

Redução, Concentração de Vinhaça

IV Simpósio Internacional STAB

Ribeirão Preto - SP

Florenal Zarpelon

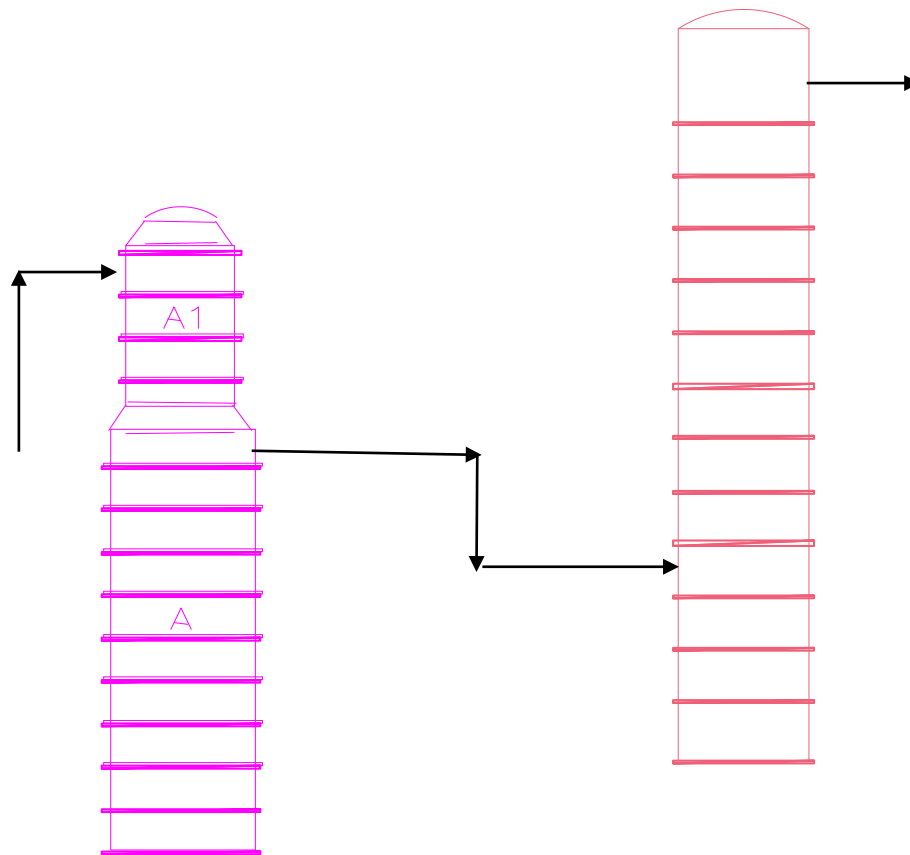
Eng. Químico – UFRJ/69

fz7@uol.com.br

27/02/2019

Por que Reduzir / Concentrar Vinhaça?

- **Facilitar o cumprimento da legislação de Meio Ambiente**
- **Reduzir custos de transporte**
- **Reduzir a temperatura da vinhaça no manuseio**





Nomenclatura

- **Vinhaça:** resíduo aquoso resultante da destilação do vinho, que sai do pé da Coluna Destiladora = C10 (A)
- **DBO vinhaça:** 10.000 – 25.000 mg/L
- **Flegmaça:** água residual que sai do pé da Coluna Retificadora = C40 (B)
- **DBO Flegmaça:** 300 – 800 mg/L

Alternativas para Redução Volume de Vinhaça

- Separar Flegmaça: aparelhos Biostil (Retificadora sem coluna esgotamento) estão descartados
- Aumentar o Grau Alcoólico do vinho, 10%v ou mais
- Aquecimento indireto da Coluna Destiladora
- Reciclagem de Vinhaça para diluição melaço
- Concentração, através de Integração Térmica na Destilação, para diminuir o consumo de vapor

Grau Alcoólico do Vinho

$$GA = Bm * dm * Pm * 0,648 * Ef * k$$

$$= (\cancel{\text{Sólidos/kg}} / \cancel{\text{Solução}}) * (\cancel{\text{kg}} / \cancel{\text{Solução}} / \text{Volume}) * (\text{ART} / \cancel{\text{Sólidos}}) * (\text{Etanol} / \text{ART})$$

$$Bm = \text{Brix Mosto} * dm = \text{Brix Volume}$$

$$Bm = 0,83 * Bm * Dm + 2$$

$$Pm = \text{Pureza ART} / \text{Brix}$$

$$0,648 = \text{Conversão ART para Etanol, litro Et/kg ART}$$

$$= 2 * 46,07 / 180,16 = 0,5114 / 0,7892 = 0,648$$

$$Ef = \text{Eficiência fermentação}$$

$$k = \text{fator relativo a diluição do fermento}$$

$$= 100 / (100 - \text{Vol levedo} + \text{Vol levedo} * (1 + d))$$

$$\text{Se Volume levedo} = 10\% \text{ e a diluição for } 1:1, \text{ então,}$$

$$k = 100 / (100 - 10 + 10 * 2) = 0,91$$

Brix Mosto para obter GA desejado

- $GA = Bm * dm * Pm * 0,648 * Ef * k$

Se $Bm = 0,83 * Bm * dm + 2$, então,

$$GA = ((Bm - 2) / 0,83) * Pm * 0,648 * Ef * k, \text{ donde}$$

$$Bm = (GA * 0,83 / (Pm * 0,648 * Ef * k)) + 2$$

- $GA = 10\%$

- $\text{Pureza ART} = 75\% = 0,75$

- $Ef = 90\% = 0,90$

- $k = 0,91$

- $Bm = 22,8$

Brix da Vinhaça (Sólidos solúveis)

- $bv = Bm \cdot (1 - Pm) \cdot k \cdot k1 \cdot 1,03$
- $bv = (\text{kgSólidos/kgMosto}) \cdot (\text{NãoAçúcares/kgSólidos}) \cdot \text{Diluição}$
- $bv = \text{Brix vinhaça} \quad / \quad Bm = \text{Brix mosto}$
- $(1 - Pm) = \text{Não Açúcares}$
- $k = \text{fator devido diluição fermento}$
- $k1 = \text{fator devido aquecimento direto (injeção vapor) na coluna}$
- $k1 = 100 / (100 - \text{Flegma} + AH \cdot \text{ConsVapor}) = 0,98 - 1,0$
- ou, $k2 = \text{fator devido aquecimento indireto}$
- $k2 = 100 / (100 - \text{Flegma}) = 1,23 \text{ a } 1,27$
- $1,03 = \text{fator assumido devido presença leveduras, açúcares não convertidos a Etanol, etc.}$
- Exemplo:
- $bv = 22,8 \times (1 - 0,75) \cdot 0,91 \cdot 0,99 \cdot 1,03 = 5,3$

Brix de Vinhaça (cont.)

- Como medir?
- Areômetro e Refratômetro são calibrados para Açúcar (Sacarose), portanto, como os sais residuais são mais pesados, o brix aparente será mais alto
- Alternativas:
 - Secar a vinhaça e construir uma regressão entre Brix por Secagem e Brix Areométrico
 - Relação Volume inicial / Volume final
$$\text{Volume final} = \text{Volume inicial} - \text{Água Evaporada}$$

Redução volume vinhaça – cont.

- Fatores de Stress para a Levedura , apontados pelo Prof. Dr. Mike Ingledew (EUA):
- Grau Alcoólico elevado
- Temperatura (*“Em altos níveis de etanol, cada aumento de 1°C ocorrendo numa dorna acima de 27°C é um fator de risco que não deve ser desafiado”*)
- Ácidos orgânicos, especialmente acético e láctico
- Ions (Sais, para os brasileiros, Brix)

Visita a Colômbia, Fevereiro 2014

- Programa de Álcool na Colômbia
- Buscaram Tecnologia Internacional
- Compraram PRAJ, fermentação contínua com reciclo leveduras (separação por decantação) e reciclo de vinhaça. Ambas as colunas C10 / C40 sob vácuo. Evaporação Falling Film 4 efeitos.
- Grau Alcoólico do Vinho $\pm 10\%v$, temperatura $\pm 30^{\circ}C$
- Propagação contínua de leveduras
- Controle de ácidos orgânicos no processo açúcar / álcool
- Alimentam melaços / méis em alto brix
- Tempo de Fermentação ± 25 horas
- Vinhaça concentrada a 40 – 45% / 1,8 a 2,0 litros/L Etanol
- Redução do Odor no Campo

Reciclar Vinhaça

- Reciclar vinhaça como na Colômbia, ficou a impressão de que hoje nem eles fariam !!!
- Várias tentativas feitas no Brasil não lograram êxito
- Dr. Mike Ingledew é totalmente contrário.
- Na Argentina está de moda fermentar açúcar depois que termina a safra.
- Açúcar não tem nutrientes (minerais) para as leveduras, logo, convém dissolver o açúcar com vinhaça e ainda adicionar um pouco de melaço.

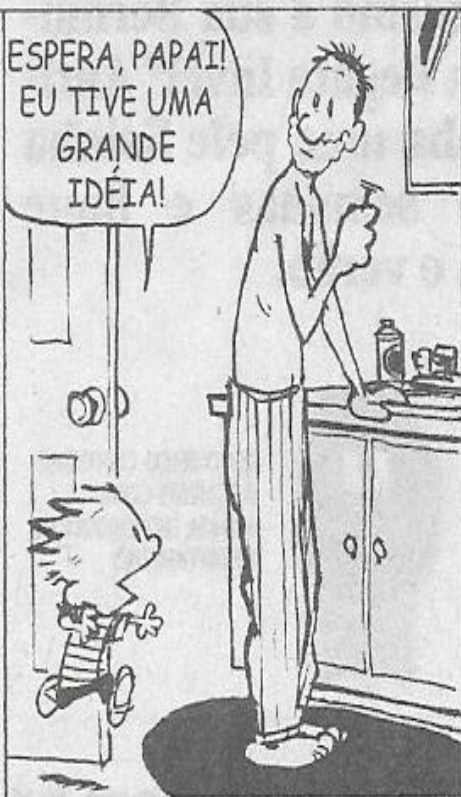


Evaporação da Vinhaça

- Havendo poucos recursos na Fermentação, o caminho mais fácil (**e caro!**) para reduzir o volume de vinhaça é a Concentração em Evaporadores de Múltiplos Efeitos.

O melhor de Calvin Bill Watterson





NÃO RASPE EM VOLTA DA BOCA!
DEIXE OS PÊLOS CRESCEREM
MAIS OU MENOS UM PALMO E
DEPOIS ENCERE ELES PRA
FICAREM DUROS E PONTUDOS!
VOCÊ VAI PARECER UM TIGRÃO!



© 1993 Watterson/Distributed by Universal Press Syndicate



o melhor de Calvin Bill Watterson

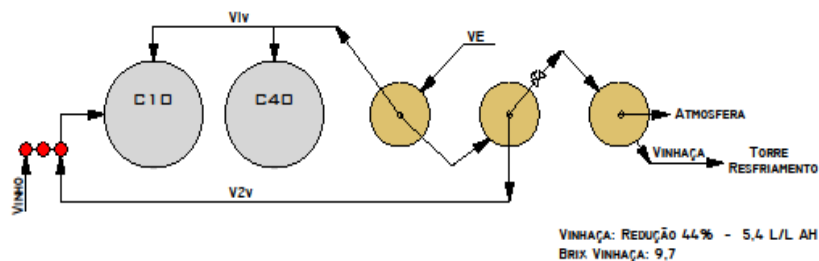


© 1993 Watterson/Distributed by Universal Press Syndicate

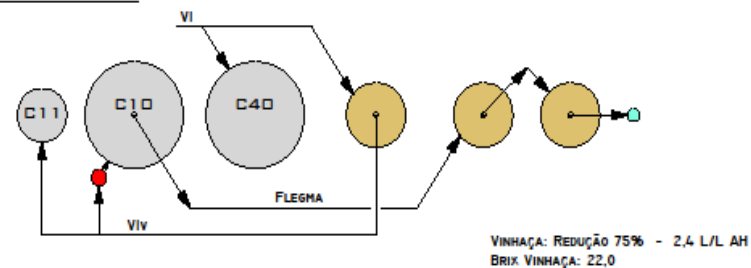


WATTERSON 4-21

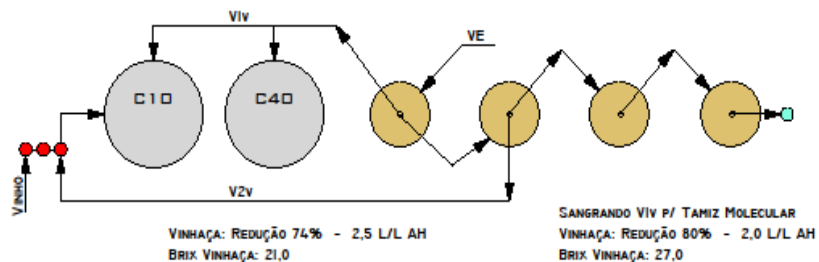
ALTERNATIVA 1



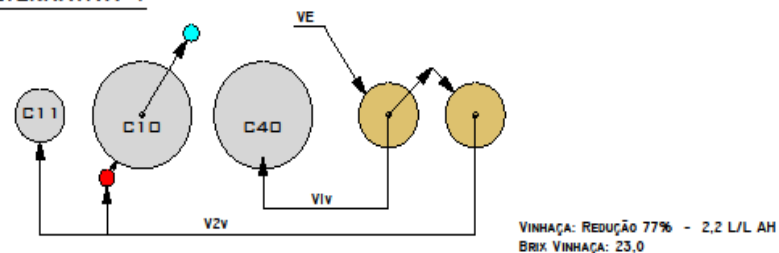
ALTERNATIVA 3



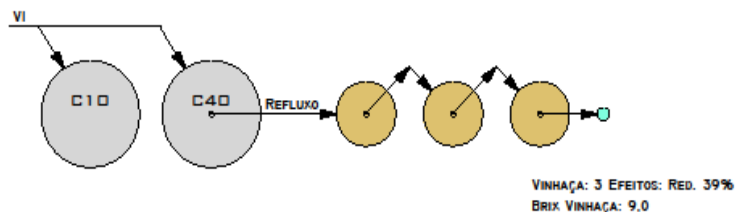
ALTERNATIVA 1/1



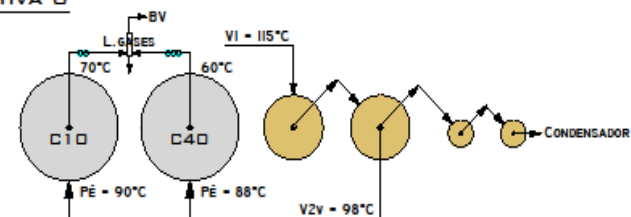
ALTERNATIVA 4



ALTERNATIVA 2



ALTERNATIVA 6



	SEM CONCENTRAÇÃO	1 EFEITO	2 EFEITOS	3 EFEITOS	4 EFEITOS
VINHAÇA: L/L AH	9,6	6,1	2,9	1,2	1,2
BRIX VINHAÇA: %	5,8	9,2	19,6	45	45
REDUÇÃO: %	0	34	70	89	89
CONSUMO VAPOR: KG/L AH	2,5	2,8	3,6	4,1	3,9

DESENHO	DATA	NOME
PROJETO	20/05/15	FZ
REVISÃO	18/08/18	Zorpeton

FZ CONSULTORIA INDUSTRIAL S.S. LTDA.
FZ - 30200-000

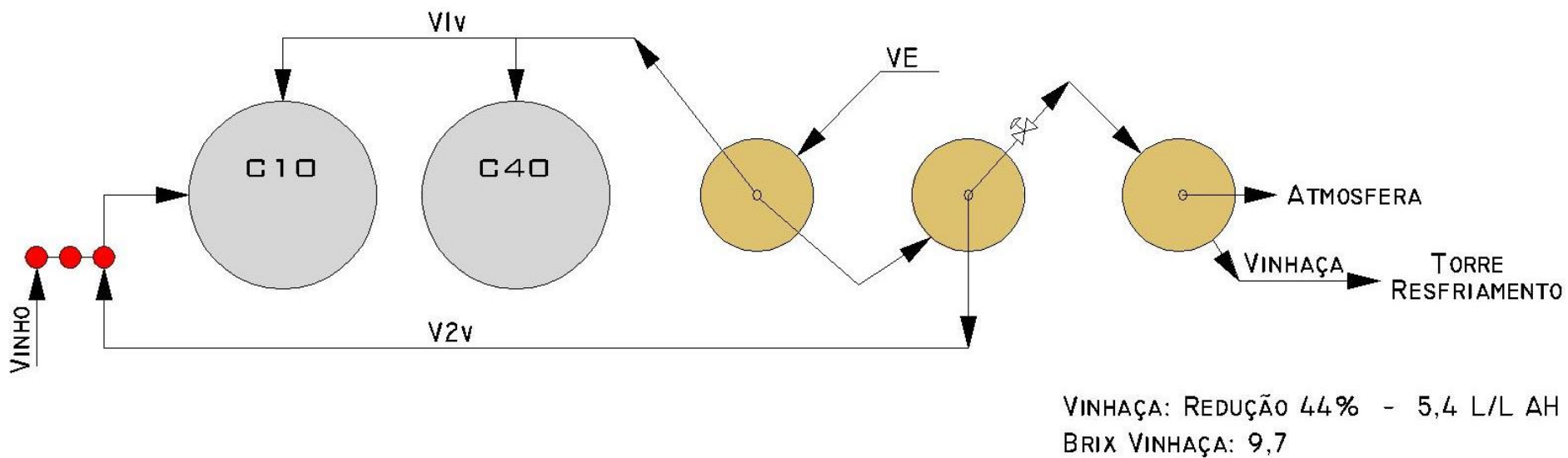
ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NELE SÃO DE PROPRIEDADE DE FZ CONSULTORIA INDUSTRIAL S.S. LTDA. E SUA REPRODUÇÃO É VEDADA SEM AUTORIZAÇÃO PRÉVIA.
(LEI 5988/73)

ALTERNATIVAS PARA CONCENTRAÇÃO VINHAÇA

Base Vinha 10%v

ESCALA	FOLHA
1:1	A3
REV.	DESENHO
	15.05.00.00

ALTERNATIVA 1



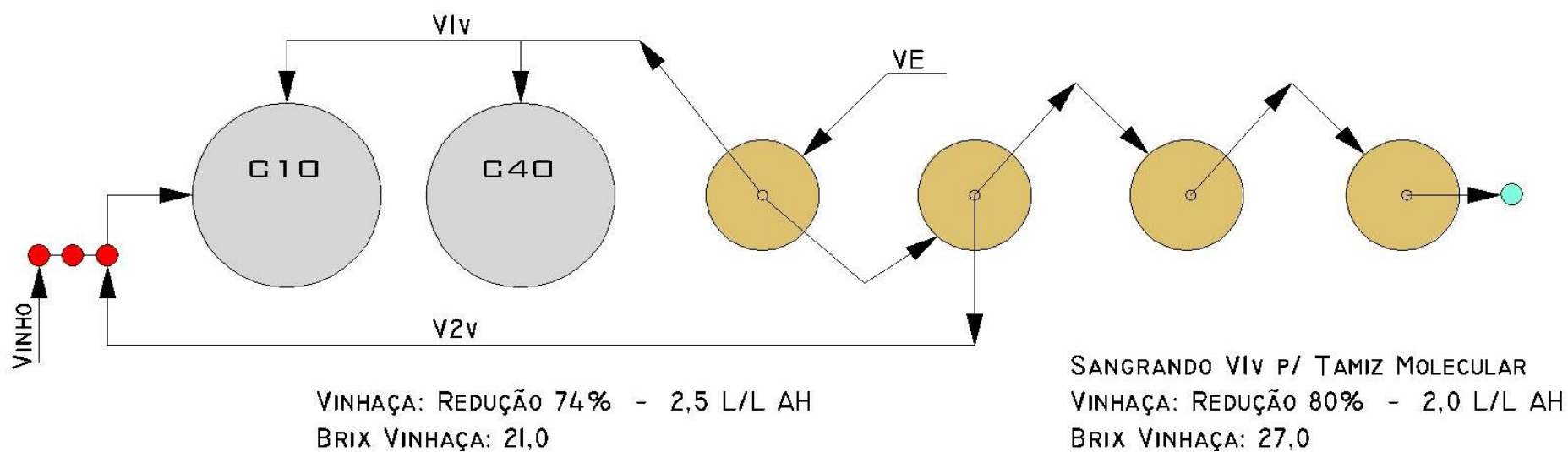
Evaporação em Torre Resfriamento

- Ex.: 100 kg de vinhaça a 100°C vai ser resfriada a 45°C
- $\text{Evaporação} = 100 * \Delta t / \text{Calor Latente}$
 $= 100 * (100 - 45) / 540 = 10\%$

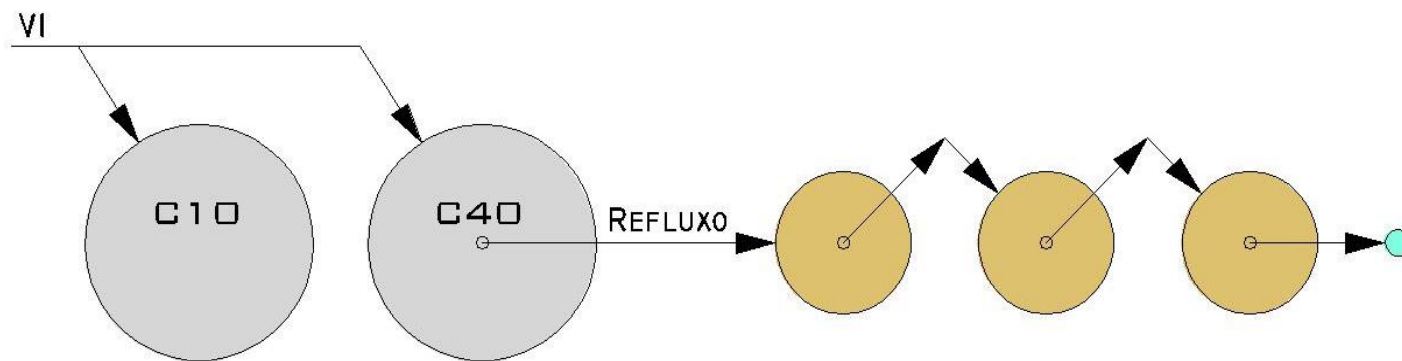




ALTERNATIVA 1/1

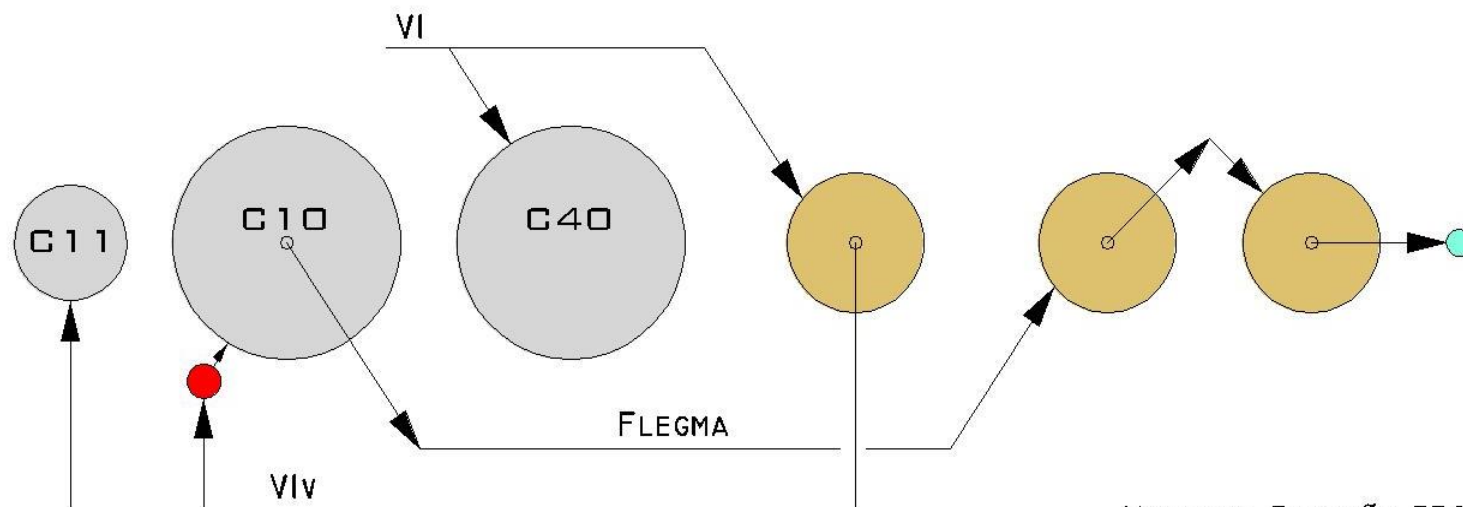


ALTERNATIVA 2



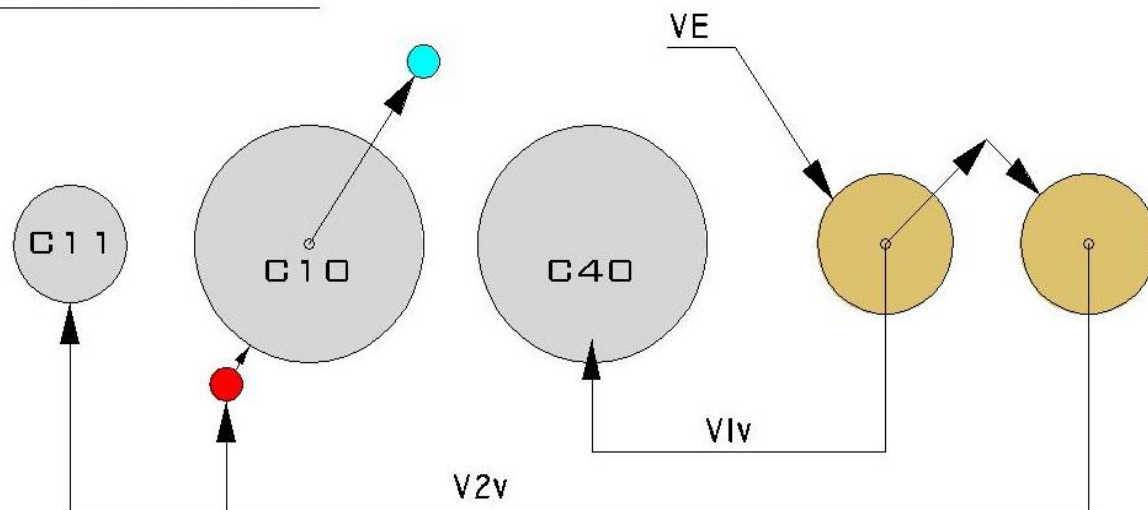
VINHAÇA: 3 EFEITOS: RED. 39%
BRIX VINHAÇA: 9,0

ALTERNATIVA 3



VINHAÇA: REDUÇÃO 75% - 2,4 L/L AH
BRIX VINHAÇA: 22,0

ALTERNATIVA 4



VINHAÇA: REDUÇÃO 77% - 2,2 L/L AH
BRIX VINHAÇA: 23,0

Resumo das Alternativas

- Referência: Pureza ART/Brix = 75

- **GA do Vinho** **9** **10** **11**

- Brix Vinhaça in natura 4,9 5,5 6,0

- **Alternativa 1**

%Red.Volume / Brix	43 / 8,7	44 / 9,7	45 / 10,8
--------------------	----------	----------	-----------

- **Alternativa 1.1**

%Red.Volume / Brix	74 / 19	80 / 27	86 / 43
--------------------	---------	---------	---------

- **Alternativa 2**

%Red.Volume / Brix	38 / 8	39 / 9,0	41 / 10
--------------------	--------	----------	---------

- **Alternativa 3**

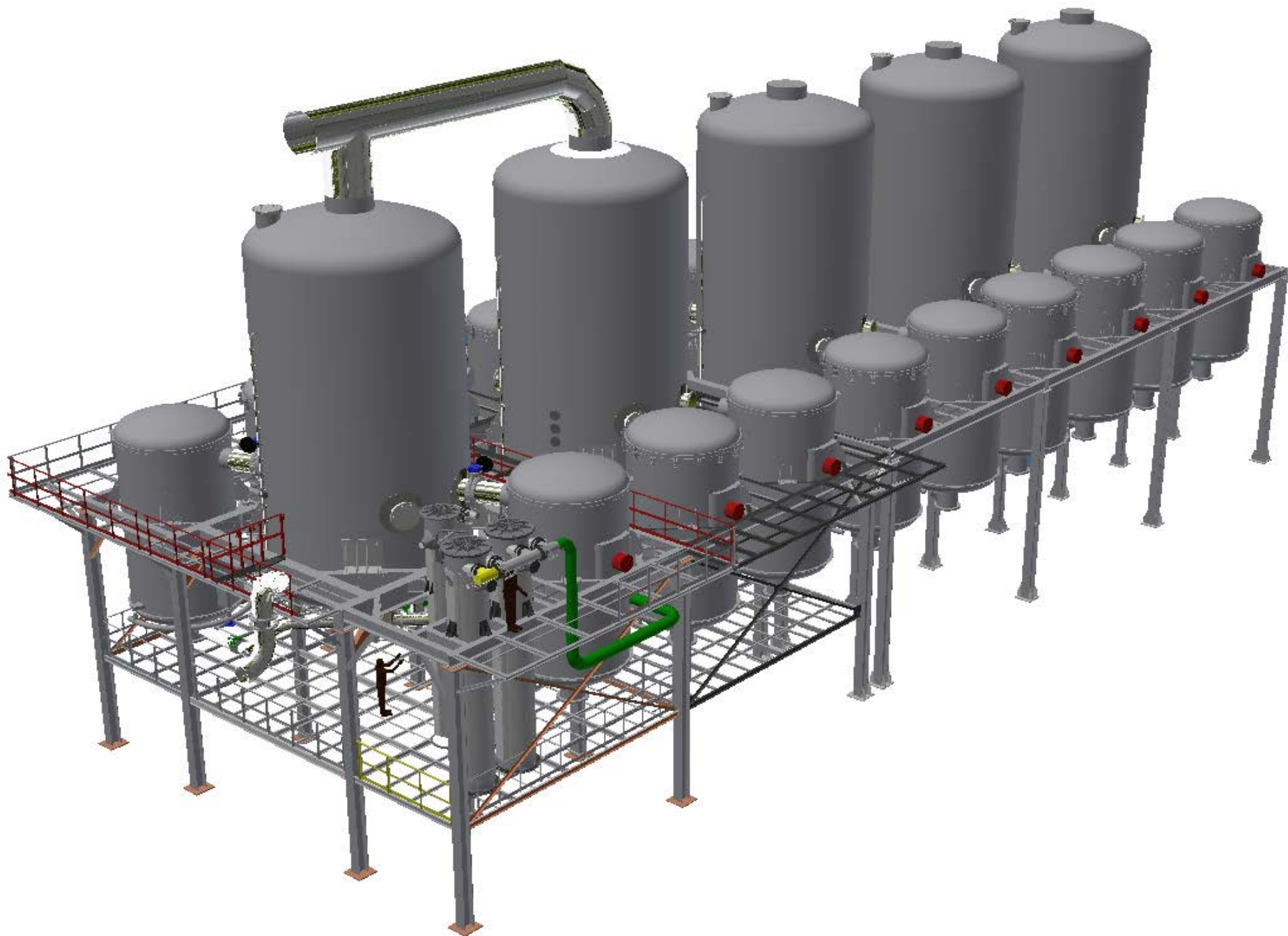
%Red.Volume / Brix	72,5 / 18	75 / 22	79 / 28
--------------------	-----------	---------	---------

- **Alternativa 4**

%Red.Volume / Brix	73 / 18,1	77 / 23	81 / 32
--------------------	-----------	---------	---------

Cálculos

Programa Excel





PLAN VINAZA "CERO"
VINAZA DE COLUMBIA
VINAZA DE COLUMBIA
VINAZA DE COLUMBIA

Que mais se pode fazer com a vinhaça?

- Biodigestão para produzir Metano / CH_4
O Metano é um combustível gasoso interessante, mas contém muitos gases de Enxofre, portanto, necessita ser tratado para evitar corrosão pela formação de ácidos.
- Concentrar e queimar produzindo vapor e daí energia: Empresa NEM (subsidiária da Siemens), e SAACKE: ideias ousadas que não avançaram
- Concentrar para distribuição direta ao campo ou antes fazer compostagem com torta de filtro, cinzas de caldeira, etc.
- Concentrar a vinhaça é **CARO**, mas é a alternativa que resulta em reduzir custos no uso posterior.