99%) e isenta de ácidos residuais e água. A fase aquosa retirada da última coluna é enviada para outro separador orgânico, também tipo "labirinto" para recuperação de nitroglicerina remanescente.

## 2.2 Fluxograma do processo:

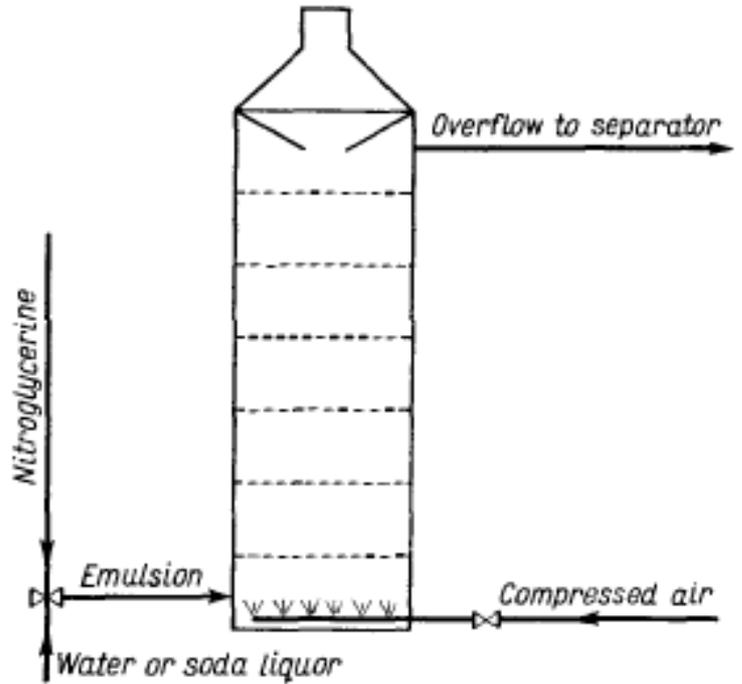


**Legenda:** 1, 4 e 11- Filtros; 2 e 3- Tanques de preparação da MSN; 5 e 6 - Sistema de H<sub>2</sub>O quente e fria; 7 e 8 - Sistema de preparação de solução de NaCO<sub>3</sub>; 9, 10 e 12- Sistema de preparação da glicerina; 13 - Compressor de ar; 14- Nitrador; 17- Separador orgânico; 18 e 19- Tanques de ácido residual; 20- Tanque de emergência; 22, 23 e 24- Colunas lavadoras; 25 e 29- Separador orgânico tipo "labirinto"; 27- Separador orgânico; 28- Filtro; 30- Nitroglicerina purificada

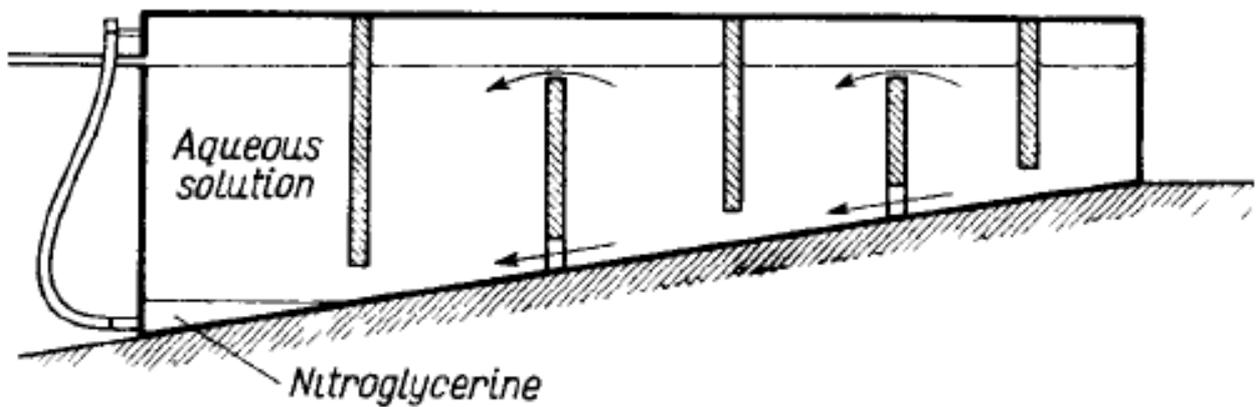
## Detalhes de alguns equipamentos - Nitroglicerina



**Nitrador**



**Coluna lavadora**



**Separator orgânico tipo "labirinto"**

## **Tetranitrato de pentaeritritol (Nitropenta)**

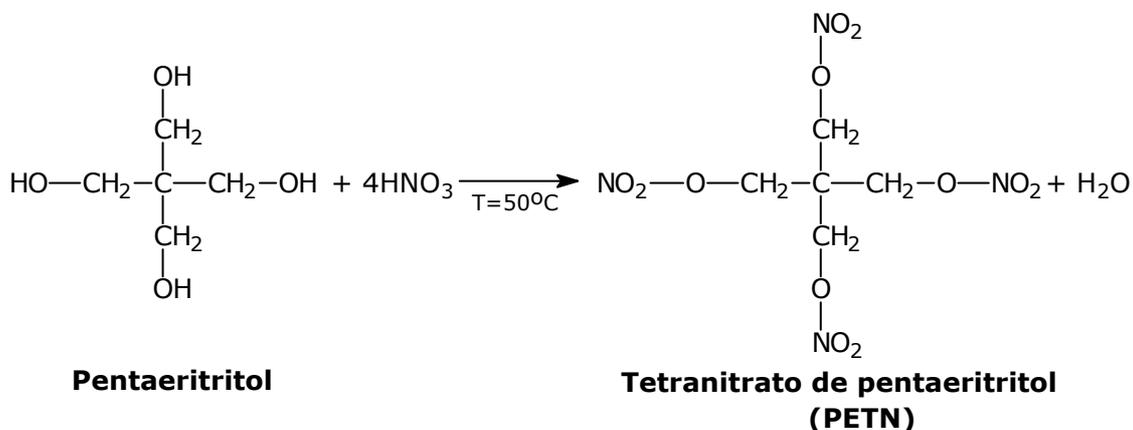
### **1. Introdução:**

Tetranitrato de pentaeritritol conhecido como PETN ou nitropenta, é um sólido branco com PF entre 140-141<sup>o</sup>C. Possui alta resistência química e baixa sensibilidade ao impacto ou fricção. Explosivo muito utilizado nas áreas militar, como alto-explosivo e civil, como explosivo plástico em minas e demolições.

### **2. Processo industrial:**

#### **2.1. Descrição do processo:**

Processo semicontínuo da reação entre o álcool pentaeritritol e ácido nítrico concentrado:



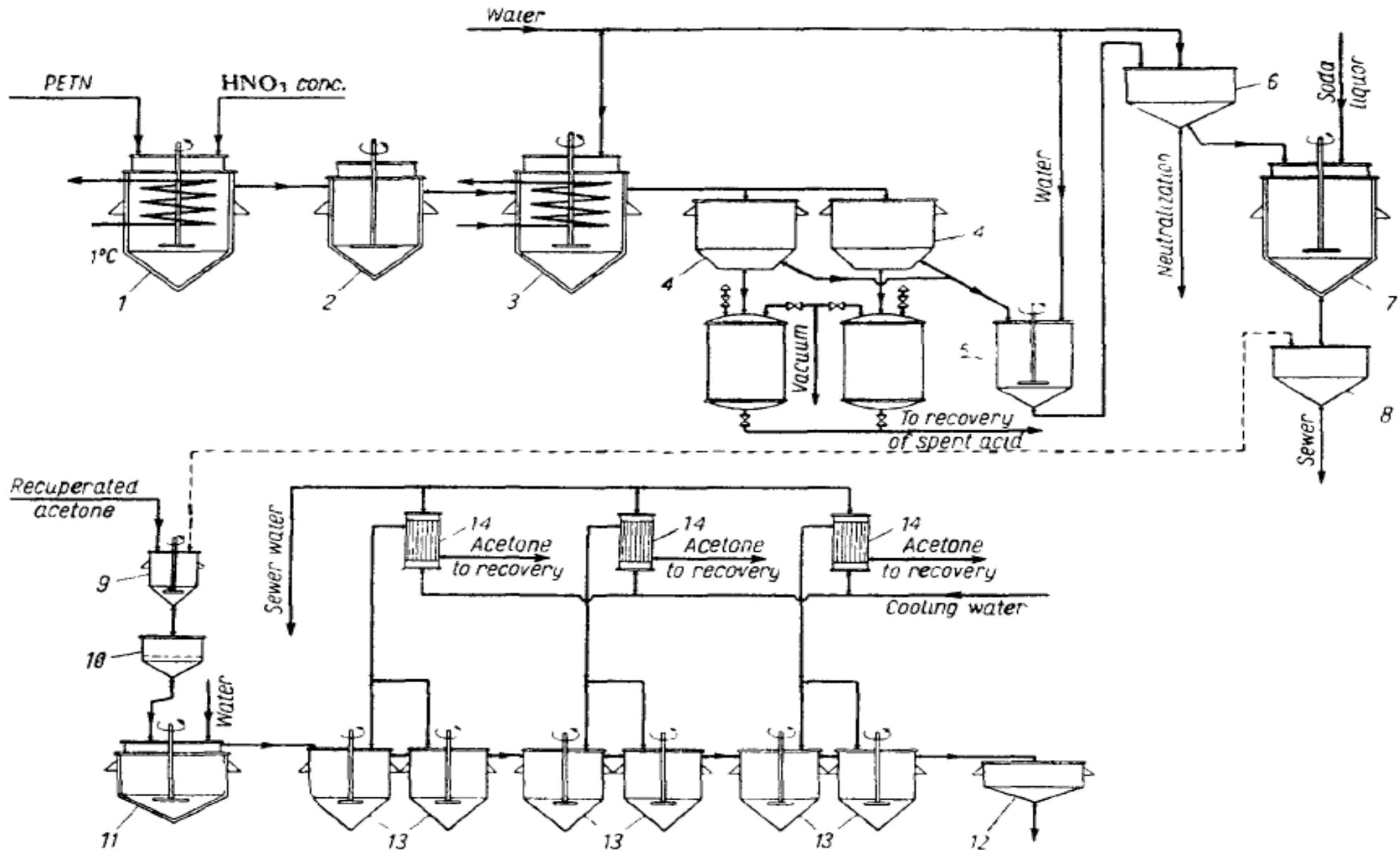
Ácido nítrico concentrado (98-99%) em seguida álcool pentaeritritol são colocados no nitrador a uma temperatura entre 15<sup>o</sup>C e 20<sup>o</sup>C e tempo de reação de ≈40 minutos. Esta temperatura é mantida através de sistema de refrigeração por serpentina interna com solução de nitrato de sódio a ≈-5<sup>o</sup>C. Ao final do tempo citado o efluente do nitrador (1) é enviado para um segundo nitrador (2) onde a reação será finalizada. Imediatamente é colocada uma batelada de reagentes no nitrador (1) e uma nova reação é iniciada.

A suspensão de cristais de nitropenta em ácido nítrico, concentração de 80%, é transferido para o tanque de diluição (3) com quantidade de água suficiente para abaixar a concentração do ácido para 30%, mantendo a temperatura abaixo de 20<sup>o</sup>C. Após, a suspensão é enviada para o conjunto de filtros a vácuo, ácido residual é recolhido pelo fundo, recuperado e reutilizado no processo. Os cristais de nitropenta são recolhidos no tanque de lavagem (5), lavados com água e filtrados (6), transferidos para o tanque de neutralização (7) com solução de soda ou

potassa a 60°C por  $\approx 1,5$ h, imediatamente filtrados novamente em filtros à vácuo, a água mãe é descartada.

Os cristais de nitropenta, com  $\approx 10\%$  de água são enviados para recristalização em acetona no tanque (9). Este processo é levado a uma temperatura de  $\approx 45^\circ\text{C}$ , também é adicionada uma pequena quantidade de soda ou potassa. Imediatamente é filtrado a quente (10) para retirada das impurezas insolúveis e recolhido em um segundo tanque de diluição (11). Aqui é adicionado água até que a concentração de acetona no meio fique entre 50 e 55%. Esta mistura é enviada para uma série de concentradores (13) onde a concentração de acetona é atenuada, através de processos de evaporação parcial de tal forma que, no último equipamento, somente traços de acetona são detectados. Acetona é recolhida, recuperada e reutilizada. A suspensão, ainda quente, é resfriada e os cristais, insolúveis na água, são filtrados (12). O tetranitrato de pentaeritritol obtido possui pureza entre 97 e 99%

## 2.2 Fluxograma do processo:

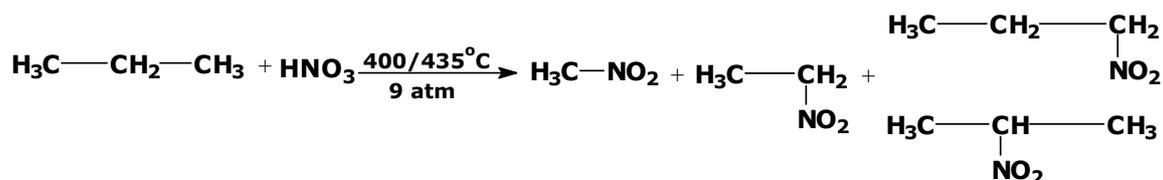


**Legenda:** 1 e 2- Nitradores; 3- Tanque de diluição; 4- Filtros á vácuo, tipo Nutsche; 5- Tanque de lavagem; 6, 8, 10 e 12- Filtros; 7- Tanque de neutralização; 8- Filtro á vácuo, tipo Nutsche; 9- tanque de recristalização; 11- Tanque de diluição; 13- Concentradores; 14- Condensadores.

## Nitroparafinas

### 1. Introdução:

As quatro principais nitroparafinas são produzidas através da reação em fase gasosa do propano com ácido nítrico como agente de nitração. Processam-se via radicais livres, temperatura entre 400 e 450°C e pressão variando de 8 a 15 atm. Considerado o principal processo industrial para obtenção de nitrometano, nitroetano e 1 e 2 nitropropanos.



Também há plantas industriais que produzem nitroparafinas a partir do etano/propano e tetróxido de nitrogênio como agente de nitração. Este processo produz misturas de nitroparafinas rica em nitrometano e nitroetano.

As principais aplicações são nos mercados de solventes para adesivos e tintas a base de acrilatos, formulações para explosivos binários e ternários. Nitropropanos são utilizados em processos para obtenção de princípios ativos na indústria farmacêutica, obtenção de tintas vinílicas empregadas em processos de impressão gráfica, flexografia e fotografia.

### 2. Processo industrial:

#### 2.1. Descrição do processo de preparação:

Propano é injetado no topo do nitrador e ácido nítrico (75-78%), pré-aquecido, entra em diferentes pontos do reator. A temperatura é mantida constante entre 400-435°C através do balanço energético entre os calores liberados na reação de nitração e na evaporação do ácido nítrico. Controladores de temperatura distribuídos em toda extensão do nitrador auxiliam na manutenção da temperatura dentro dos valores pré-estabelecidos. A razão propano:HNO<sub>3</sub> no topo é da ordem de 24:1 e a média no restante do nitrador é ≈ 5:1; a pressão no nitrador é ≈ 9 Kgf/cm<sup>2</sup>. Quando a temperatura interna ultrapassa 435°C, uma quantidade de vapor d'água é injetada para diminuí-la; alta concentração de HNO<sub>3</sub> tende elevar a temperatura.

Efluente do nitrador é resfriado, condensado em trocadores de calor e enviado ao separador gás-líquido onde a fase líquida, as nitroparafinas formadas,

são separadas e bombeadas para o reservatório de nitroparafinas bruta. A fase gasosa é pré-aquecida e enviada a um ciclone. Esta fase é formada pelo propano não reagido, óxido nitroso e gases inertes como nitrogênio, monóxido e dióxido de carbono. Nitroparafinas eventualmente arrastadas com gases remanescentes são separadas e também enviadas ao depósito de nitroparafinas bruta. A mistura gasosa é enviada ao primeiro scrubber com quantidade de ar atmosférico ( $O_2$ ) suficiente para oxidar o óxido nitroso (NO) presente a dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ). A lavagem é com água e recupera ao fundo solução aquosa de ácido nítrico na concentração aproximada aquela usada na reação.

Subsequentes lavagens são necessárias, quatro em série, a fim de assegurar a eliminação total de  $NO_2$  residual. No último scrubber a fase gasosa, rica em propano, é recuperada e enviada ao nitrador. Resíduos gasosos inertes,  $N_2$ , CO e  $CO_2$ , são filtrados e liberados na atmosfera.

A mistura de nitroparafinas bruta é enviada para purificação e fracionamento, a conversão do propano a nitroparafinas é da ordem de 30-38% apresentando composição aproximada em 25% de nitrometano, 10% de nitroetano, 25% de 1 nitropropano e 40% de 2 nitropropano.

## **2.2. Descrição do processo de purificação e fracionamento:**

A separação das nitroparafinas é processada em colunas de destilação e fracionamento. A maior dificuldade é a remoção inicial da solução aquosa ácida contendo ácido nítrico residual e óxidos nitrosos formados. Traços de ácidos orgânicos, aldeídos e cetonas são identificados e sua origem advém de impurezas contidas no propano empregado.

Nitroparafinas, insolúveis em água, são submetidas a destilação azeotrópica, água é separada na fase superior e as nitroparafinas, fase orgânica, fração inferior, contendo pequena quantidade de água são enviadas para separações fracionadas sucessivas, recuperando as respectivas nitroparafinas constituídas.

A alimentação, nitroparafinas bruta, é pré-aquecida e vaporizada na lateral superior da 1ª coluna de destilação, no topo ( $T \approx 140^\circ C$ ) a mistura azeotrópica é resfriada e enviada a um separador orgânico. Fase superior, aquosa, retorna para a coluna, a inferior, orgânica, enviada para a 2ª coluna de destilação. No fundo é retirada uma solução aquosa residual de ácido nítrico.

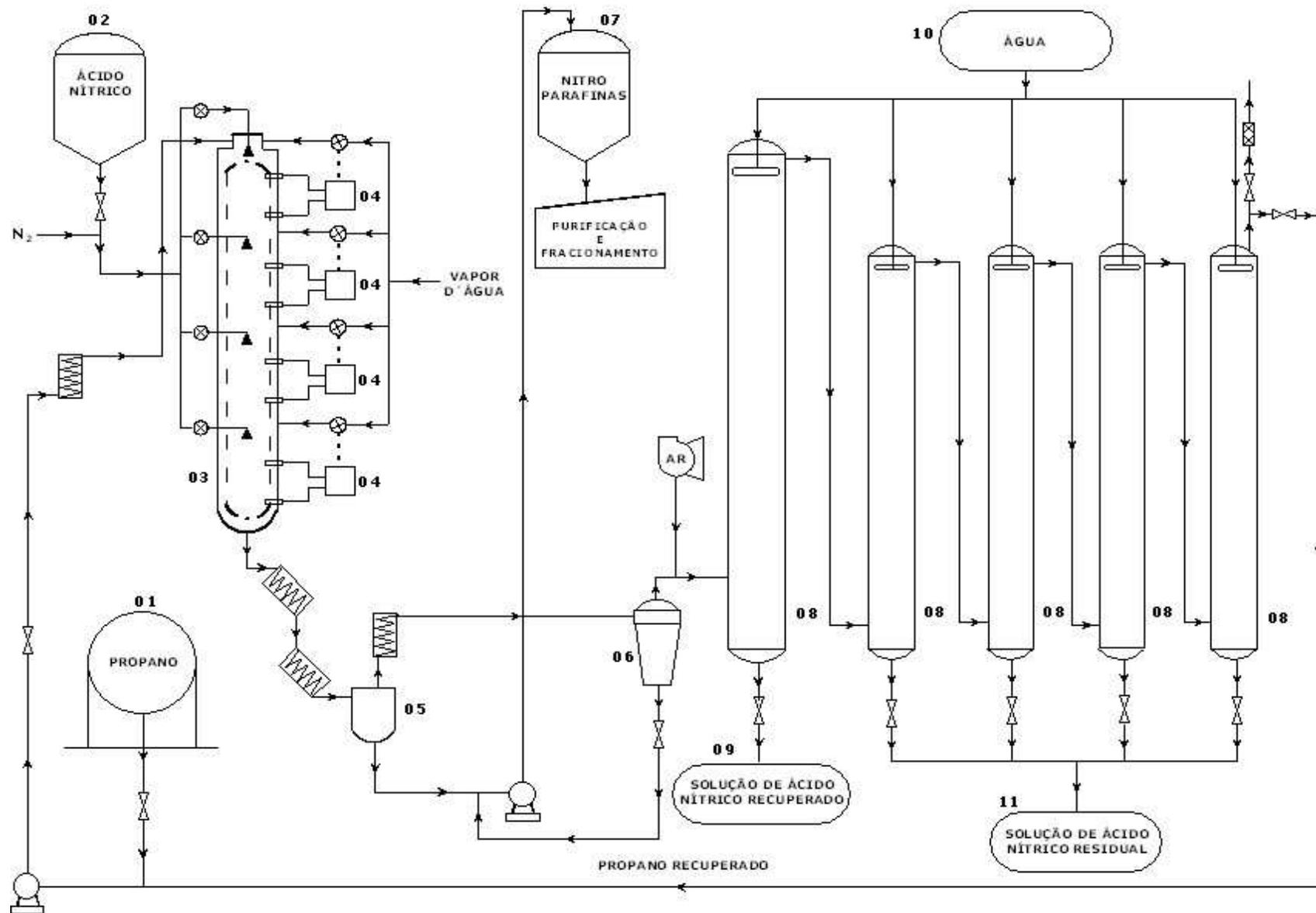
Na coluna subsequente ocorre lavagem, em contracorrente, da fase orgânica - nitroparafinas - com solução aquosa de bissulfito de sódio para eliminar ácidos livres residuais que porventura persistem nesta fase. No topo, nitroparafinas são enviadas, vaporizadas ( $T \approx 140^\circ\text{C}$ ), para a 3ª coluna de destilação e no fundo solução de sais de sódio é recolhida ao depósito de resíduo.

Uma segunda lavagem, agora com água, é processada na 3ª coluna para eliminar traços de ácido livre e bissulfito e, em seguida inicia o processo de fracionamento das nitroparafinas. No topo ( $T \approx 100^\circ\text{C}$ ) a fase aquosa é resfriada, separada e enviada a 1ª coluna para recuperar nitroparafinas que eventualmente são arrastadas. A fase orgânica, enviada para a coluna de destilação seguinte com o produto de fundo (nitroparafinas) e pré-aquecidas. Esta coluna tem a função de eliminar traços de umidade que persistem nas nitroparafinas. No topo ( $T \approx 100^\circ\text{C}$ ) fase aquosa é enviada ao separador orgânico da coluna anterior e o fundo as nitroparafinas bruta, isentas de água, enviadas para a etapa de fracionamento.

A 1ª coluna de fracionamento retira no topo ( $T = 103^\circ\text{C}$ ) nitrometano e recolhido no depósito de nitrometano. No fundo, fração contendo restante das nitroparafinas é remetida a coluna seguinte. Na 2ª coluna, no topo ( $T = 116^\circ\text{C}$ ) é enviado ao depósito o nitroetano e produto de fundo, nitropropanos, para a 3ª coluna. Nesta coluna 2 nitropropano é retirado no topo ( $T = 120^\circ\text{C}$ ) e enviado ao respectivo depósito e no fundo, 1 nitropropano, impuro, que segue para a última coluna. Na 4ª coluna de fracionamento o 1 nitropropano é purificado, temperatura no topo é  $132^\circ\text{C}$ , e produto de fundo consiste de resíduo contendo aldeídos, cetonas e ácidos orgânicos que é descartado. Todas as nitroparafinas são obtidas com purezas da ordem de 98-99%.

## 2.3 Fluxogramas do processo:

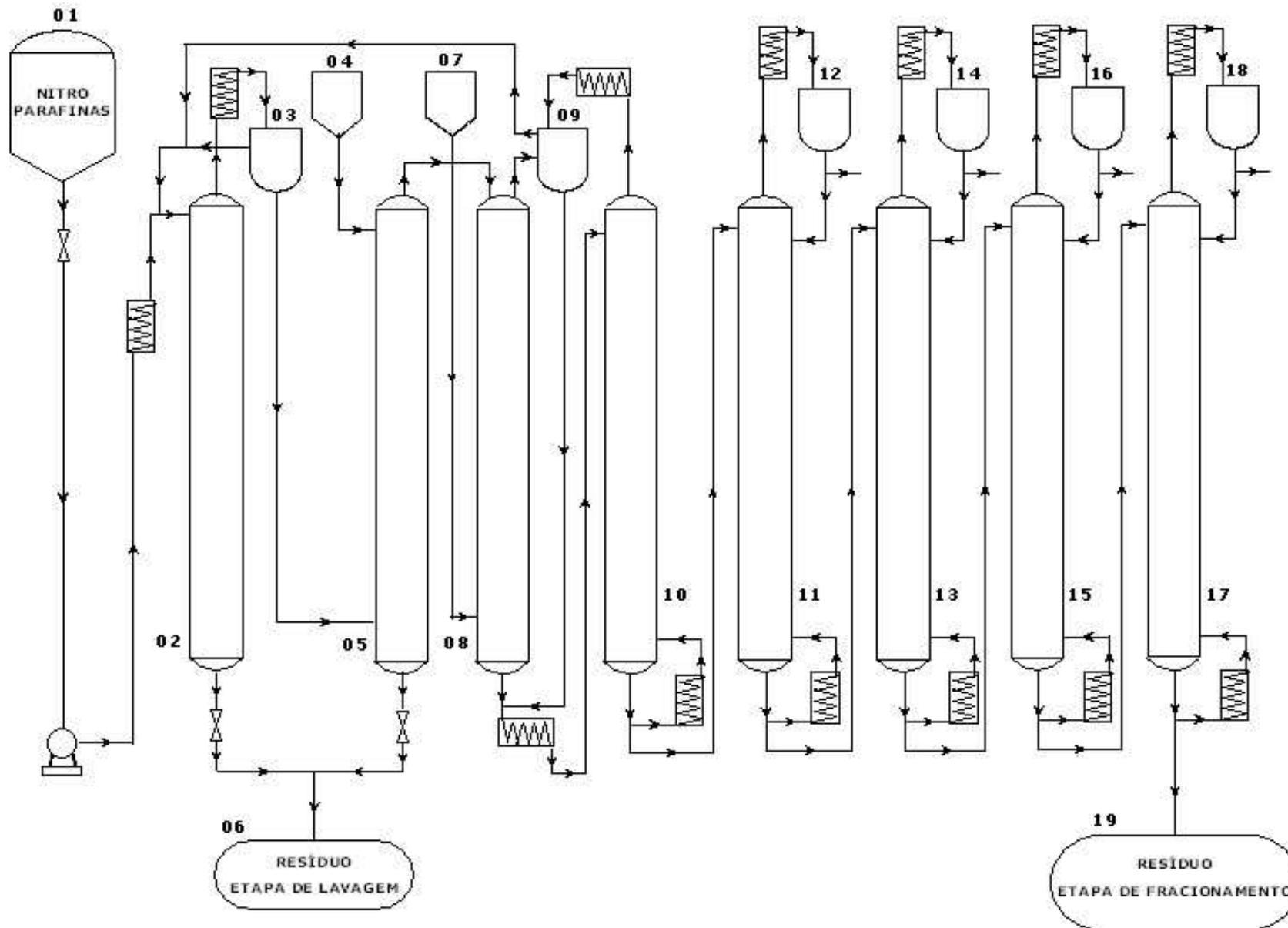
### - Preparação das nitroparafinas:



#### **Legenda:**

**1-** Depósito de propano; **2-** Depósito de solução de ácido nítrico; **3-** Nitrador; **4-** Controladores de temperatura; **5-** Separador gás-líquido; **6-** Ciclone; **7-** Depósito de nitroparafinas bruta; **8-** Scrubbers; **9-** Depósito de solução de ácido nítrico recuperado; **10-** Depósito de água de lavagem; **11-** Depósito de ácido nítrico residual.

## - Purificação e fracionamento:



### **Legenda:**

**1-** Depósito de nitroparafinas bruta; **2-** 1ª Coluna de destilação; **3 e 9-** Separador orgânico; **4-** Depósito de solução de bissulfito de sódio; **5-** 2ª Coluna de destilação; **6-** Depósito de resíduo da lavagem; **7-** Depósito de água de lavagem; **8-** 3ª Coluna de destilação; **10-** 4ª Coluna de destilação; **11-** 1ª Coluna de fracionamento (Nitrometano); **12-** Depósito de nitrometano; **13-** 2ª Coluna de fracionamento (Nitroetano); **14-** Depósito de nitroetano; **15-** 3ª Coluna de fracionamento (2 Nitropropano); **16-** Depósito de 2 nitropropano; **17-** 4ª Coluna de fracionamento (1 Nitropropano); **18-** Depósito de 1 nitropropano; **19-** Depósito de resíduo de fracionamento.