

STAB

Fenasucro & Agrocana

# **Aplicação de vinhaça concentrada**

*Valmir Barbosa*

Usina Catanduva – GVO

Sertãozinho, 27 de agosto de 2015

# Trabalho desenvolvido na Usina Santa Elisa

## Histórico

1978 : Instalação

Com frustração do mercado na indústria química e construção civil etc.

1987 : Solução para viabilizar a aplicação como fertilizante

Porém restrição na integração com a indústria (balanço energético)

1997: Sinergia com a Cogeração de eletricidade, utilizando vapor de escape e mudança de conceito

## 1. Introdução

1. Almeida, 1952: redução da acidez
2. Camargo, 1954: microbiologia e elevação da fertilidade
3. Valsechi, 1955: redução da acidez
4. Ranzani, 1955: porosidade do solo +17% e permeabilidade pouco alterada
5. Pimentel Gomes & Cardoso, 1958: “adubo excelente”
6. Miocque, 1966: ação redutora pela proliferação microbiana
7. Glória et al. 1972: neutralização da vinhaça
8. Glória, 1975: Uso racional da vinhaça
9. Glória, 1976: melhoramento da fertilidade
10. Agujaro, 1979: aumento da fertilidade
11. Ritchey et al., 1980: desenvolvimento de raízes
12. Matiazzo & Glória, 1980: conservação do fosfato de cálcio
13. Glória & Orlando Filho, 1981: melhor fertilidade e pior qualidade da cana
14. Nunes, 1982: efeitos na lixiviação de nutrientes
15. Neves, 1983: crescimento de BFN
16. Ritchey et al., 1983: desenvolvimento de raízes
17. Camargo et al., 1983: enriquecimento do solo
18. Coletti et al., 1983: elevação da fertilidade
19. Orlando Filho et al., 1983: 20 anos de aplicação, benefícios à cultura e ao solo

## 1. Introdução

20. Parazzi et al., 1984: melhoria da produtividade
21. Mazza, 1985: doses maciças e variações do solo
22. Andrioli, 1986: efeitos no solo
23. Souza & Ritchey, 1986: Correção de solo
24. Kofler, 1986: distribuição do sistema radicular
25. Cambuim & Cordeiro, 1986: lixiviação de K, Ca e Mg, e aumento de  $P_s$
26. Minhoni & Cerri, 1987: imobilização do nitrogênio
27. Morelli et al., 1987: distribuição do sistema radicular.
28. Hassuda, 1989: alteração em água subterrânea, dose 12.000m<sup>3</sup>/ha/ano.
29. Morelli et al., 1992: correção de solo
30. Cruz et al., 1993: melhoramento da fertilidade
31. Orlando Filho et al., 1994: enriquecimento, alta TCH e sempre K > 5%
32. Orlando Filho et al., 1995: não lixiviação de N e enriquecimento do solo
33. Orlando Filho et al., 1996: enriquecimento do solo
34. Penatti & Forti, 1997: 300 m<sup>3</sup>/ha e enriquecimento do solo
35. Penatti & Forti, 1999: enriquecimento do solo
36. Dynia, 2000: retenção de nitratos no solo
37. Sposito, 2001: maiores sítios de troca de K ( >5% )
38. Barbosa et al., 2006: adubação com vinhaça concentrada

# Marcos históricos

Aplicação de vinhaça resultou em aumento do pH do solo.

ALMEIDA et al (1950) e VALSECHI & PIMENTEL GOMES (1954)

Uma das conquistas mais interessantes dos últimos anos no que se refere à fertilização dos canaviais é o uso da vinhaça como adubo. Considerada até pouco tempo como resíduo inaproveitável, sabe-se hoje que a vinhaça é adubo excelente. ... Método econômico e prático de melhorar o rendimento dos canaviais. ... Terras consideradas impróprias para o plantio de cana hoje estão transformadas em canaviais magníficos, graças ao uso da vinhaça.

PIMENTEL GOMES & CARDOSO (1958)

Propõe a aplicação racional da vinhaça, baseada no conhecimento de sua composição química. ... Focalizar apenas o problema da poluição foi um erro de apreciação.

NADIR ALMEIDA DA GLÓRIA (1975)

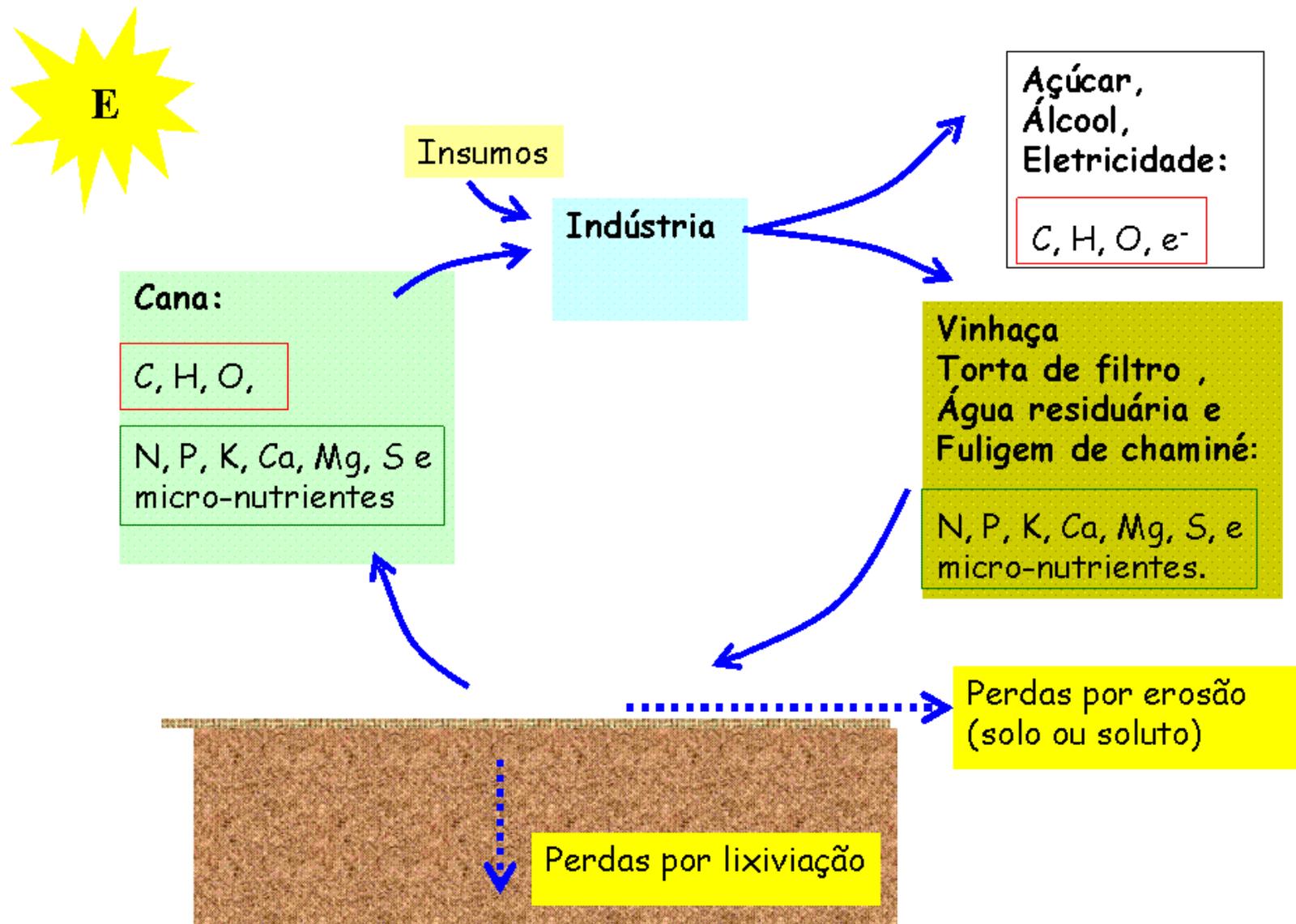
quanto mais tempo os elementos vitais possam permanecer numa determinada área e ser utilizados, vezes seguidas, por sucessivas gerações de organismos, menor quantidade de material novo vindo de fora será necessário.

ODUM, EUGENE (1971)

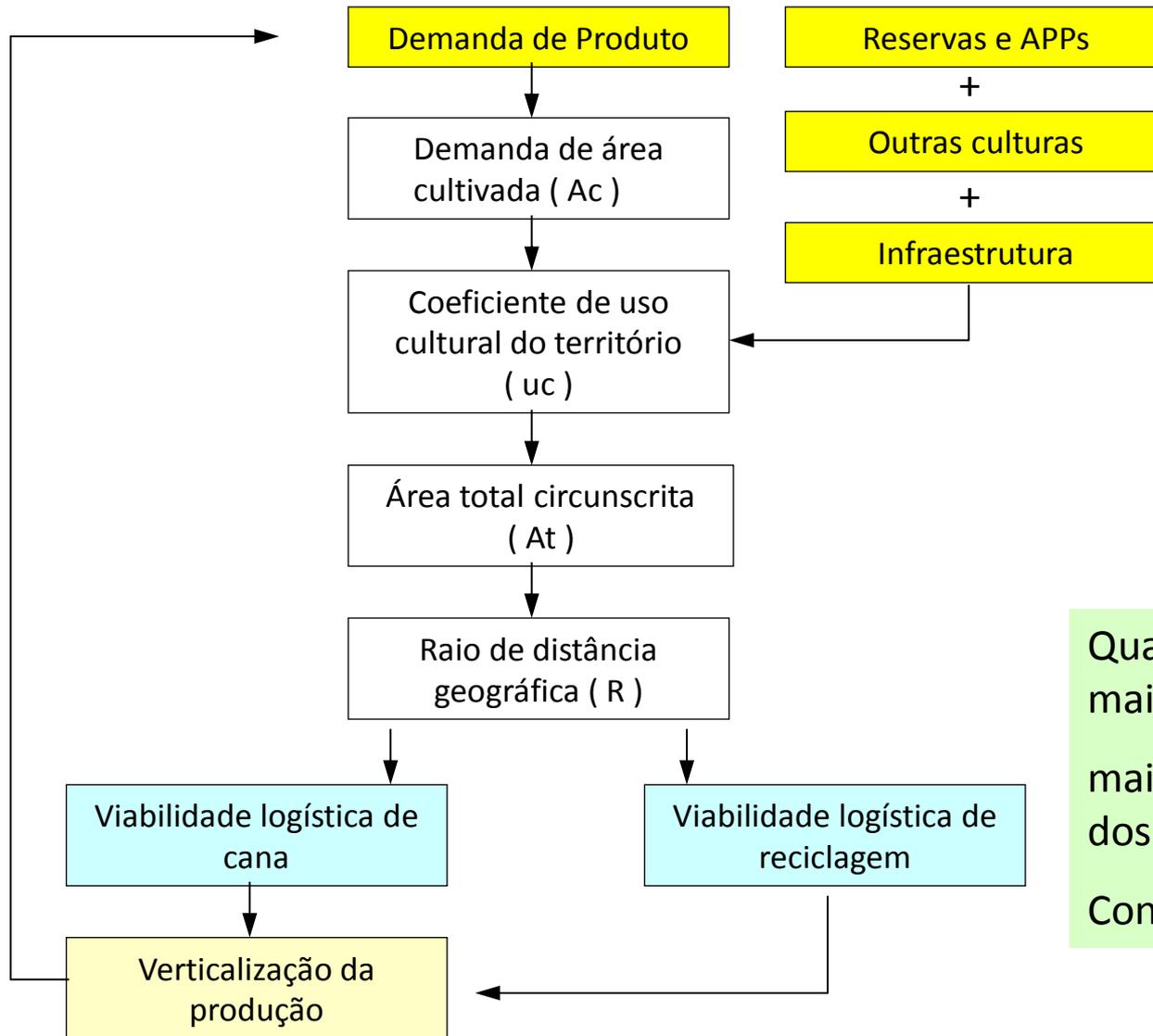
O gerenciamento dos ciclos biogeoquímicos nos ecossistemas agroindustriais, no sentido do estabelecimento de um equilíbrio de manejo, é uma importante abordagem para a adubação e sustentabilidade do negócio.

Esse estabelecimento acontece na medida em que as práticas são viabilizadas economicamente.

# A circulação de nutrientes no sistema agroindustrial da cana-de-açúcar:



# Logística Aplicada e Uso da terra:



Onde:

$$uc = \frac{Ac}{At}$$

$$At = \pi \cdot R^2$$

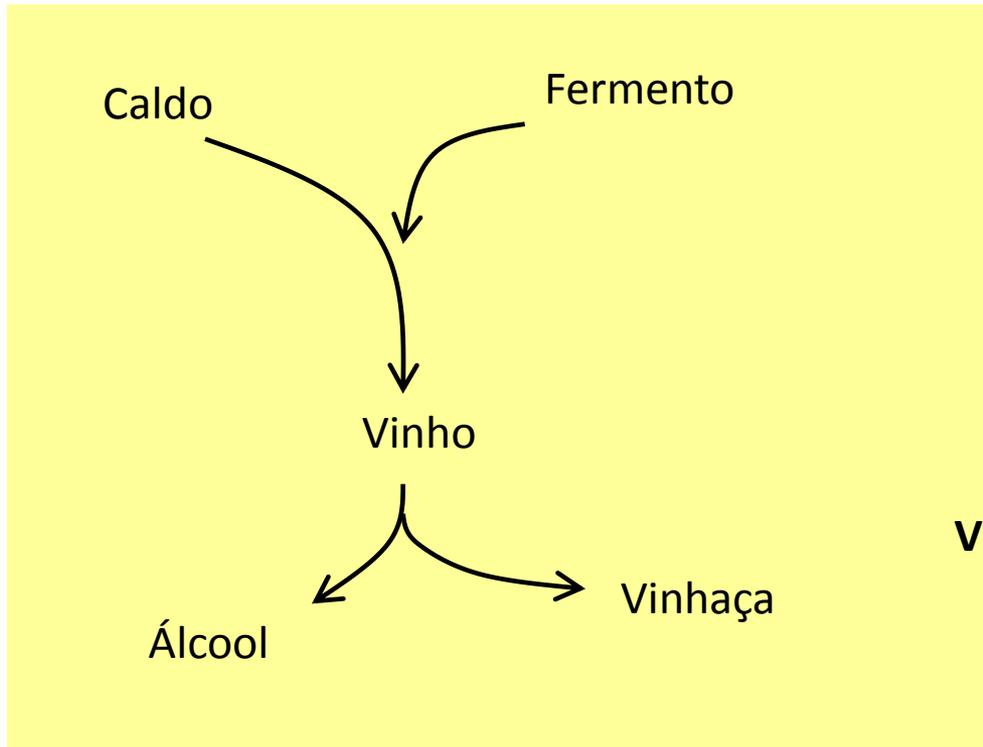
$$R = \sqrt{\frac{At}{\pi \cdot uc}}$$

Quanto maior o uso cultural, maior a concentração da cultura, mais fácil viabilizar a ciclagem dos elementos.

Contribui para a Sustentabilidade

## Uso de vinhaça

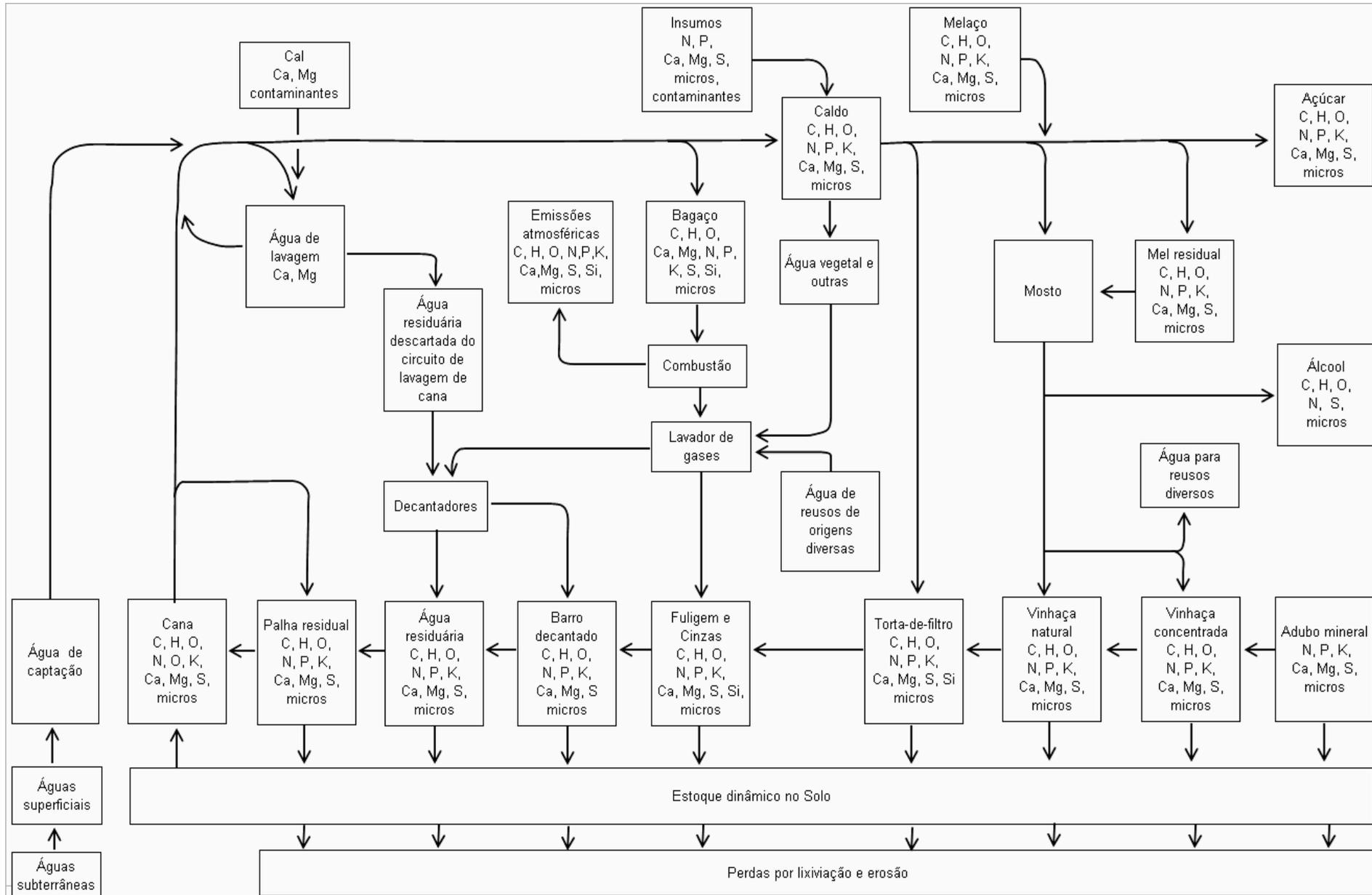
A vinhaça de cana-de-açúcar é um líquido com cheiro que vai do adstringente ao nauseabundo (...) sofre um processo de putrefação liberando gases fétidos que tornam o ambiente insuportável. (FREIRE & CORTEZ, 2000)



A vinhaça de cana-de-açúcar é um excelente adubo (...) quando armazenada no ambiente sofre processo de putrefação . Gases fétidos de proteínas.

**Vinhaça é o vinho desalcoholizado**

# Vias biogeoquímicas para ciclagens de elementos na agroindústria da cana-de-açúcar





Vinhaça

Fosfórico  
Enxofre  
Cal

Melaço

Caldo

Mosto

Mel residual

Água para  
reusos  
diversos

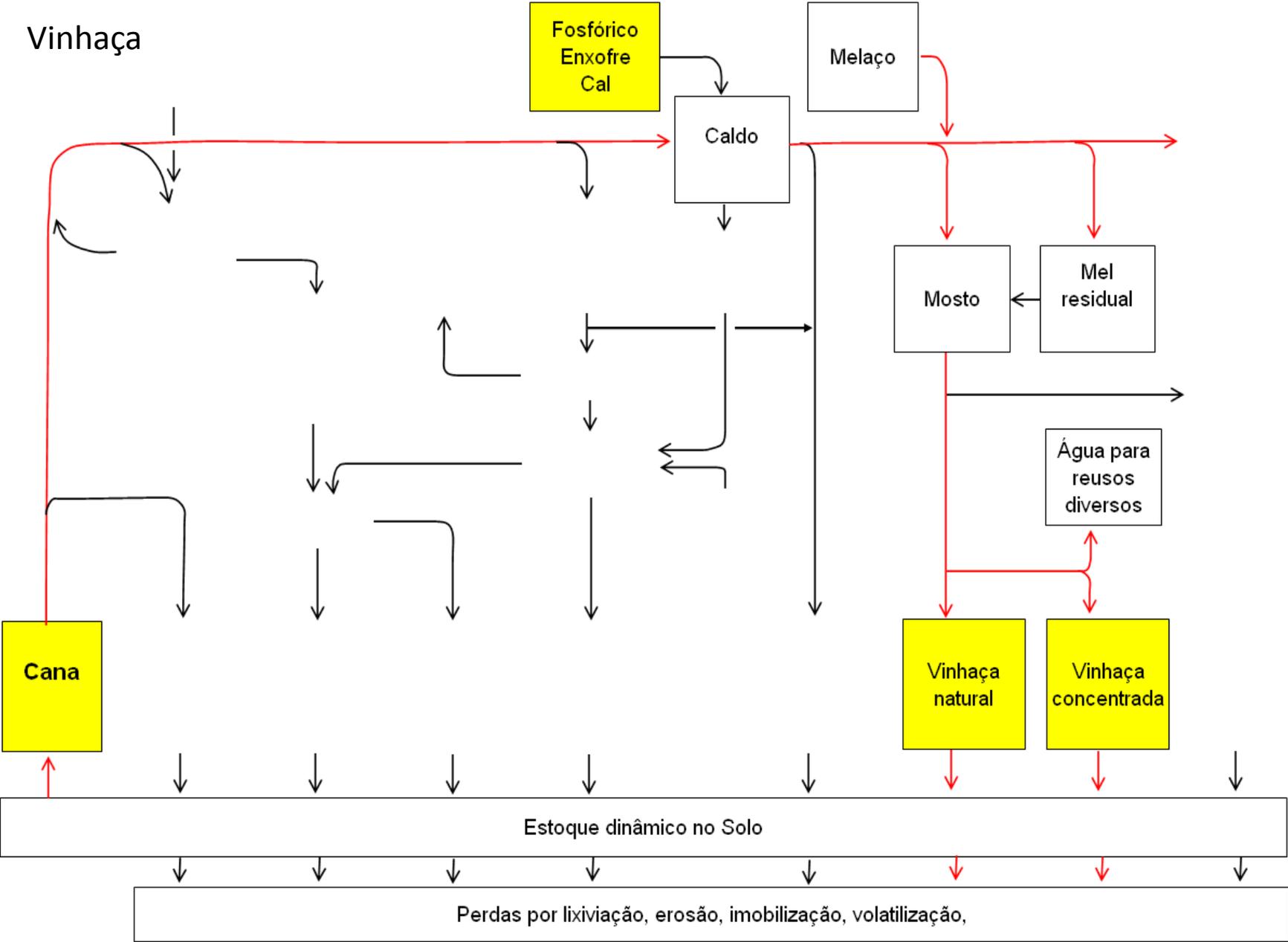
Cana

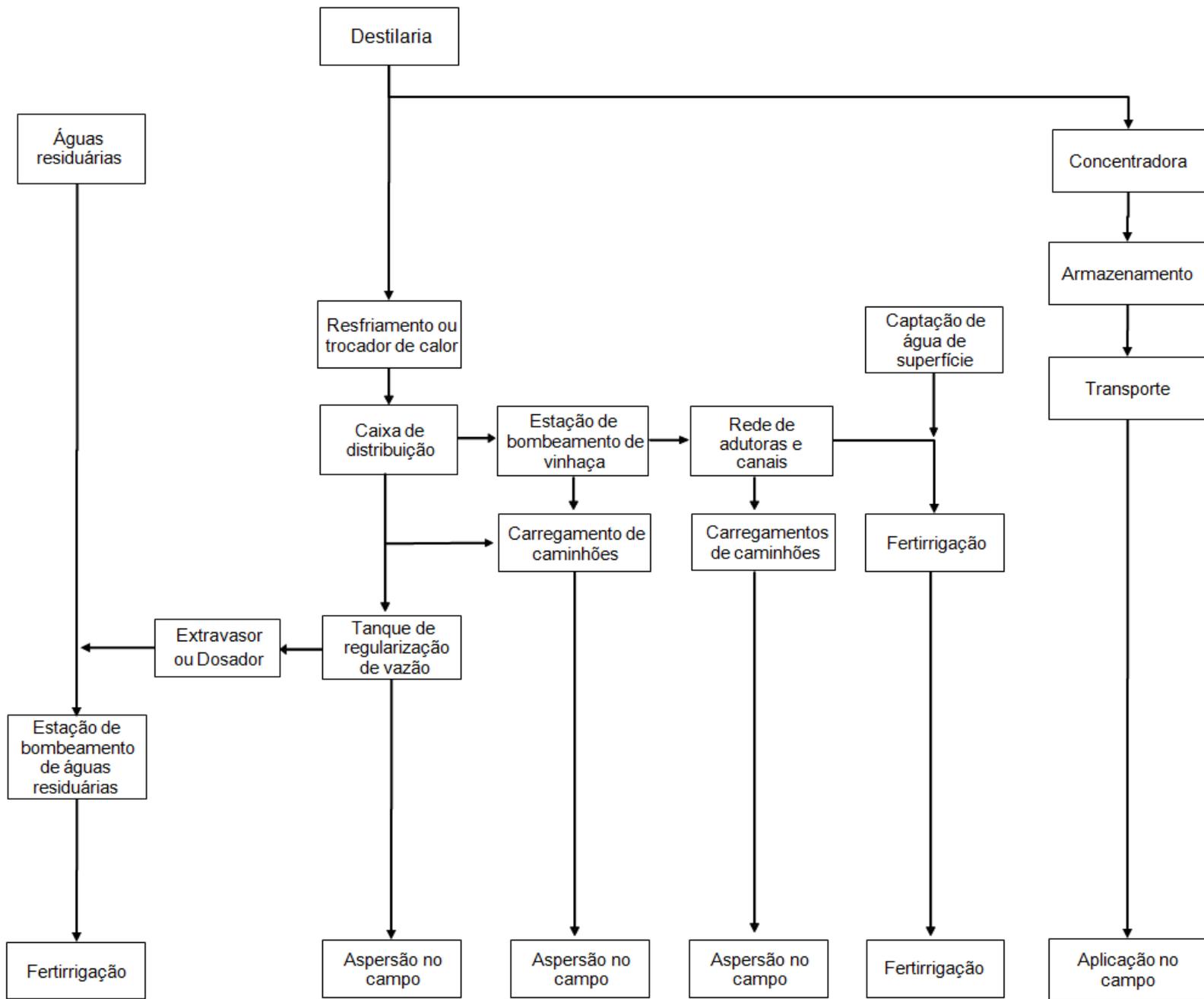
Vinhaça  
natural

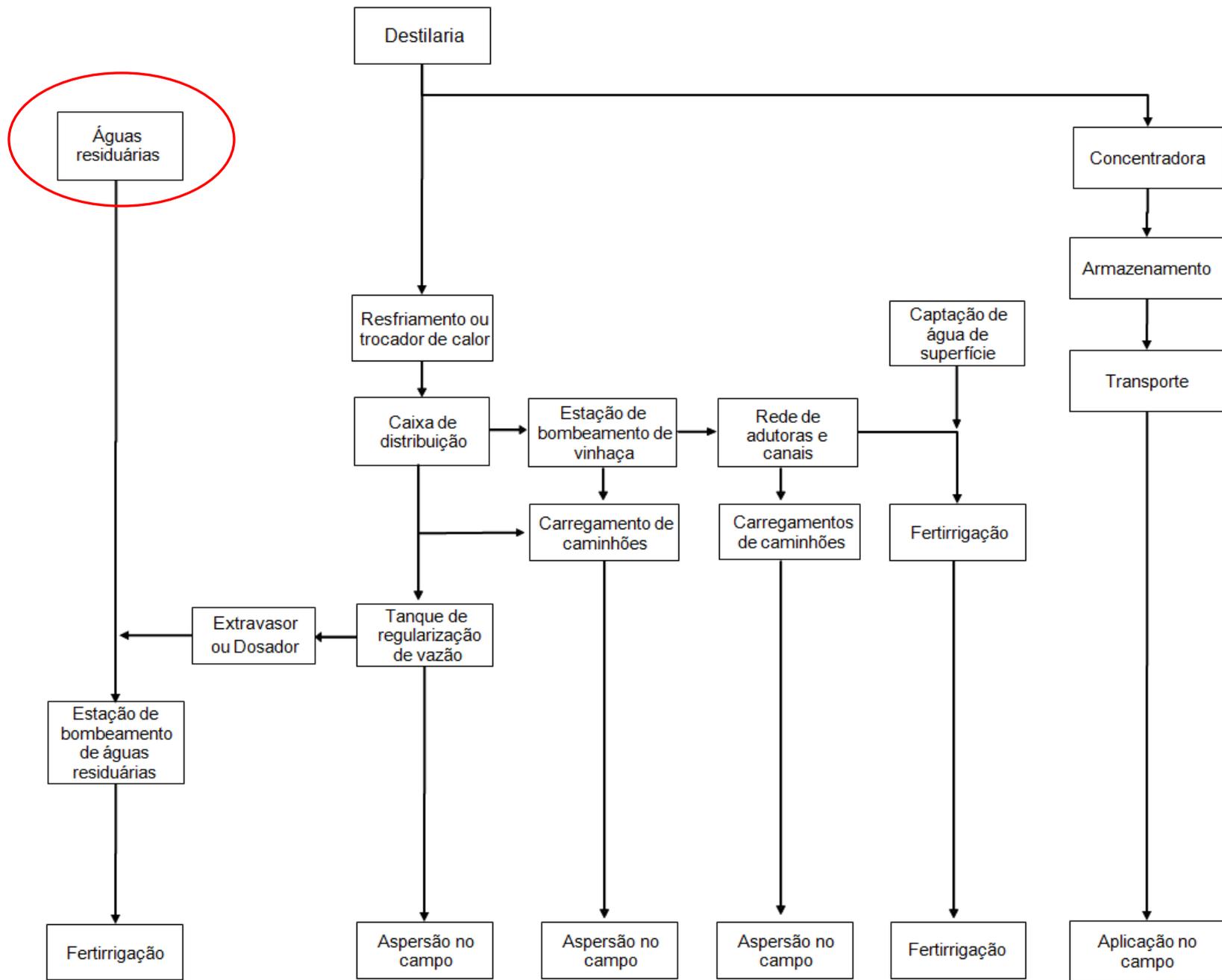
Vinhaça  
concentrada

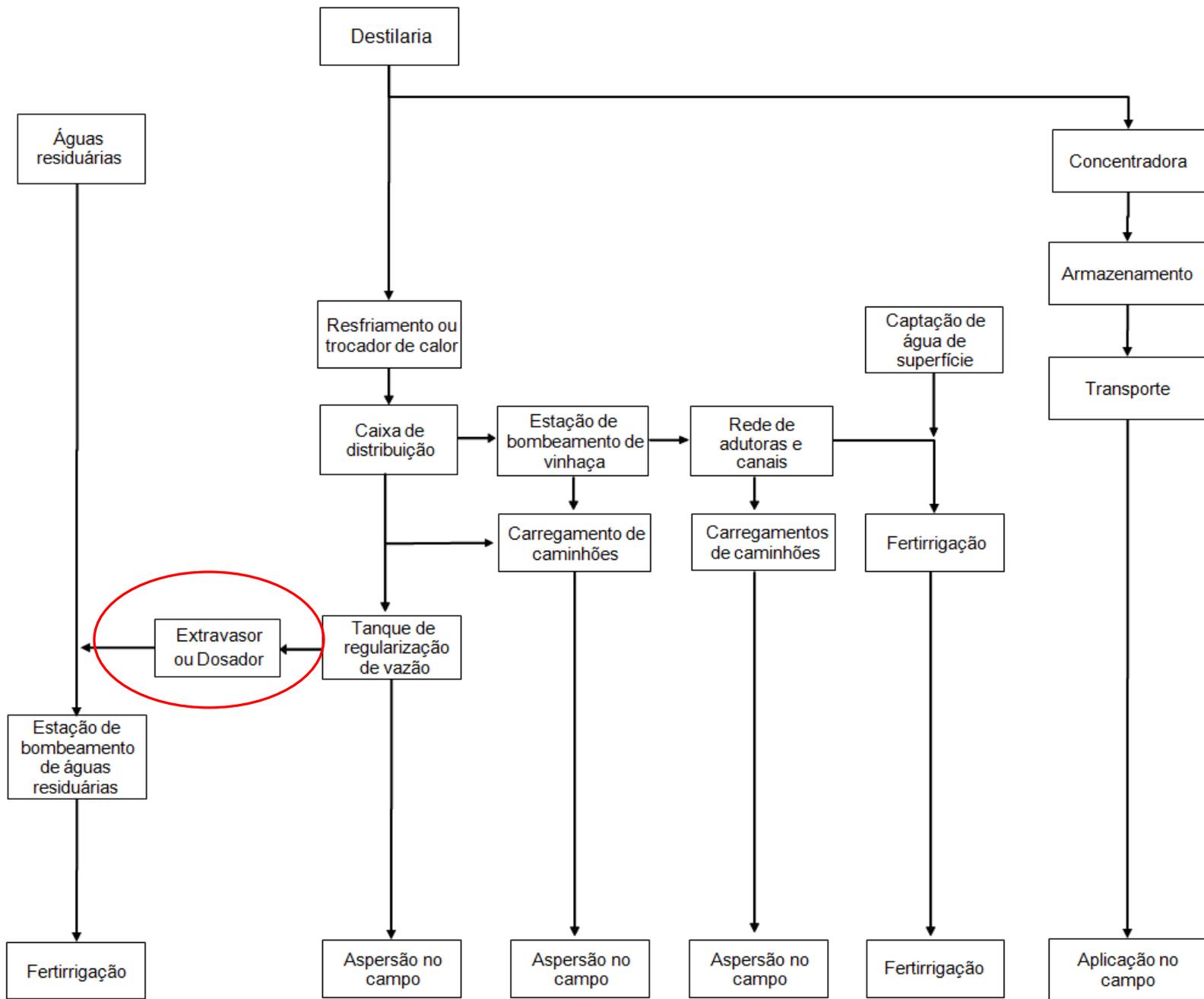
Estoque dinâmico no Solo

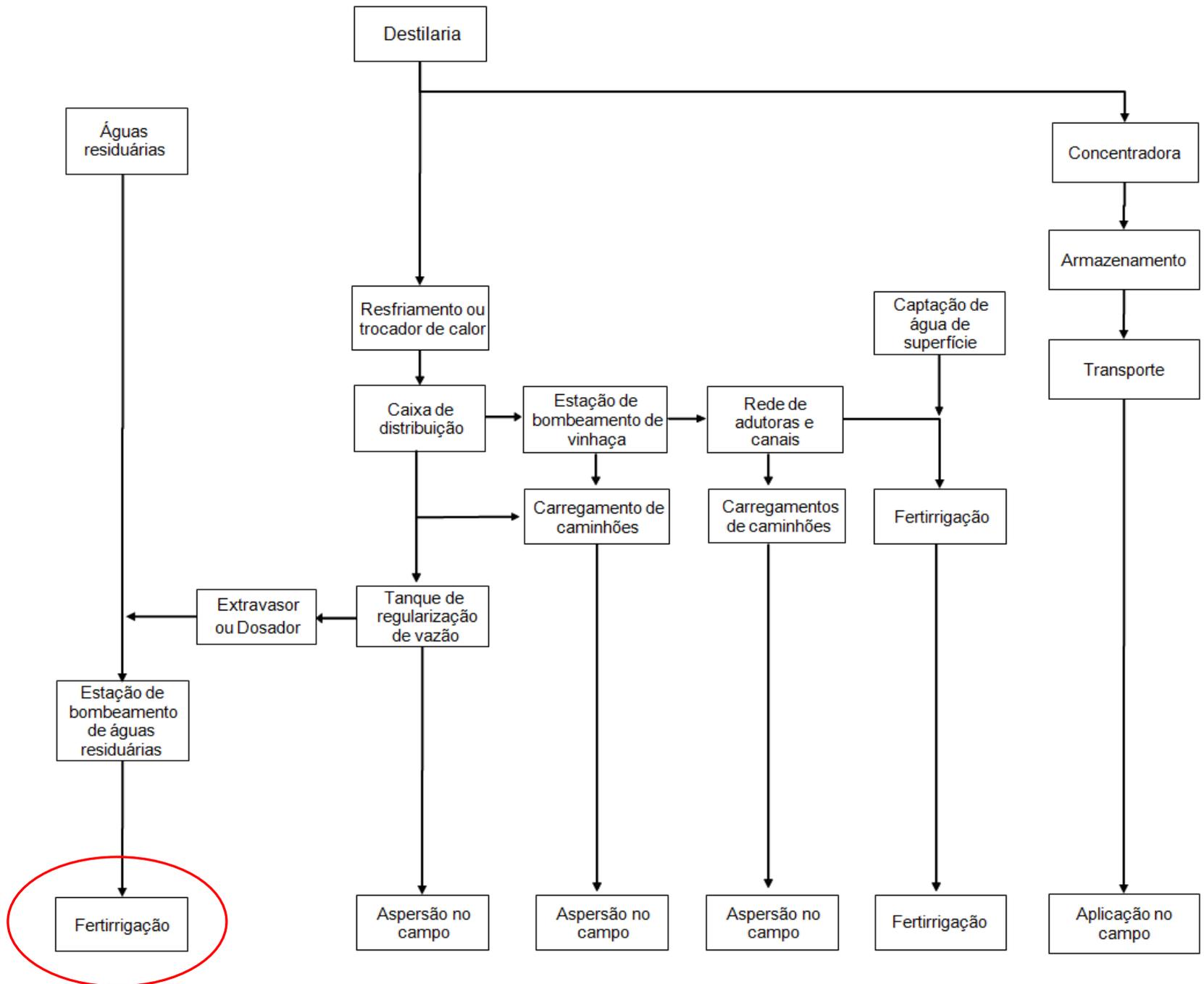
Perdas por lixiviação, erosão, imobilização, volatilização,

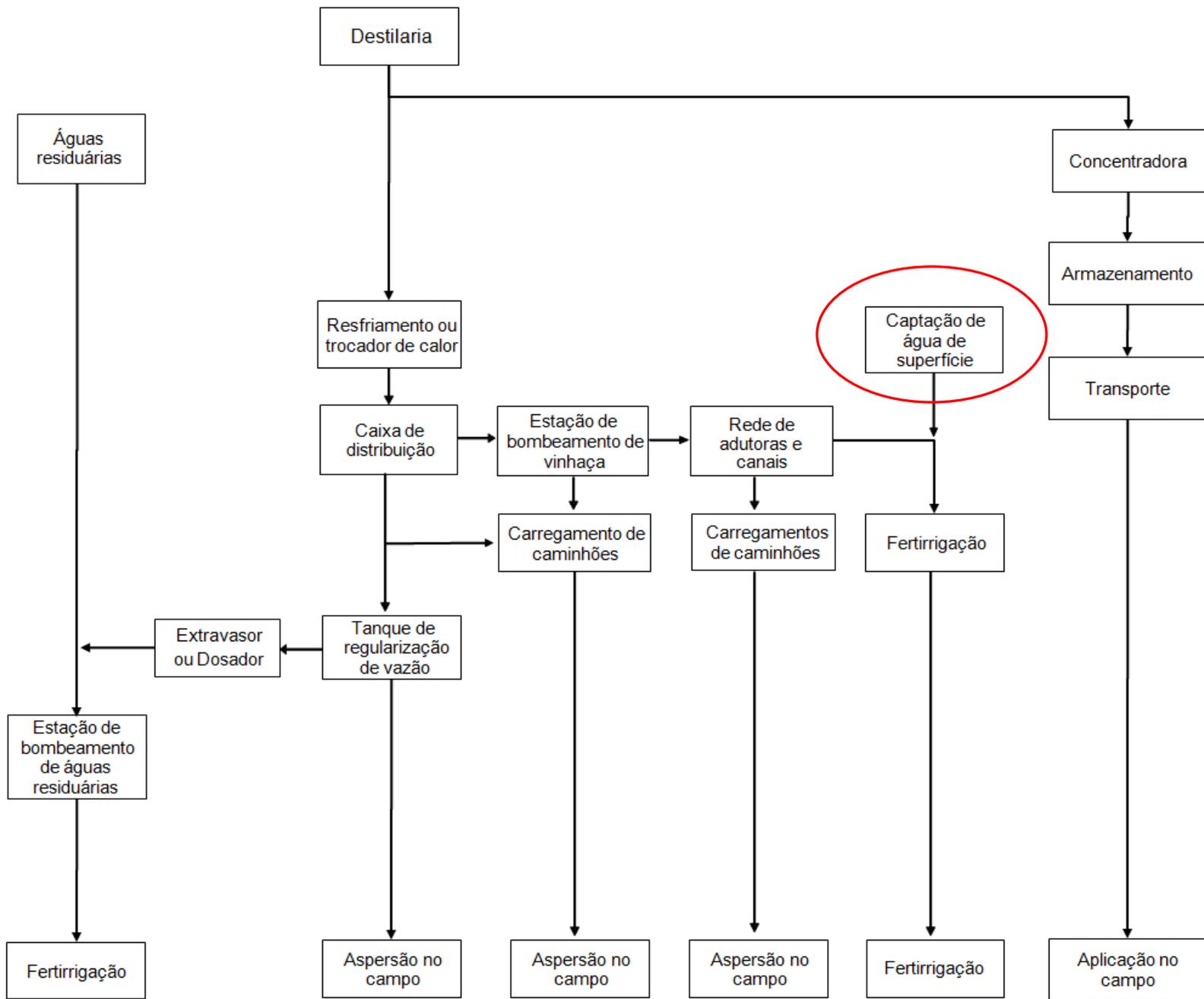


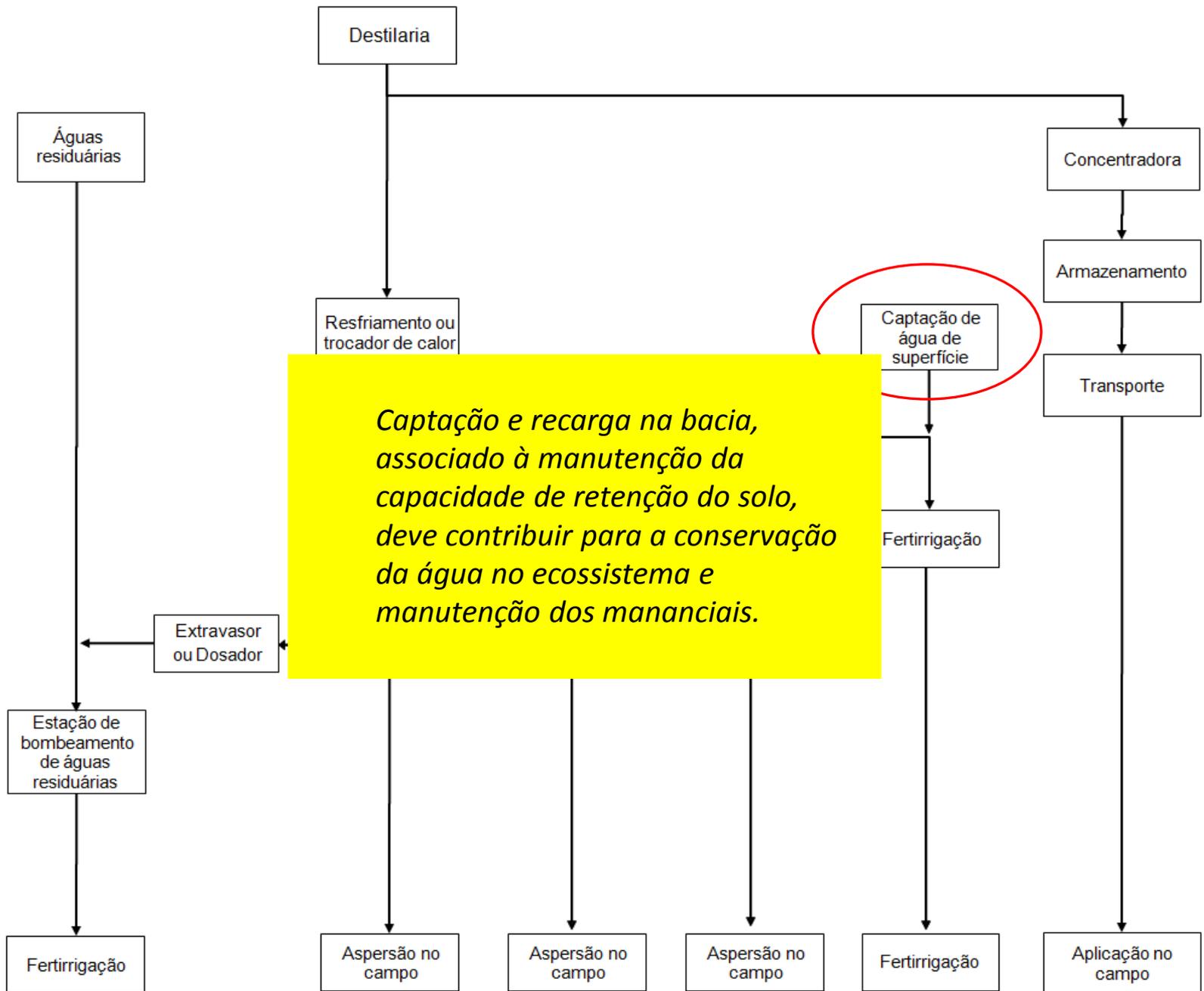


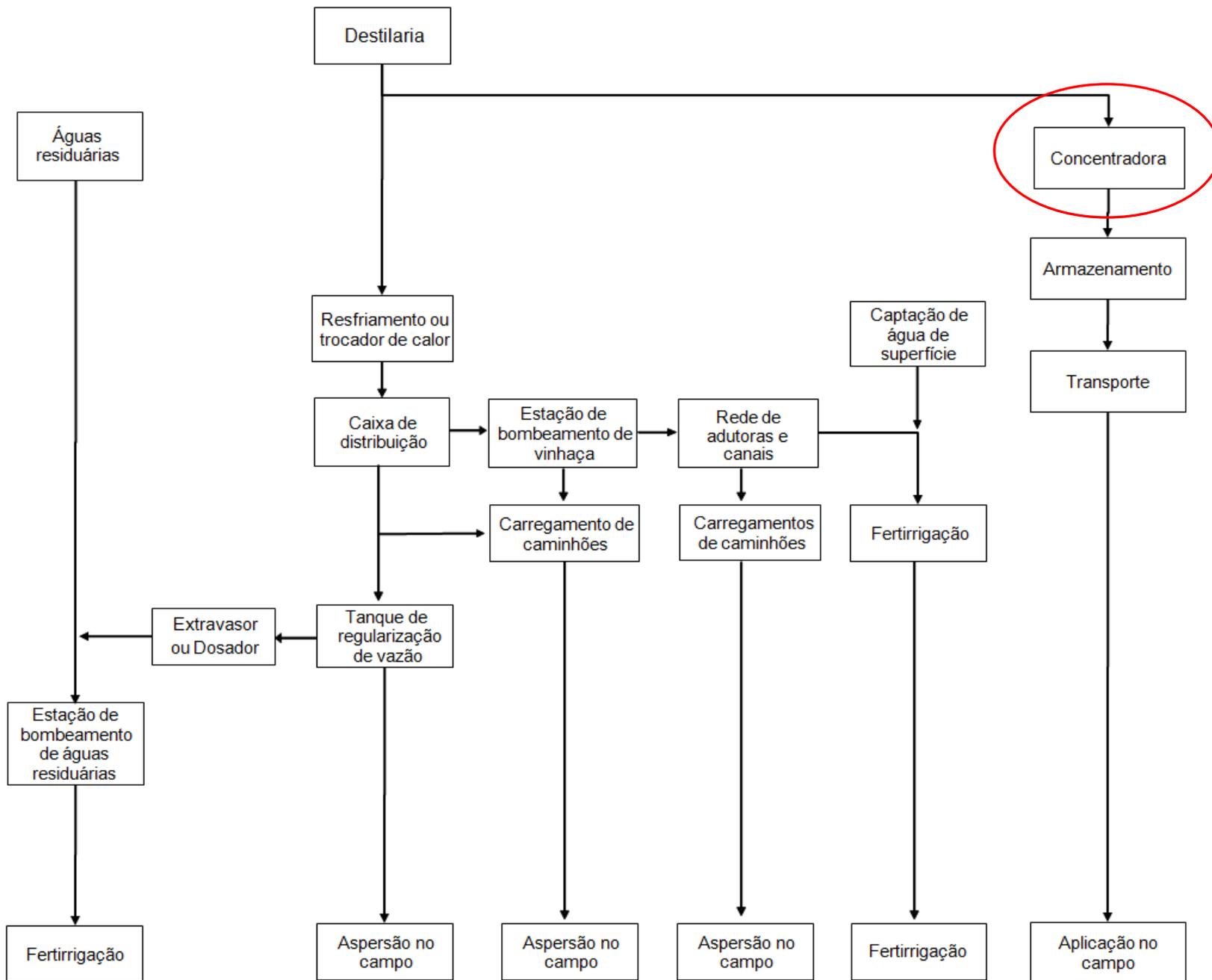


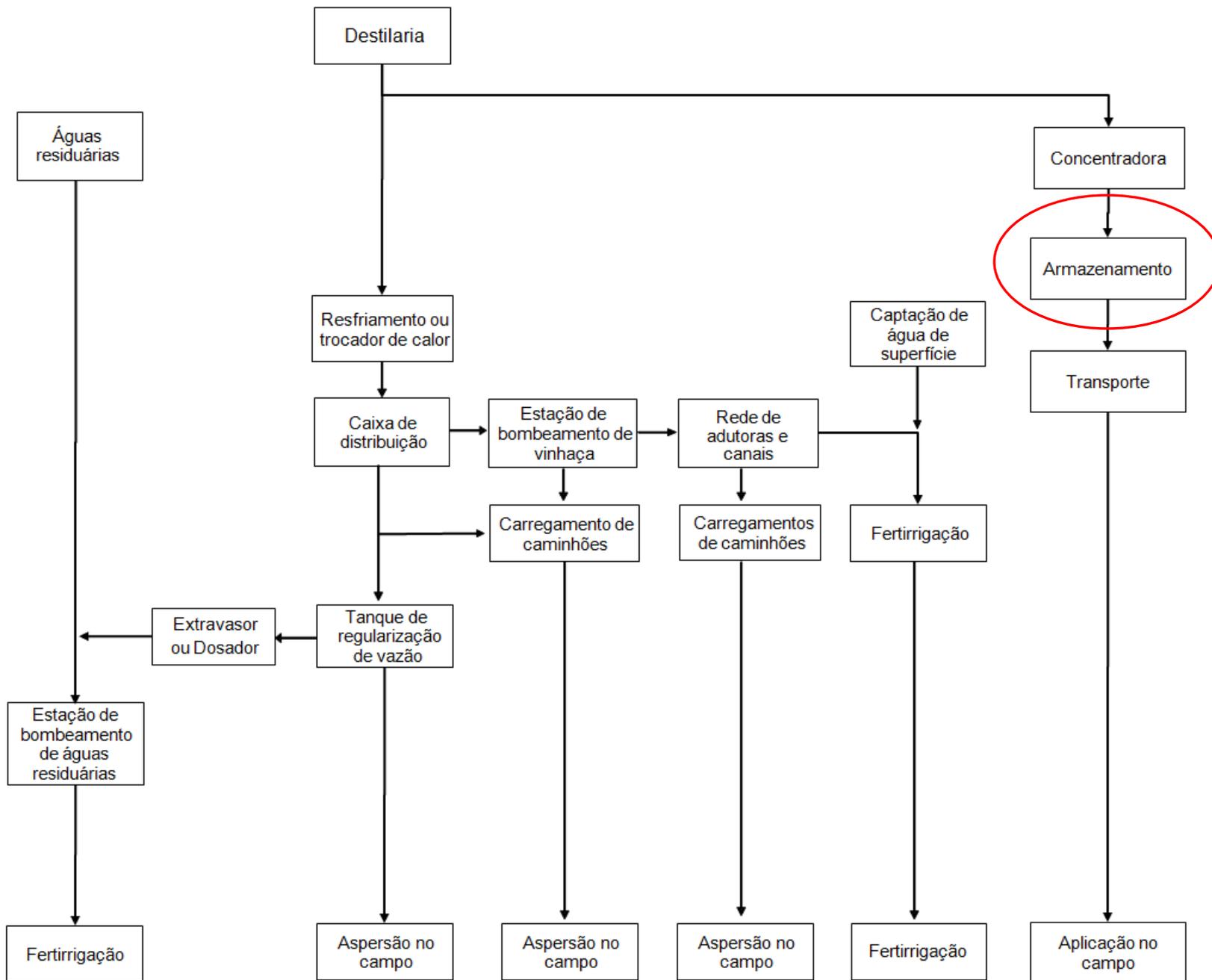


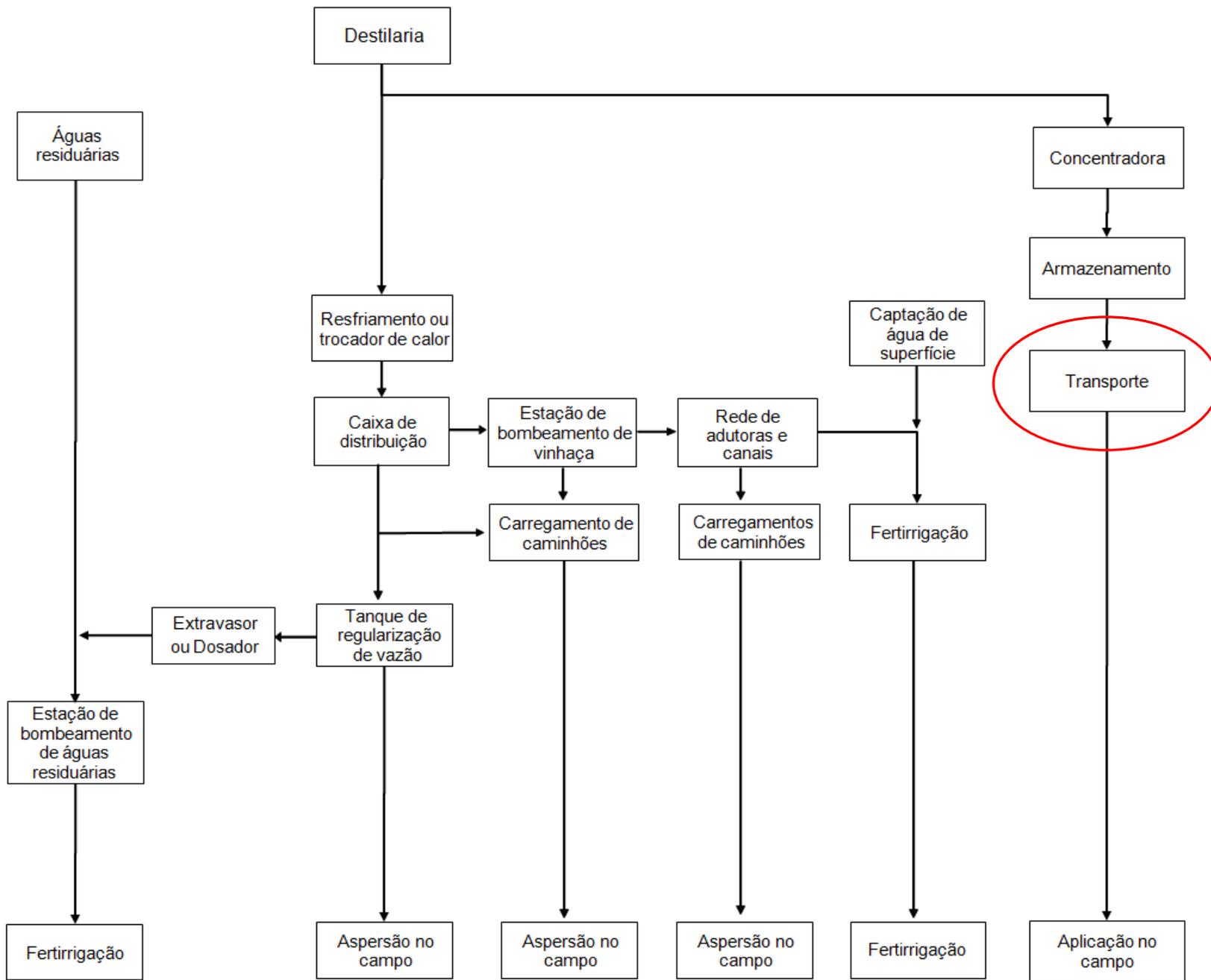


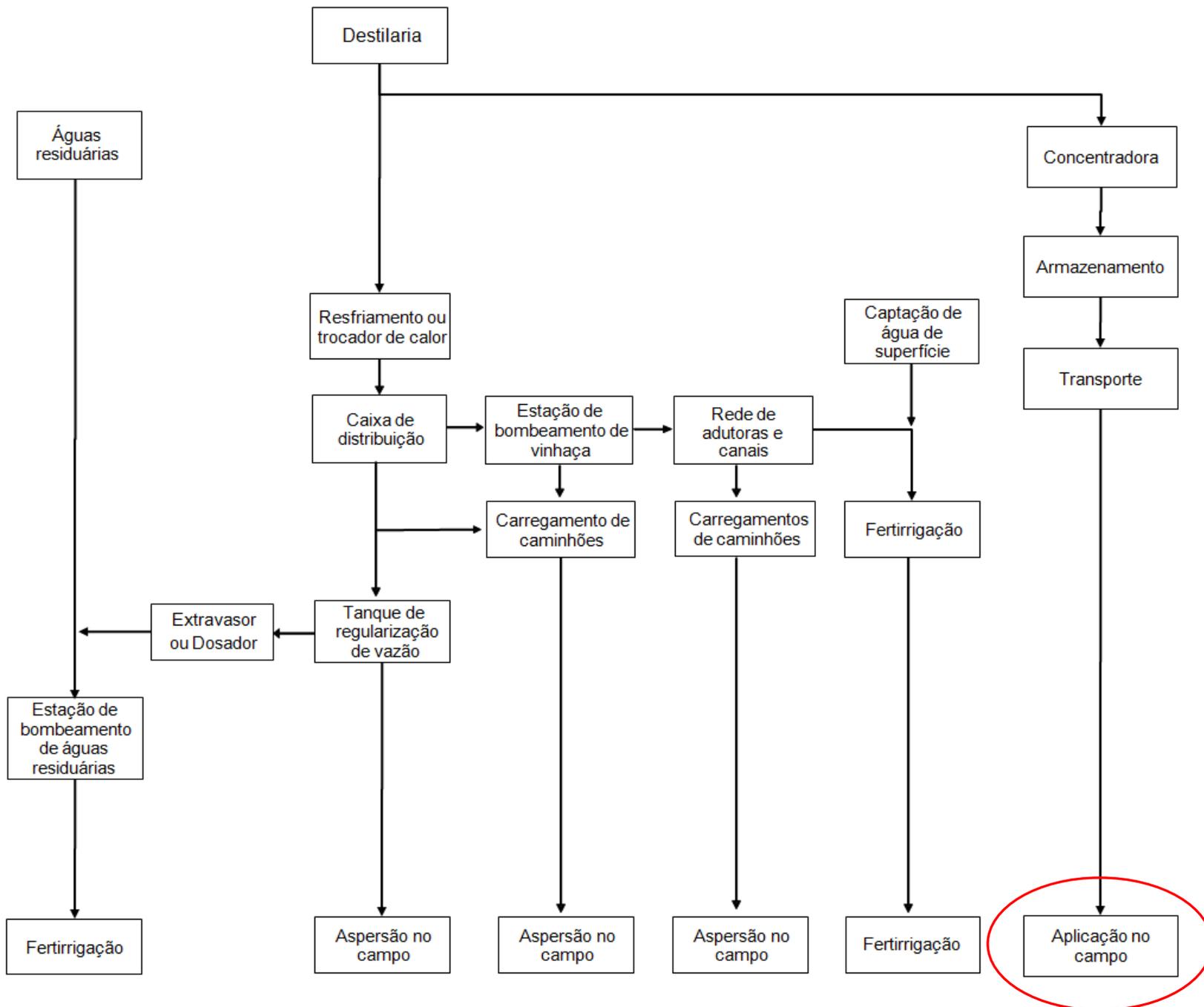








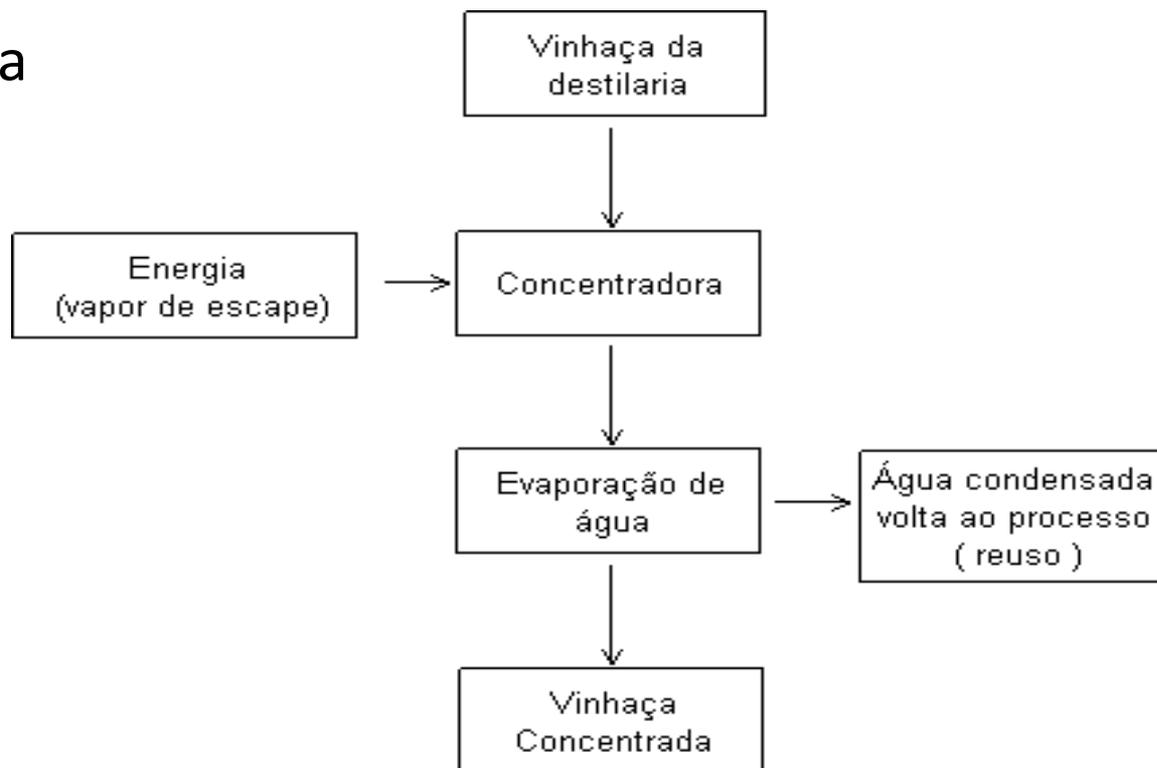




### 1.3. Uma conceituação logística de diversas vinhaças

Teor de $K_2O$ kg.m <sup>3</sup>	Conceito logístico
0 – 2,5	Viável por adutoras e baixa viabilidade por caminhões
2,5 – 4,0	Viável por adutora e normalmente viável por caminhão
4,0 – 6,0	Viável por adutora e altamente viável por caminhão
6,0 – 8,0	Difícil aplicação em doses usuais
8,0 – 20,0	Não existe no mercado equipamento para aplicação em doses usuais
20,0 – 50,0	Adequada para aplicação por caminhão bomba
> 50	Necessário desenvolver equipamento para aplicação
Seca	Viável em equipamento aplicador de sólido

# Vinhaça Concentrada



Componente	Vinhaça natural	Vinhaça concentrada
	..... kg. m <sup>-3</sup> .....	
Sólidos solúveis	45,00	416,00
N total	0,64	5,85
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,37	3,47
K <sub>2</sub> O	4,50	40,75
CaO	0,72	6,69
MgO	0,24	2,21
SO <sub>4</sub>	0,25	2,43

## Experimento de adubação com vinhaça concentrada e complementação nitrogenada

Local..... *Faz. São José, Batatais*  
 Talhão..... *411070*  
 Cat. na Instalação:..... *3º corte*  
 Data Aplic. Adubo..... *08/08/02*  
 Data Aplic. Vinhaça..... *01/08/02*  
 Data do Plantio..... *09/04/00*  
 Variedade..... *RB85-5536*  
 Tipo de Colheita:..... *Mecânica Crua*  
 Tipo de Manejo:..... *Adubo Mineral*  
 Área da Parcela..... *75m<sup>2</sup> (5 linhas x 10 metros x 1,50m)*  
 Delineamento: ..... *Blocos casualizados com 4 repetições*

### Vinhaça concentrada (kg.m<sup>3</sup>)

Sólidos solúveis	416
N total	5,85
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,47
K <sub>2</sub> O	40,75
CaO	6,69
MgO	2,21
SO <sub>4</sub>	2,43

### **Análise do Solo (13/12/01):**

Bloco	P <sup>(1)</sup> mg.dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg mmol c.dm <sup>-3</sup>	Al	H+Al	CTC	V%
BL1	40,0	0,5	12,0	7,0	ANS	22,0	41,5	47,0
BL2	38,0	0,5	11,0	5,0	ANS	20,0	36,5	45,0
BL3	40,0	0,5	15,0	4,0	ANS	22,0	41,5	47,0
BL4	39,0	0,4	12,0	5,0	ANS	22,0	39,4	44,0
<b>Média...</b>	<b>39,3</b>	<b>0,5</b>	<b>12,5</b>	<b>5,3</b>	<b>ANS</b>	<b>21,5</b>	<b>39,7</b>	<b>45,8</b>

BARBOSA, V.; DURIGAN, A.M.P.R.; GLÓRIA, N.A. da; MUTTON, M.A.. Uso de Vinhaça Concentrada na Adubação de Soqueira de Cana-de-Açúcar. **STAB**, julho-agosto-2006, vol24, nº 6, 2006.

### Resumo Geral da 1ª Colheita ( 14/07/03 ).

Tratamentos	N <sup>(1)</sup>	K <sup>(2)</sup>	K vc <sup>(3)</sup>	Pol %	Pur %	Ar %	Fib %	TCH	ART	ATR	TAH
0-0-0	00+00	0	0	16,97	91,70	0,41	13,23	77,80	18,23	161,86	12,59
0-0-180vc	26+00	0	180	16,90	91,48	0,42	12,80	83,01	18,17	161,37	13,40
0-0-270vc	39+00	0	270	17,26	92,31	0,40	13,04	106,52	18,52	164,36	17,48
45-0-180vc	26+45	0	180	16,95	91,63	0,42	12,87	107,96	18,21	161,72	17,46
45-0-270vc	39+45	0	270	16,99	91,77	0,42	12,36	104,85	18,25	162,09	16,98
90-0-180vc	26+90	0	180	16,68	91,57	0,42	12,50	108,29	17,94	159,31	17,25
90-0-270vc	39+90	0	270	16,87	91,51	0,42	12,62	103,78	18,13	161,06	16,72
45-90-0	00+45	90	0	17,10	92,64	0,39	13,11	85,25	18,34	162,81	13,88
45-180-0	00+45	180	0	17,04	92,39	0,39	12,76	85,37	18,29	162,34	13,90
90-90-0	00+90	90	0	17,12	92,28	0,40	12,90	91,80	18,37	163,08	14,97
90-180-0	00+90	180	0	16,90	92,23	0,40	12,83	99,84	18,14	161,06	16,16

(1) Expresso em N via vinhaça concentrada + N via nitrato de amônia

(2) Potássio (kg/ha) via cloreto de potássio

(3) Potássio (kg/ha) via vinhaça concentrada

# Experimento de adubação com Vinhaça Concentrada

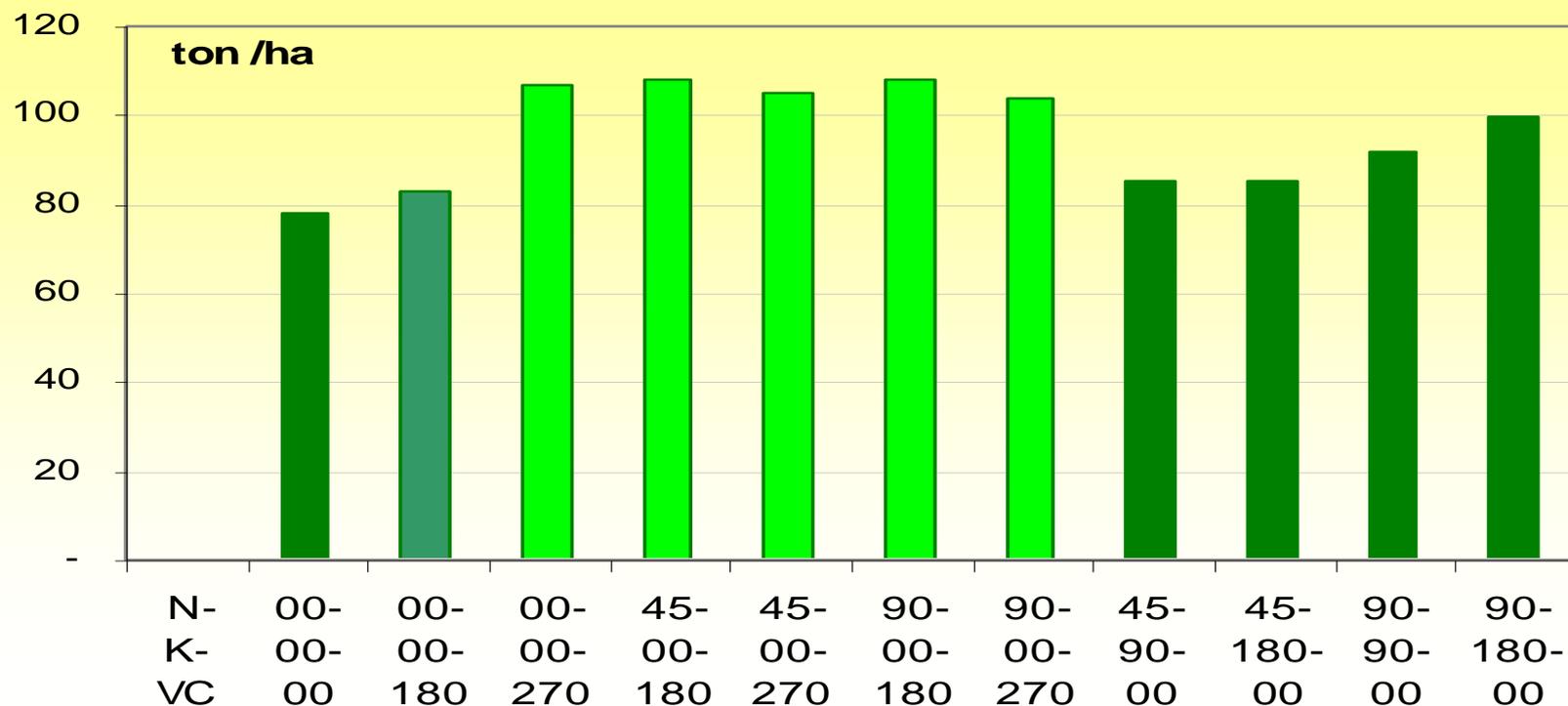
Fazenda São José, colheita mecânica crua

Delineamento estatístico: blocos casualizados (dbc) com 4 repetições:

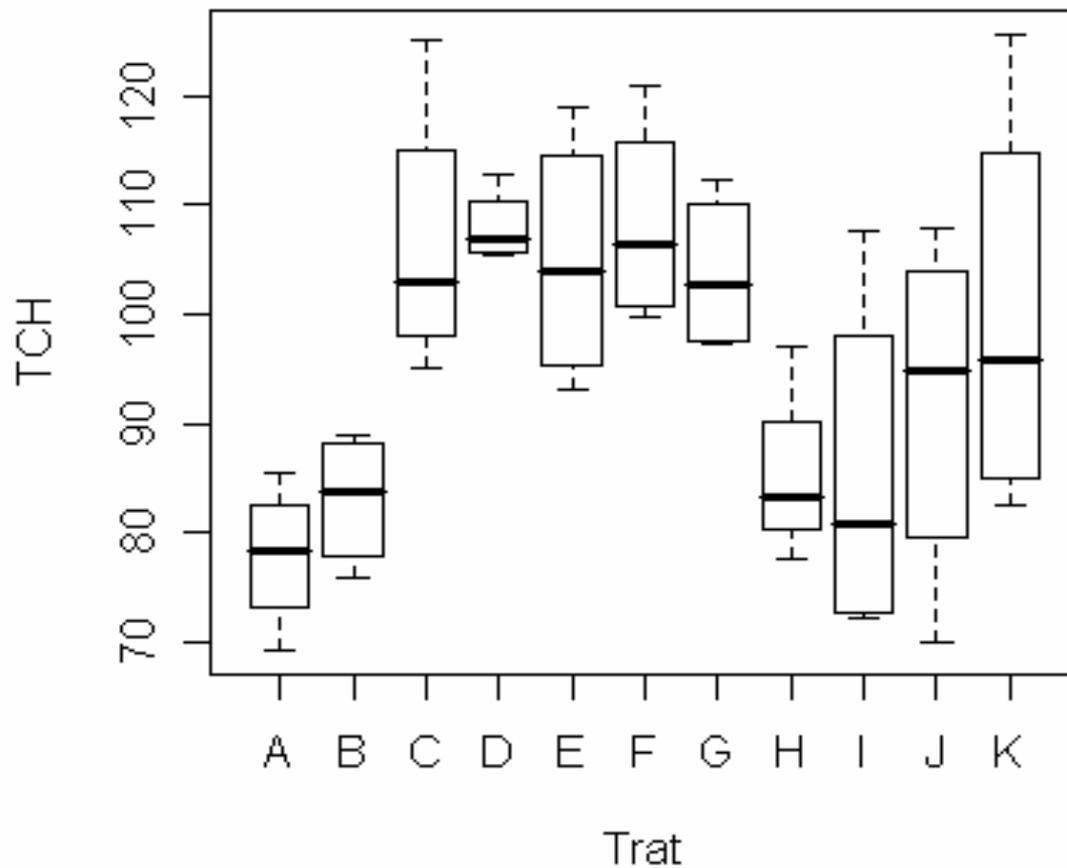
Parcelas: 5 linhas x 10 metros

Análise do solo média dos blocos

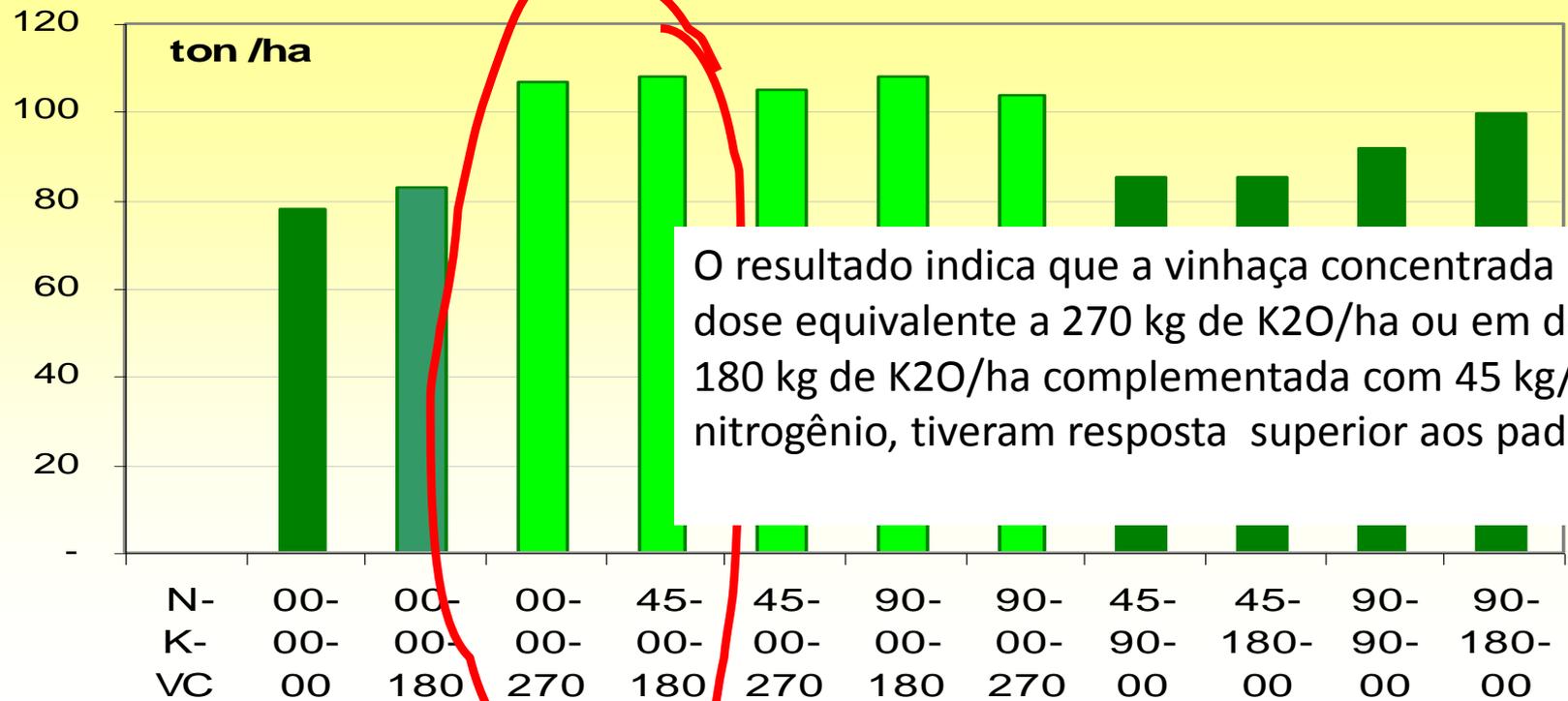
P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	V%
mg.dm <sup>3</sup> .....				mmol c.dm <sup>3</sup> .....			
39,3	0,5	12,5	5,3	ans	21,5	39,7	45,8

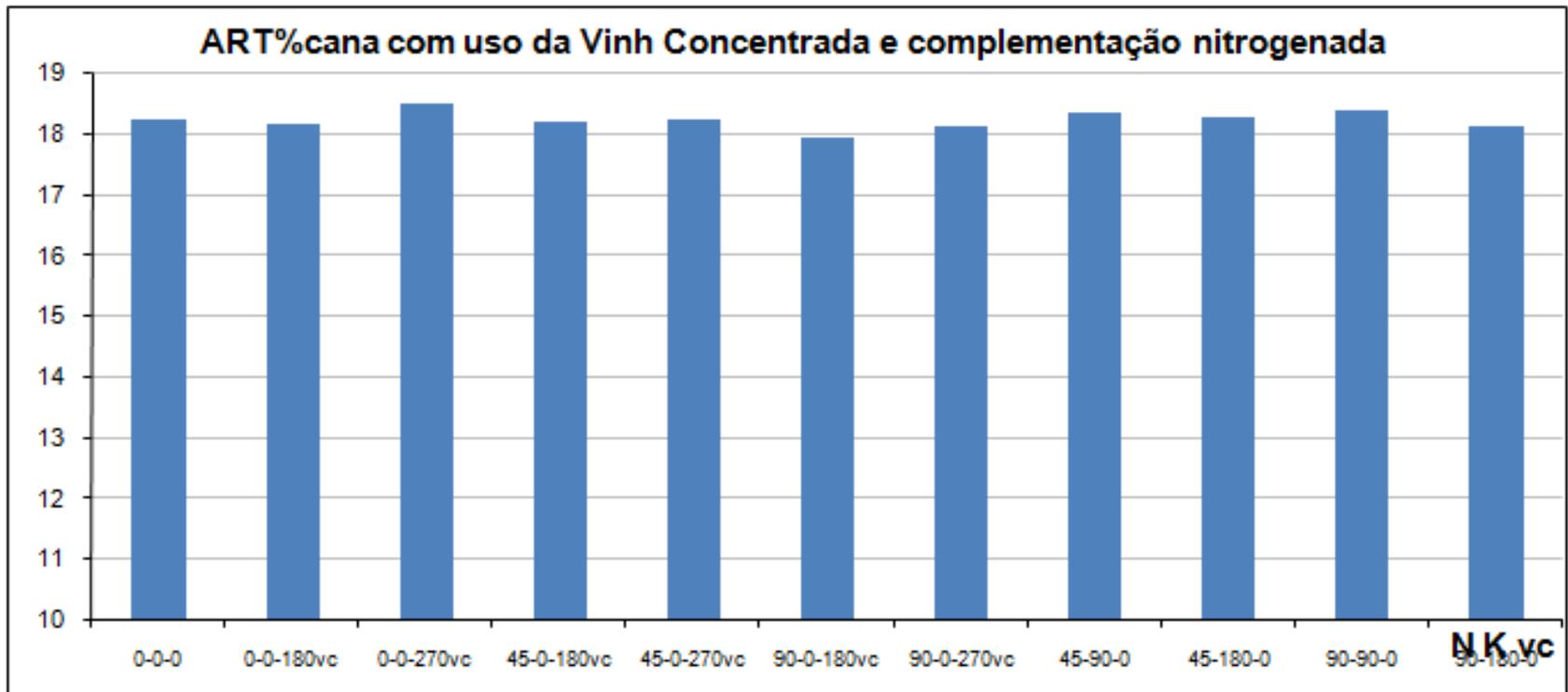


## Dados Observados

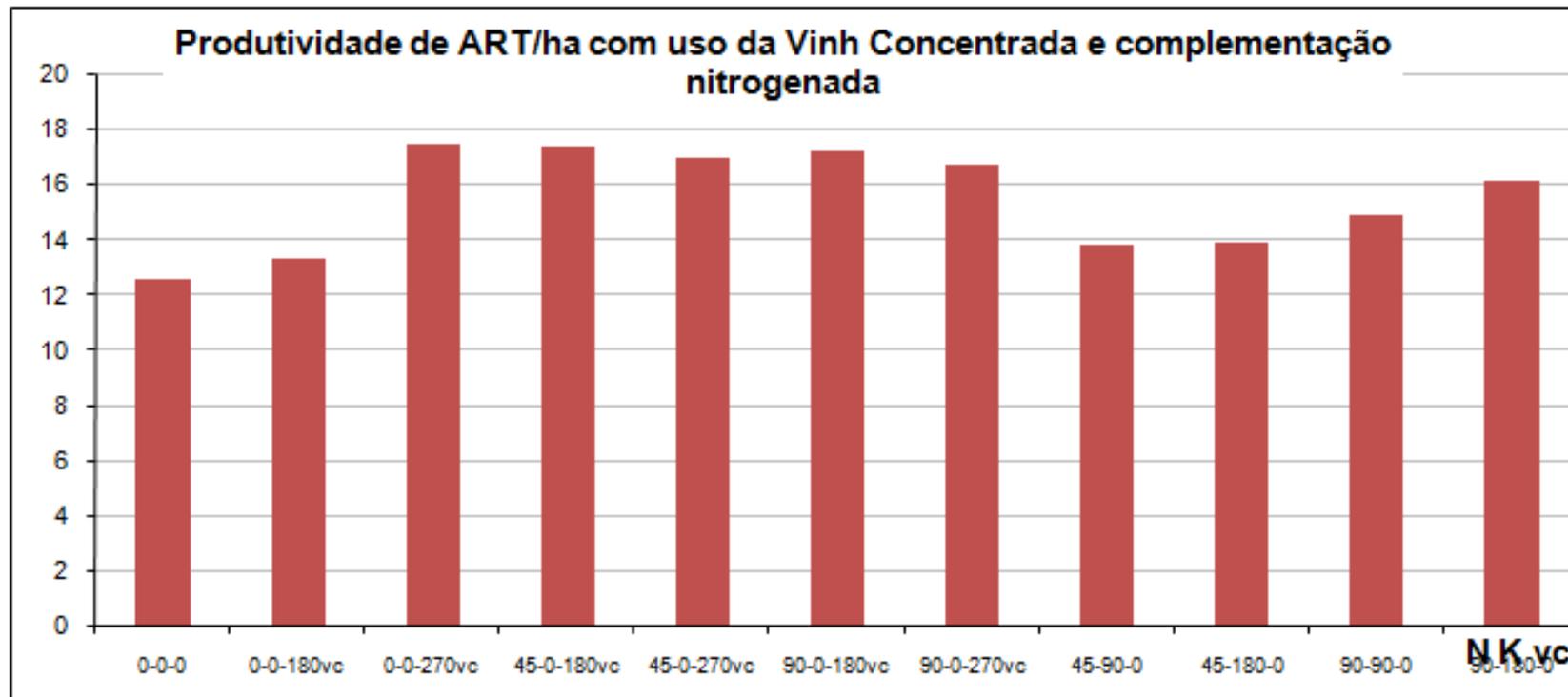


Análise em box-plot mostrando o efeito significativo da vinhaça concentrada sobre a produtividade de cana.





Aparentemente houve tendência de efeito negativo da complementação nitrogenada sobre a teor de ART da cana.



A produtividade de ART/ha teve a mesma tendência da produtividade de cana

## Conclusões

O uso da vinhaça concentrada, nas condições representadas pelo experimento, resultou em acréscimo de produtividade de cana (TCH) e de açúcar (TAH) por área colhida, podendo substituir com vantagem o uso de adubos minerais em doses equivalentes de NK ou com complementação nitrogenada.

Tendo ocorrido efeito de aumento da população e de peso de colmos.

Nas doses de vinhaça concentrada utilizadas, não houve efeito significativo sobre o teor de sacarose (pol%cana), a relação pol/brix (pureza%cana), teor de açúcares redutores e teor de fibra da cana.

Não houve efeito residual na soqueira seguinte.

## 4. Tecnologias de aplicação



### 4.9. Aplicador de vinhaça concentrada (localizada na linha)

Este caminhão aplicador:

5.000 ha safra

até 100 km



Este e os próximos 5 slides não são da apresentação original

## Aplicação de Vinhaça Concentrada, Santa Elisa, 2004



## 4. Tecnologias de aplicação



### 4.9. Aplicador de vinhaça concentrada (localizada na linha)

Este caminhão aplicador:

5.000 ha safra

até 100 km



## 4. Tecnologias de aplicação

### 4.9. Aplicador de vinhaça concentrada (localizada na linha)



## 4. Tecnologias de aplicação

### 4.9. Aplicador de vinhaça concentrada (localizada na linha)



## 4. Tecnologias de aplicação



### 4.9. Aplicador de vinhaça concentrada (localizada na linha)



## 4. Tecnologias de aplicação



### 4.9. Aplicador de vinhaça concentrada (localizada na linha)



## 4. Tecnologias de aplicação



### 4.9. Aplicador de vinhaça concentrada (localizada na linha)



# Armazenamento de Vinhaça Concentrada

- Para melhor logística
- Para uso em qualquer época
- Sem cheiro, com VC desde outubro de 2004 ( 13 meses)
- Deve ser revestido

**Veja amostra**



## Índices de ciclagem de nutrientes no ecossistema agroindustrial da cana-de-açúcar

Índice de adubação

Índice de emissão

Índice de retorno

Onde:

$$IA = \frac{\text{Soma de emissões e usos}}{\text{Demanda em adubação}} \left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right)$$
$$IE = \frac{\text{Soma de emissões e usos}}{\text{Transportado pela cana}} \left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right)$$
$$IR = \frac{\text{Soma de emissões e usos} - \text{Entrada como insumo industrial}}{\text{Transportado pela cana}} \left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right)$$

Barbosa,V. Ciclos Biogeoquímicos como subsídio para a sustentabilidade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar. 2007. 117f. Tese (Mestrado) –UNESP, Jaboticabal,2007.

# Uma estimativa de Valor da VC

É difícil calcular quanto custa a vinhaça concentrada, pela natureza do processo integrado à indústria.

Mas podemos estimar o seu valor,

Comparando com o custo da adubação mineral e recuperando o custo salvado pela não aplicação da vinhaça natural em volume 10 vezes menor.

## Valor em nutrientes

### Teores de macronutrientes

Nutriente .....	Kg/m <sup>3</sup> .....			
	Ano	2004	2005	Média
N		8,5	5,8	7,2
P2O5		4,2	1,9	3,0
K2O		44,8	40,7	42,8
CaO		12,4	6,3	9,3
MgO		3,1	10,6	6,8

### Estimativa de valor em nutrientes

Fonte	R\$/t	kg/t	R\$/kg	R\$/m <sup>3</sup>
Uréia	1.500,00	450,00	3,33	23,87
ST	1.400,00	410,00	3,41	10,30
KCl	1.600,00	600,00	2,67	114,04
Calcário	45,00	240,00	0,19	1,75
Calcário	45,00	170,00	0,26	1,81
				151,76

# Valor de uso

		Vinhaça Concentrada R\$/ha	Adubação mineral R\$/ha
Teor de potássio na VC.....	42 kg/m <sup>3</sup>		
Dosagem de K <sub>2</sub> O kg/ha.....	180 kg/ha		
Dosagem de VC (m <sup>3</sup> /ha).....	4,29 m <sup>3</sup> /ha		
Frete de VC.....	197,70 R\$/viagem		
Carga (t).....	30,00 m <sup>3</sup> /viagem		
Frete de VC.....	6,59 R\$/m <sup>3</sup>	28,27 R\$/ha	
Aplicação VC.....	6,25 R\$/m <sup>3</sup>	26,81 R\$/ha	
<hr/>			
Preço do adubo complementar NA.....	1.033,00 R\$/t		
Dose de adubo mineral complementar.....	0,203 t/ha		
Custo do adubo.....	209,83 R\$/ha	209,83 R\$/ha	
Custo da aplicação + apoio.....	60,00 R\$/ha	60,00 R\$/ha	
<hr/>			
Taxa de concentração.....	10,00 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Vinhaça natural consumida / há de VC.....	42,9 m <sup>3</sup>		
Dosagem de vinhaça natural.....	65,00 m <sup>3</sup> /ha		
Área de VN com dose racionada pelo consumo de VC...	0,66 ha/ha		
<hr/>			
Custo do frete da vinhaça natural de 11 a 15 km.....	6,59 R\$/m <sup>3</sup>		
Custo do frete da vinhaça natural de 11 a 15 km.....	428,35 R\$/ha		
Custo de aplicação de vinhaça natural.....	90,00 R\$/ha		
Custo frete+aplicação da vinhaça natural.....	518,35 R\$/ha		
Valor recuperado pelo desvio da vinhaça natural.....	79,75 R\$/m <sup>3</sup>	(342,11) R\$/ha	
<hr/>			
Preço do adubo 20-00-20.....	1.450,00 R\$/t		
Dose de adubo mineral sem vinhaça.....	0,450 t/ha		
Custo adubo.....	652,5 R\$/ha		652,50 R\$/ha
Aplicação adubo + apoio.....	64,26 R\$/ha		64,26 R\$/ha
<hr/>			
Custo de referência do tratamento (R\$/ha)		(17,20)	716,76 R\$/ha
<hr/>			
Benefício do uso da vinhaça concentrada (R\$/ha)			733,96 R\$/ha
Valor da vinhaça concentrada (R\$/m <sup>3</sup> )			171,09 R\$/m <sup>3</sup>

A destinação irracional da vinhaça cria um elevado risco ambiental e prejuízo à qualidade da cana,  
enquanto o uso adequado cria um diferencial a favor da sustentabilidade

Obrigado!

Agradecimento especial  
ao Professor NADIR