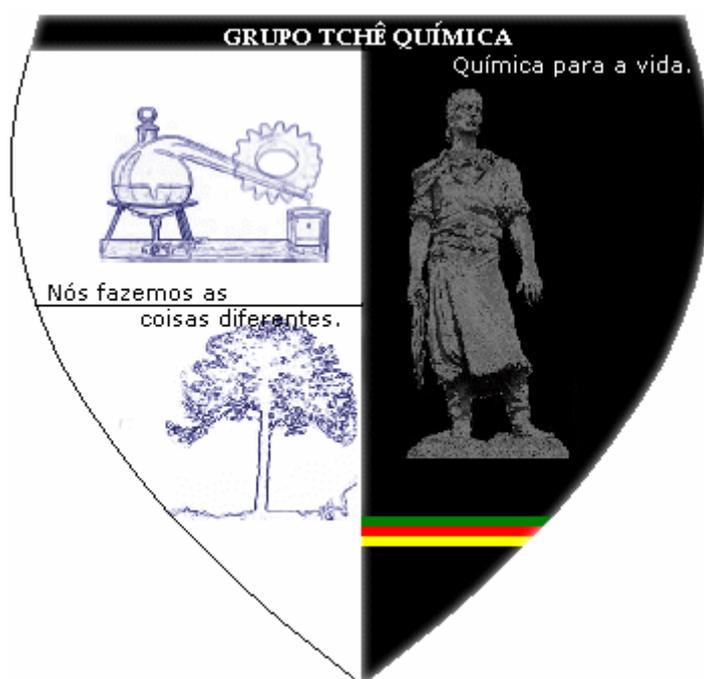


GRUPO TCHÊ QUÍMICA

Carbonato de sódio → soda barrilha, Na_2CO_3 .



Porto Alegre, RS
www.tchequimica.com

Versão 1.1

Grupo Tchê Química

SUMÁRIO

Introdução	03
- Propriedades do carbonato de sódio	04
- Propriedades dos hidratos de carbonato de sódio	04
- Solubilidade do carbonato de sódio	05
- Calor de solução em água do carbonato de sódio	06
- Viscosidade das soluções de carbonato de sódio	08
- Valores de pH de soluções de produtos de álcalis	08
- O processo de produção de soda barrilha através de matérias-primas naturais	09
- Ilustrações do processo	10
- Sistemas de descarregamento	18
- Fluxograma do processo industrial considerado modelo de economia química	20
Considerações finais	21
Referências Bibliográficas	22

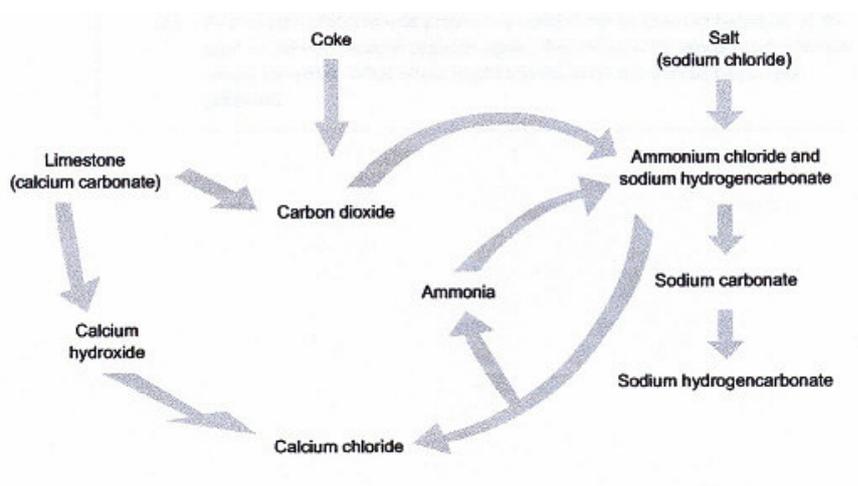
Soda Barrilha

INTRODUÇÃO

Carbonato de Sódio (Na_2CO_3), comumente chamado de soda barrilha, é um dos produtos minerais mais produzidos em volume no mundo, sendo que a produção nos EUA, um dos países que mais produzem a barrilha, por exemplo, atinge em torno de 10,2 milhões de toneladas, enquanto que no Reino Unido esta produção é de aproximadamente 1 milhão de toneladas por ano.

A soda barrilha é usada principalmente na produção de vidros, reagentes químicos, sabões e detergentes. A produção de vidro utilizando carbonato de sódio envolve a mistura da barrilha com areia (sílica) e outras substâncias, seguindo de aquecimento. O processo de obtenção de Na_2CO_3 através da ocorrência natural de matérias-primas utiliza basicamente duas delas: o sal (cloreto de sódio), que pode ser obtido a partir da água do mar, e carbonato de cálcio, encontrado em minerais (rochas). Existem ainda dois processos sintéticos. Um deles é o chamado processo, nome em homenagem ao químico belga Ernst Solvay, que desenvolveu uma técnica para obtenção do carbonato de sódio em 1860. O processo Solvay está fundamentado no uso de dióxido de carbono (CO_2), obtido do aquecimento do carbonato de cálcio, que reage com uma solução contendo cloreto de sódio e amônia.

Um esquema do processo Solvay pode ser conferido abaixo.



O outro processo é conhecido como processo de coprodução japonês de cloreto de amônia, pouco utilizado se comparado ao processo Solvay. Ambos processos sintéticos geram emissões de amônia.

PROPRIEDADES DO CARBONATO DE SÓDIO

- **Peso molecular:** 106;
- **Ponto de fusão do carbonato de sódio anidro:** 851°C (1564°F); Entretanto, misturas de carbonato de sódio com outros sais exibem pontos de fusão menores.
- **Pontos de fusão de algumas misturas de carbonato de sódio:**
 - Com 34,7% de cloreto de sódio: 651°C (1204°F);
 - Com 51,5% de carbonato de potássio: 721°C (1330°F);
 - Com 39,8% de sulfato de sódio: 821°C (1510°F);
- **Calor específico:** o calor específico do carbonato de sódio anidro a 45°C é 1,07 J/g, que equivale à 0,256 cal/g.°C;
- **Decomposição pelo calor:** se o carbonato de sódio é aquecido, há perda de peso além de iniciar a dissociação e volatilização na temperatura de 400°C. Dióxido de carbono é formado, segundo a equação abaixo:



- **Calor latente de fusão do carbonato de sódio anidro:** 76 cal/g;
- **Calor de formação do carbonato de sódio anidro:** 2547 cal/g à 25°C;

PROPRIEDADES DOS HIDRATOS DE CARBONATO DE SÓDIO

- **Carbonato de sódio monohidratado, Na₂CO₃.H₂O:** contém 85,48% de Na₂CO₃ e 14,52% de água de cristalização. Separados em pequenos cristais a partir de soluções aquosas saturadas acima de 35,4°C, ou podem ser formados adicionando uma quantidade de água na soda barrilha na temperatura de 35,4°C ou acima dela. Perde água no aquecimento e sua solubilidade diminui um pouco aumentando a

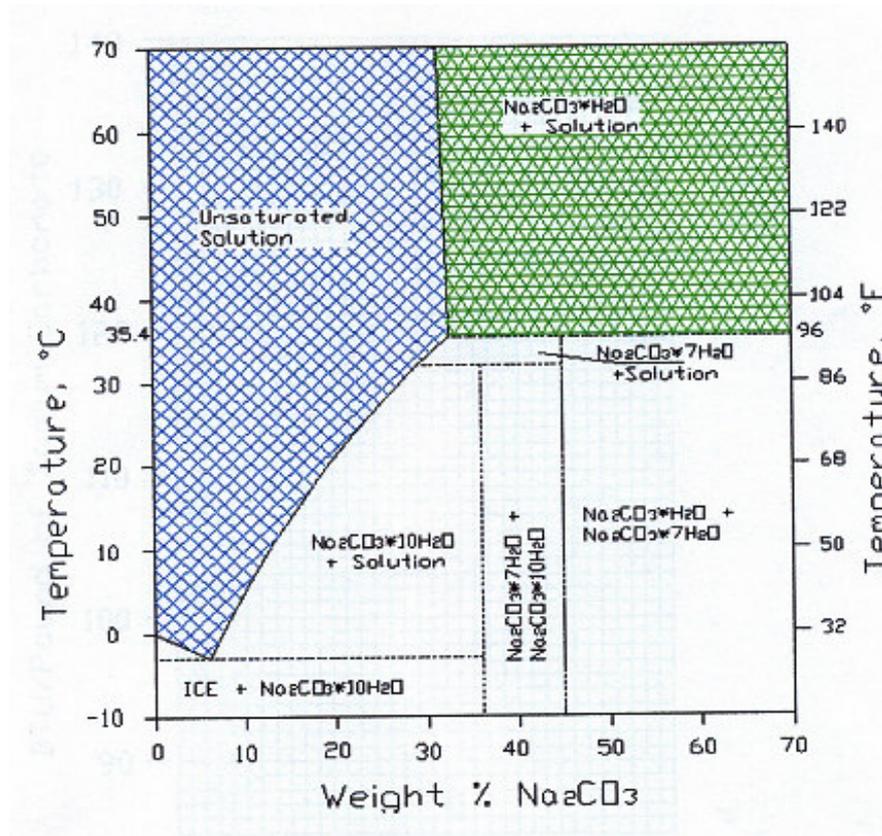
temperatura. A 109°C e em contato com a sua solução saturada, muda para Na₂CO₃ anidro;

- **Carbonato de sódio heptahidratado, Na₂CO₃.7H₂O:** contém 45,7% de Na₂CO₃ e 54,3% de água de cristalização. É estável em contato com a sua solução saturada somente numa faixa de temperatura muito curta, de 32 para 35,4°C, portanto não apresenta nenhum valor prático;
- **Carbonato de sódio decahidratado, Na₂CO₃.10H₂O:** contém 37,06% de Na₂CO₃ e 62,94% de água de cristalização. De um modo geral forma grandes cristais a partir de soluções saturadas de água entre – 2,1 até 32,0°C. Comumente chamado de “washing soda” ou “sal soda”. Funde em 35,4°C. Os cristais florescem em ar seco para formar hidratos baixos, especialmente o monohidratado.

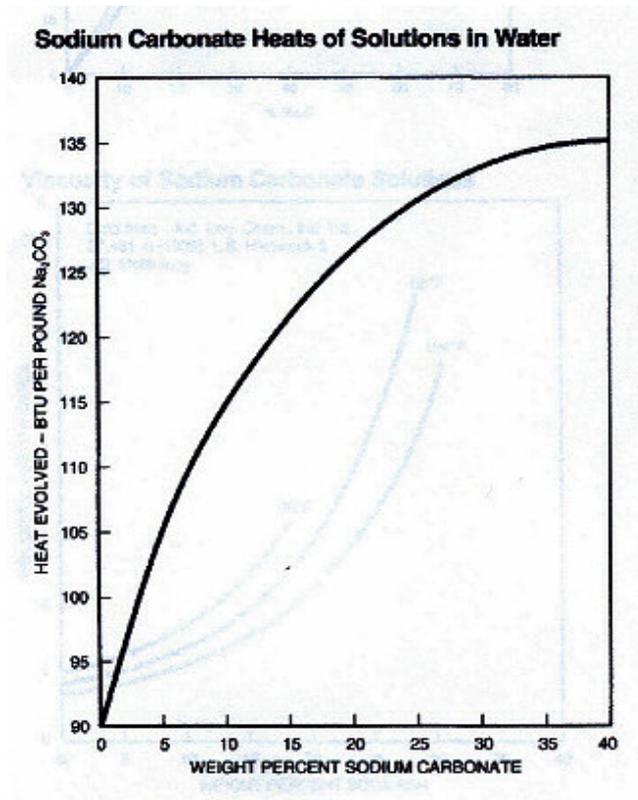
SOLUBILIDADE DO CARBONATO DE SÓDIO

O carbonato de sódio é ligeiramente solúvel em água, mas exibe uma característica não comum que é a de atingir a sua solubilidade máxima na temperatura de 35,4°C (95,7°F). Nesta temperatura, 100 partes de água dissolvem 49,7 partes de Na₂CO₃ para dar uma solução contendo 33,2% em peso de Na₂CO₃. Acima e abaixo desta temperatura, a solubilidade diminui para 29% em peso. Isto significa que a saturação de várias concentrações entre 29 e 33,2% pode ser alcançada em duas diferentes temperaturas, uma abaixo e outra acima do ponto de solubilidade máximo.

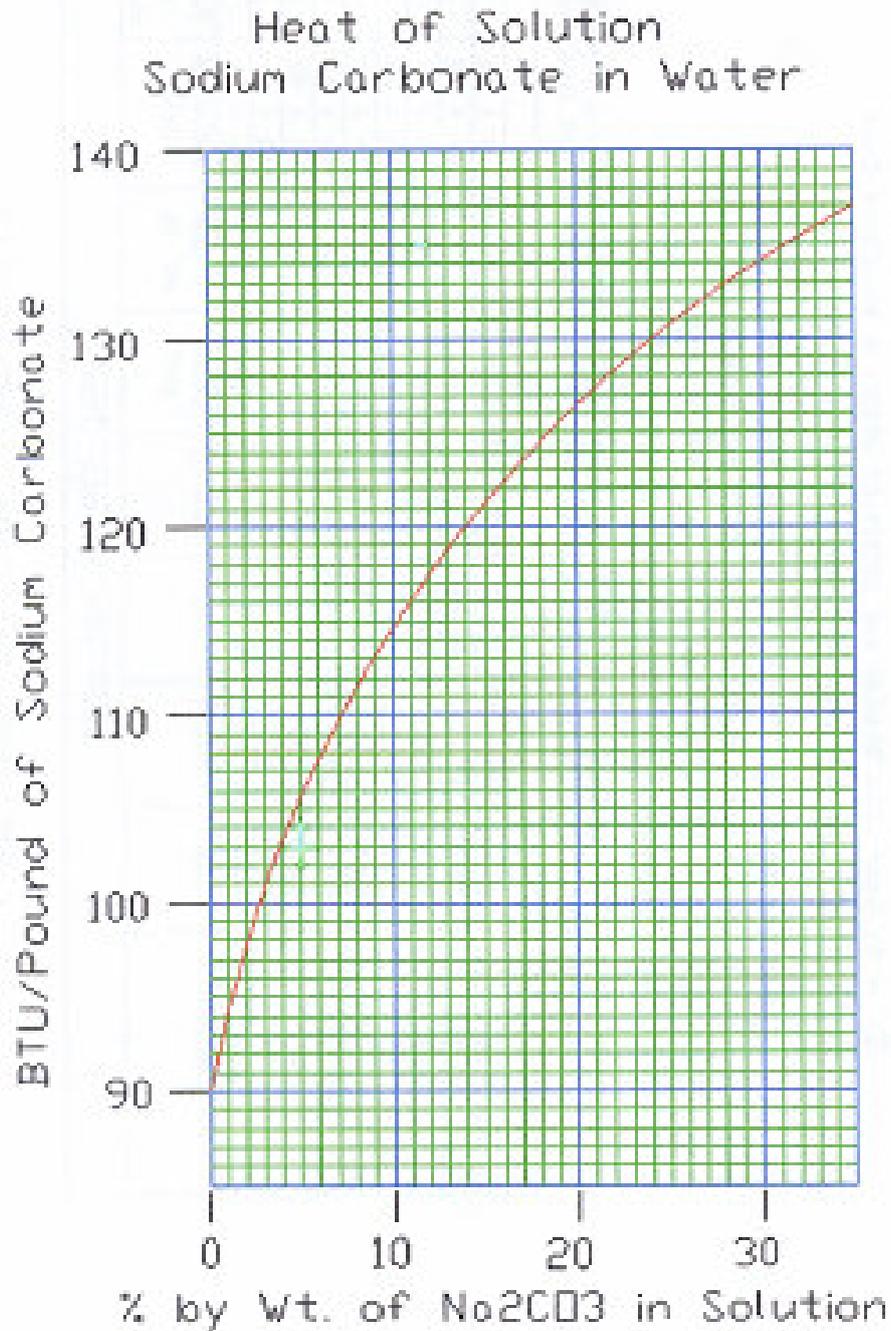
Ao atingir a concentração máxima, 33,2% em 35,4°C, se mais soda barrilha for adicionada à solução, cristais irão se formar e ficar em equilíbrio com a solução saturada. A composição do cristal é uma função da temperatura da solução. Abaixo encontra-se um diagrama de fases para a soda barrilha e água mostrando os diferentes sais hidratados que podem se formar se o sistema de temperatura da mistura não for corretamente mantido.



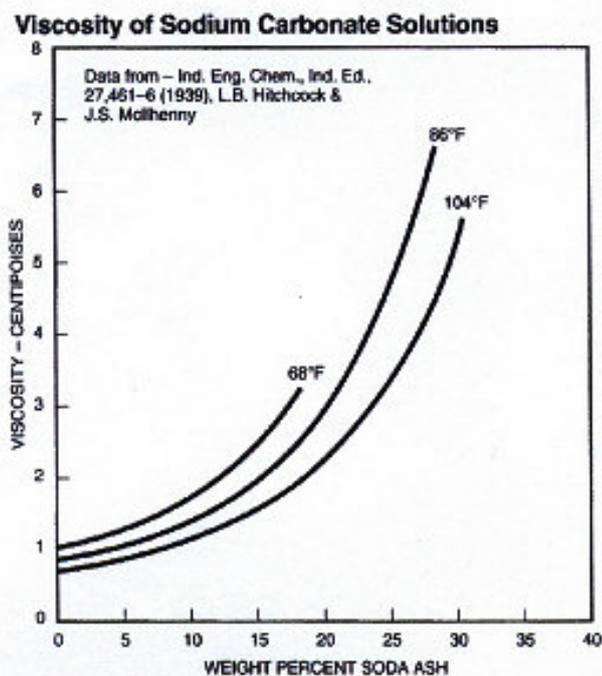
CALOR DE SOLUÇÃO EM ÁGUA DO CARBONATO DE SÓDIO



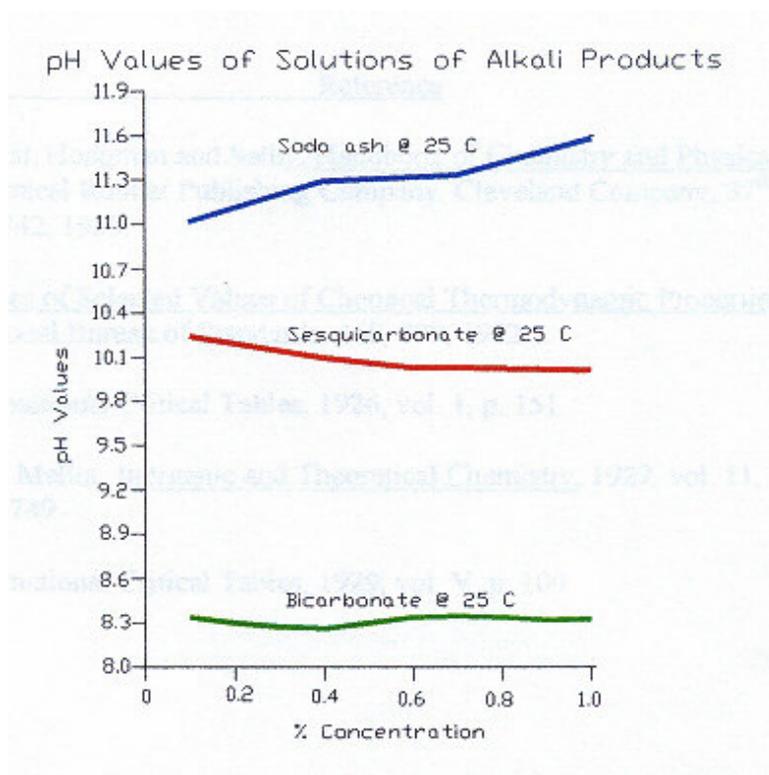
A dissolução da soda barrilha é um processo exotérmico. O gráfico abaixo mostra o calor envolvido por libra de soda dissolvida em água pura. A hidratação da soda barrilha é também exotérmica do mesmo modo que a soda barrilha seca é adicionada a uma solução saturada e a temperatura da solução irá aumentar porque o calor envolvido na reação converte a soda barrilha de anidra para monohidratada.



VISCOSIDADE DAS SOLUÇÕES DE CARBONATO DE SÓDIO

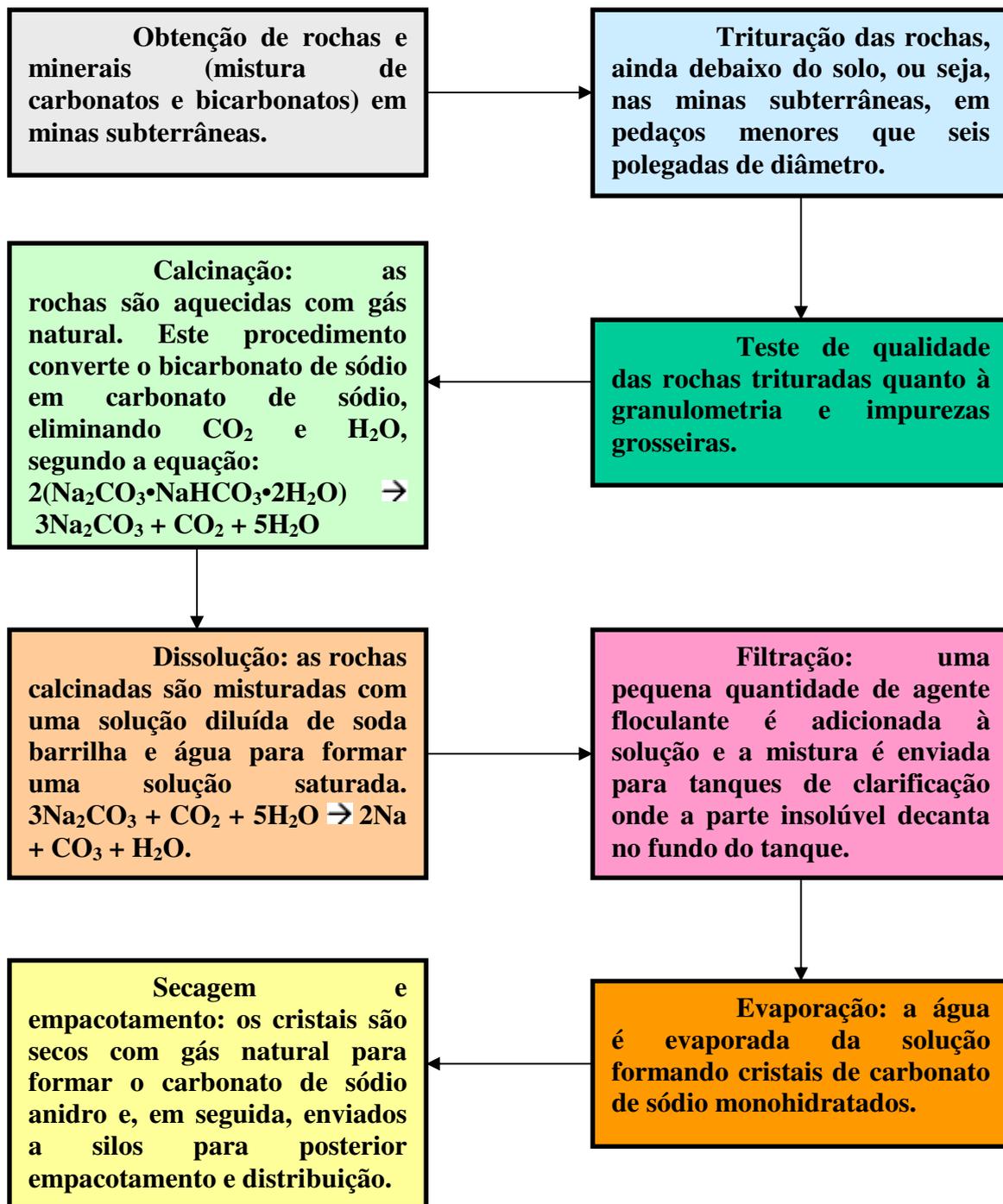


VALORES DE pH DE SOLUÇÕES DE PRODUTOS DE ÁLCALIS



O PROCESSO DE PRODUÇÃO DA SODA BARRILHA ATRAVÉS DE MATÉRIAS-PRIMAS NATURAIS

O processo de obtenção industrial da soda barrilha comercial a partir de matérias-primas naturais envolve uma série de etapas que podem ser conferidas no fluxograma abaixo.



ILUSTRAÇÕES DO PROCESSO

EXTRAÇÃO



O processo inicia em túneis com mais de 300 metros de profundidade. A mina contém mais de 1200 km de túneis e galerias.



Máquinas quebram continuamente as rochas e carregam para tratores.



Suportes são colocados para garantir a sustentação do teto e evitar desabamentos.



Tratores carregam as rochas para um esmagador centralmente localizado.



As rochas são trituradas em pedaços com diâmetro inferior à 15 centímetros e alocados em depósitos subterrâneos. Neste estágio, as rochas estão de 87 a 90% puras.

TESTE DE QUALIDADE



Quando necessitadas, as rochas são trazidas para a superfície e peneiradas. Dependendo do tamanho do mineral, ele pode ser enviado diretamente para o refinamento.



As rochas devem estar menores do que 3/16 polegadas antes de serem encaminhadas ao refinamento. Pedacos grandes são novamente quebrados em um sistema triturador para que possam ser encaminhados para o refinamento.

CALCINAÇÃO



O produto do refinamento é aquecido em fornos, que são alimentados com gás natural. Este aquecimento converte o bicarbonato de sódio para carbonato de sódio anidro, liberando CO_2 e H_2O , segundo a equação: $2(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \rightarrow 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$.

DISSOLUÇÃO



O produto calcinado é misturado com uma solução diluída de soda barrilha e água para formar uma solução saturada. $3\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na} + \text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Classificadores de taxa separam toda a soda não-dissolvida (insolúvel).

FILTRAÇÃO



Uma pequena quantidade de agente flocculante é adicionada à solução e a mistura é enviada a um clarificador onde a parte insolúvel decanta no fundo do tanque. A solução de soda barrilha clarificada é tratada com carvão ativado para absorver qualquer partícula orgânica que estiver dissolvida na solução. Um filtro auxiliar de terra diatomácea é adicionado e o carvão é removido.

EVAPORAÇÃO



A água é evaporada da solução formando cristais de carbonato de sódio monohidratado. A evaporação ocorre em evaporadores de circulação forçada aquecidos com vapor.



Os cristais são removidos dos evaporadores e processados através de ciclones e centrífugas separando qualquer solução residual.

SECAGEM



Os cristais são secos em fornos aquecidos com gás natural produzindo carbonato de sódio anidro livre de umidade. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (monohidratado) \rightarrow Na_2CO_3 (Anidro).



O produto que sai do forno é filtrado para remover qualquer material acima do tamanho desejado e enviado para classificadores mais arejados onde a soda é resfriada em temperatura ambiente. Ciclones removem as partículas indesejadas, resultando no produto final, ou seja, carbonato de sódio puro, branco e fino.

ARMAZENAMENTO E ESTOCAGEM



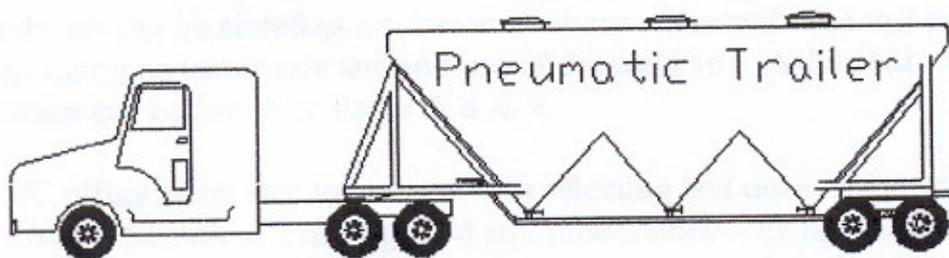
O carbonato de sódio é classificado como denso ou de alta pureza, e enviado para silos de armazenamento apropriados.



O carbonato de sódio é ensacado e vendido com pesos variáveis.

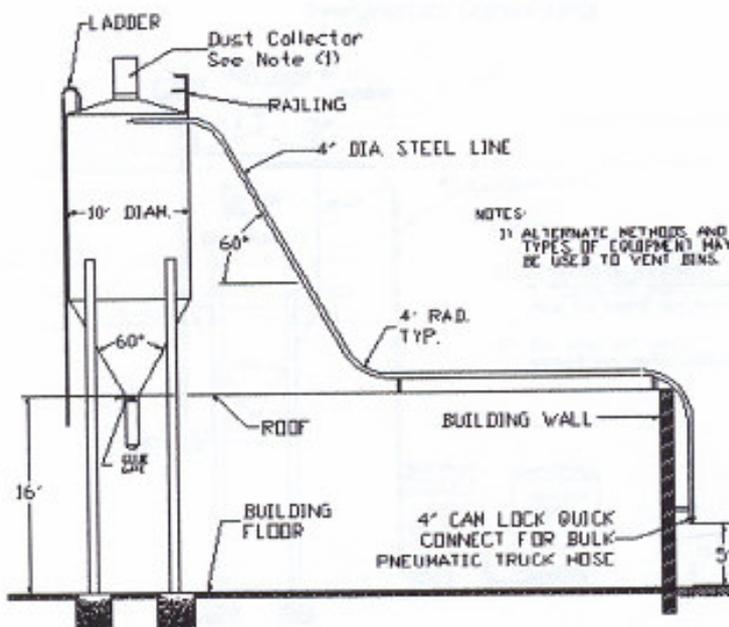


A soda barrilha pode também ser vendida a granel, ou seja, em grandes quantidades que são transportadas em caminhões adequados, como os mostrados abaixo.

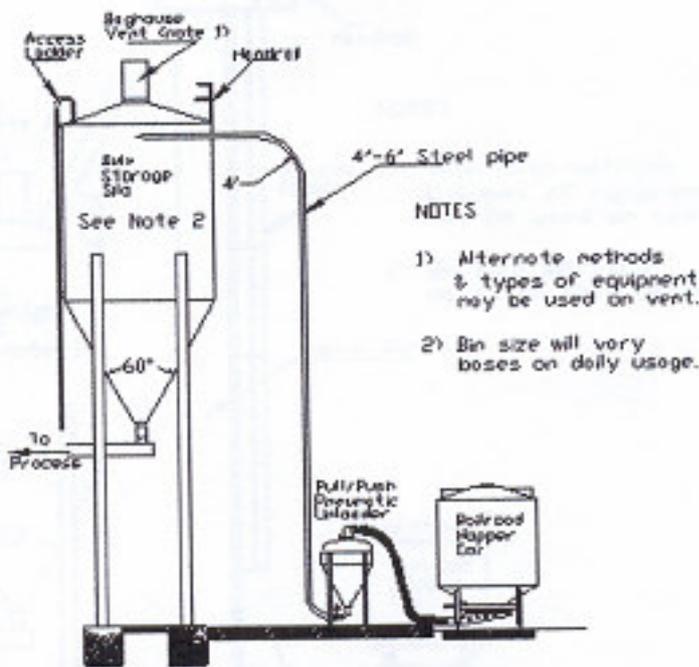


SISTEMAS DE DESCARREGAMENTO

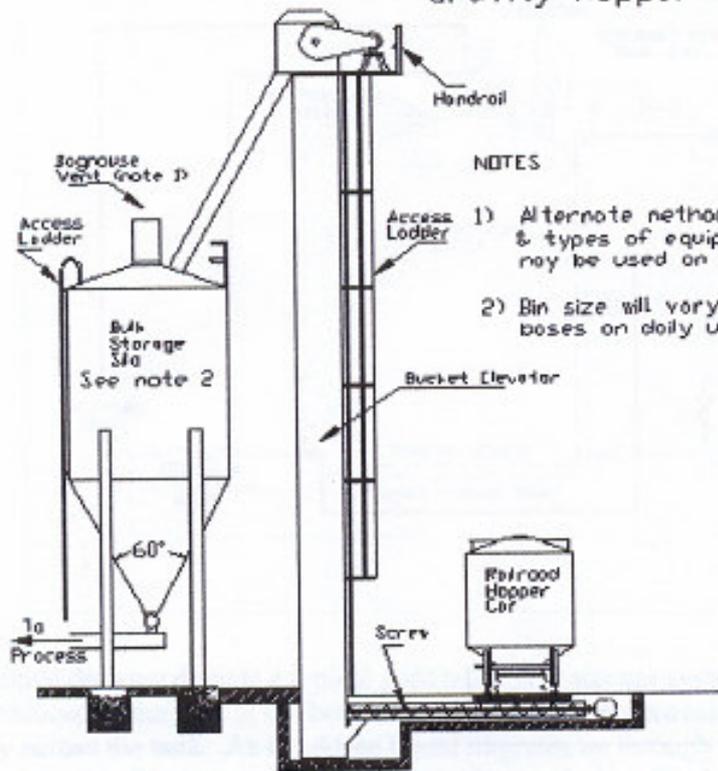
Soda Ash Delivered by Pneumatic Truck



Pneumatic Unloading of Soda Ash using Pneumatic Conveying



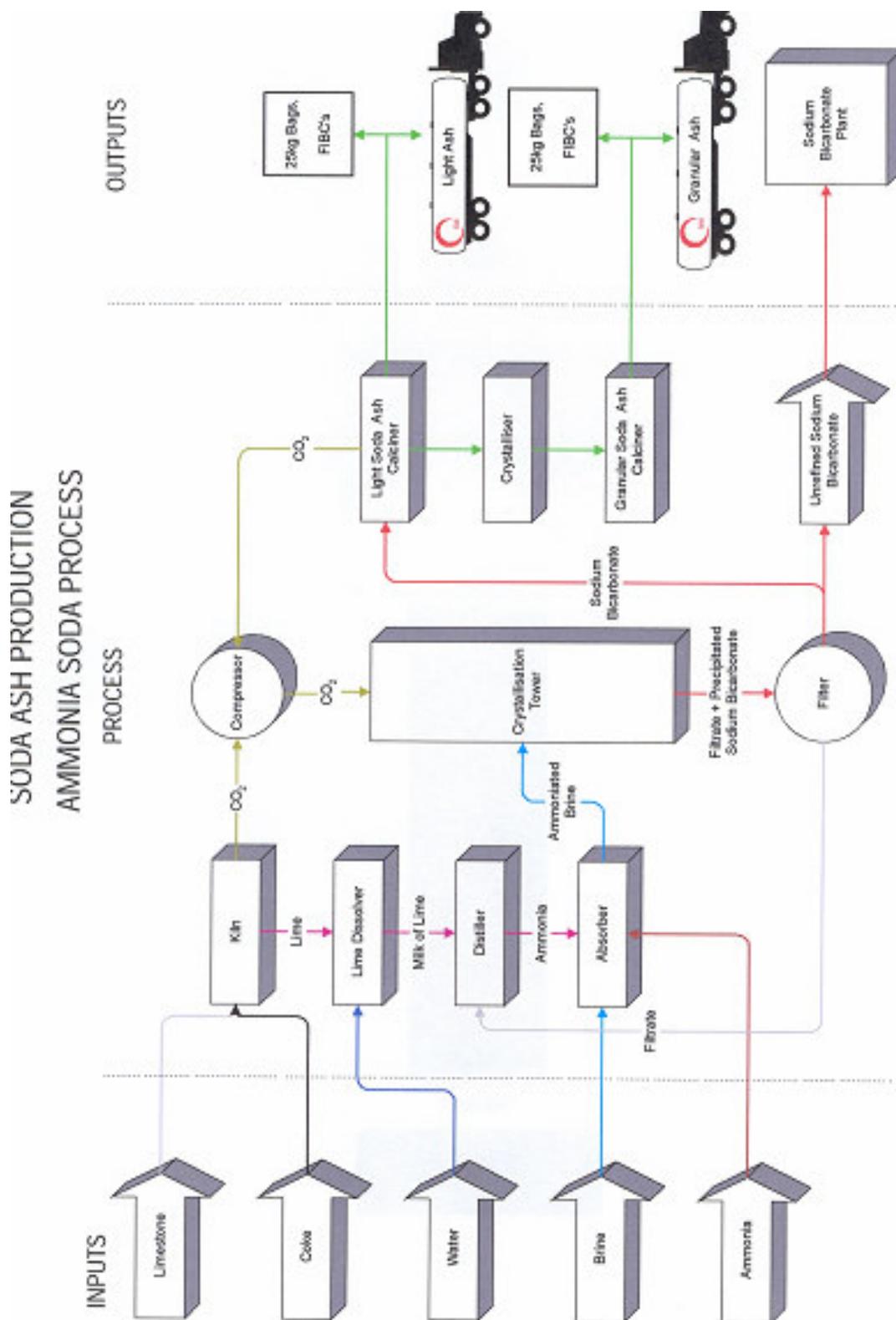
Mechanical Unloading of Soda Ash from Gravity Hopper Car



NOTES

- 1) Alternate methods & types of equipment may be used on vent.
- 2) Bin size will vary bases on daily usage.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO INDUSTRIAL CONSIDERADO
 MODELO DE ECONOMIA QUÍMICA



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A soda barrilha é comumente obtida utilizando a tecnologia Solvay, que é considerada um modelo de economia química, tendo em vista o máximo aproveitamento de matérias-primas e subprodutos. Desta forma, consegue minimizar ao máximo o impacto ambiental gerado nas plantas, fazendo com que esta seja considerada uma tecnologia “limpa”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FOUST, A. S. *et al.* **Princípios das Operações Unitárias**. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro, 1982, p. 444-445.
2. PERRY, J. H. **Chemical Engineer's Handbook**. Third Edition, New York, 1950.
3. PERRY, R. H., GREEN, D. W. **Perry's Chemical Engineer's Handbook**. Seventh Edition, USA, 1997.
4. SHREVE, R. N., JR, J. A. B. **Indústrias de Processos Químicos**. Guanabara, Rio de Janeiro, 1980, p. 175-178.