

Universidade de São Paulo – USP



Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq

Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN

## Açúcar e Álcool – LAN 1458

Qualidade da matéria-prima  
Planejamento e setorização da  
agroindústria da cana-de-açúcar

Prof. Antonio Sampaio Baptista





# Qualidade da matéria prima



## Cana-de-açúcar: características tecnológicas

### 1) Teor de açúcares

POL: 12 a 24 %

Brix: 18 a 25 %

Pureza:  $\geq 85$  %

AR  $\leq 1,5$  %

### 2) Teor de fibra

10 a 14 %



# Qualidade da matéria-prima



## Fatores que interferem na qualidade da matéria-prima

- 1) Impurezas vegetais
- 2) Impurezas minerais
- 3) Sanidade do vegetal
- 4) Decomposição microbiana
- 5) Florescimento
- 6) Maturação





# Impurezas Vegetais



Matéria Estranha



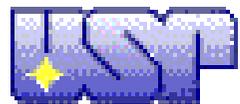
# Impurezas Minerais





# Sanidade da Cana-de-Açúcar





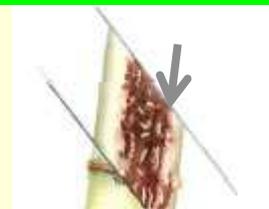
# SANIDADE

## Complexo broca-podridão

*Diatraea saccharalis*



*Fusarium moniliforme*  
*Colletotrichum falcatum*





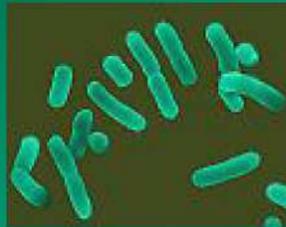
## 5) Deterioração microbiana



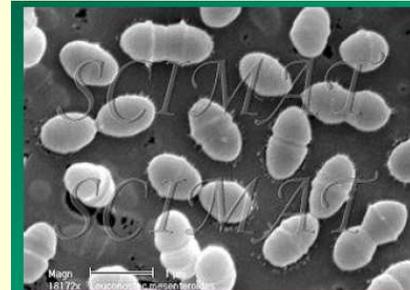
- ✓ Durante a colheita, o transporte e o armazenamento, alguns micro-organismos penetram nos colmos, através de lesões, e se multiplicam. Isso promove o aumento da carga microbiana que é conduzida à usina.



## 5) Deterioração microbiana



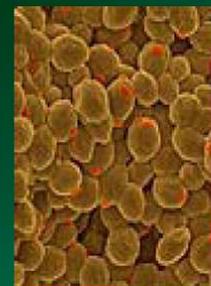
*Lactobacillus*  
*ssp*



*Leuconostoc*  
*mesenteroides*



*Bacillus*



*Saccharomyces*  
*cerevisiae*



## 5) Deterioração microbiana



### ✓ Efeitos negativos da contaminação

- consumo de açúcar pelo contaminante;
- consumo do álcool produzido;
- liberação de substâncias tóxicas;
- excesso de ácidos;
- biocidas empregados no controle das infecções;
- perda do fermento nas centrífugas ou fundos de dorna;
- floculação do fermento, etc.



# FLORESCIMENTO



Considerado **defeito varietal** e, sendo assim, a área de plantio com **variedades floríferas** deveria ser reduzida.

Pode trazer como consequência o “chochamento/isoporização”.





## MATURAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Tecnicamente, a cana-de-açúcar é considerada madura ou apropriada para a colheita e industrialização, quando **apresenta pureza maior que 85 %**.

A pureza (P) da cana é estimada pela seguinte relação:

$$P(\%) = \frac{Pol}{Brix} \times 100$$

$P(\%) \geq 85 \%$  cana madura.

**Nota: Rendimento Industrial = f (teor de sacarose)**

❖ Pico de maturação resultará em maior rendimento industrial.



## Determinação da maturação da cana



### ❑ Critérios para determinação da maturação são:

✓ **Empíricos**: aparência e a idade do canavial .

✓ **São falhos e não são recomendados.**

**Técnicos**: mais empregados nas análises de cana no campo e no laboratório.

**Cana no campo**: Determinação do Brix (teor de sólidos solúveis. Base e topo do colmo. Análise pré-laboratorial.



Refratômetro de campo



# Determinação da maturação da cana



## Determinações tecnológicas laboratoriais

Dados precisos do estágio de maturação;

✓ Determinações do Brix, da Pol (porcentagem de sacarose aparente em massa), dos **açúcares redutores** (expresso em % de açúcar invertido em massa por volume) e calculada a **pureza – P (%)**, segundo a fórmula:

$$P(\%) = \frac{Pol}{Brix} \times 100$$

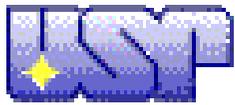
Nota:  $P(\%) \geq 85 \%$  cana madura.



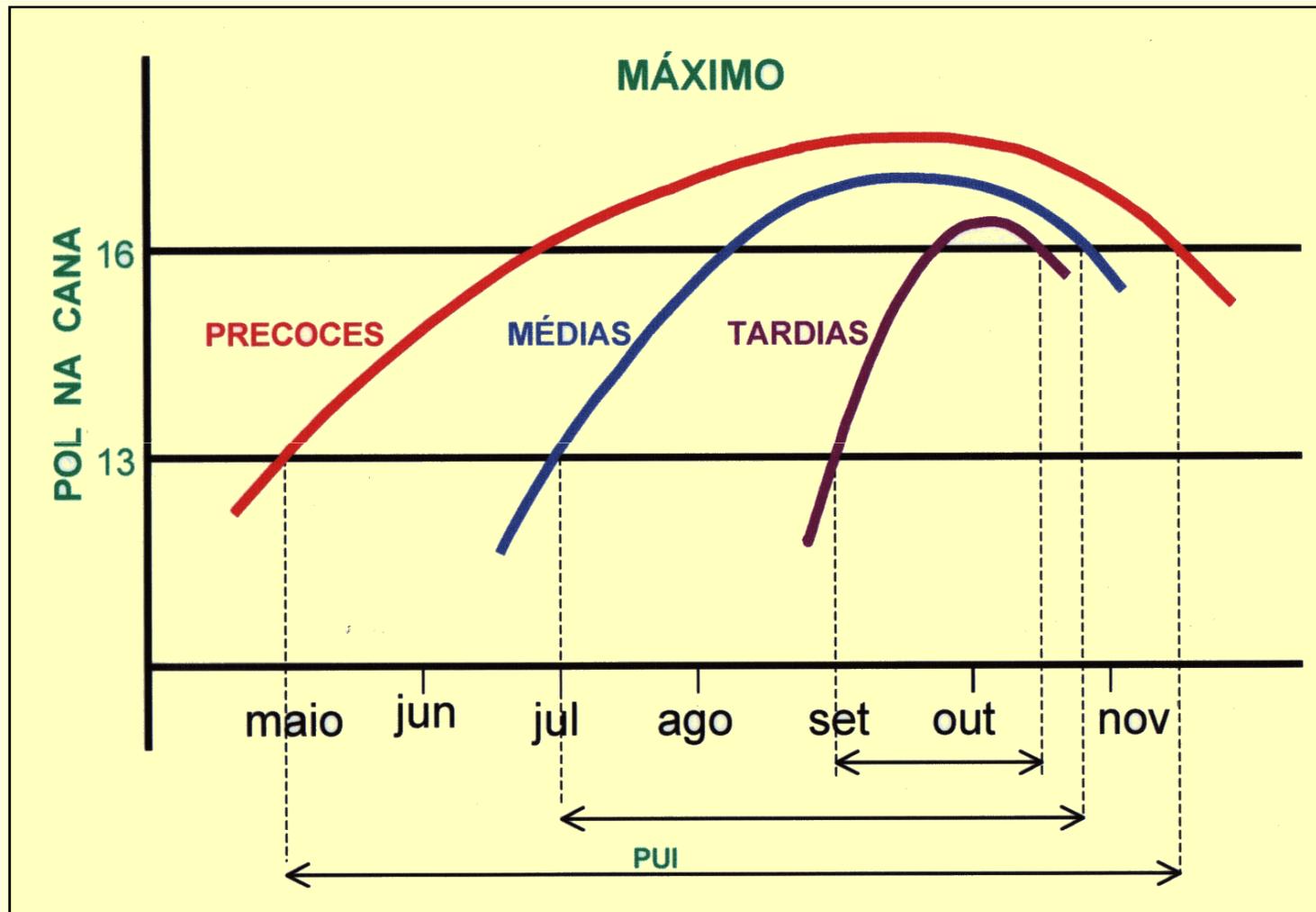
Polarímetro



Refratômetro de bancada



# Comportamento da maturação das variedades de cana-de-açúcar



**PUI – PERÍODO DE UTILIZAÇÃO INDUSTRIAL**

Fig.. - Comportamento das variedades de cana



## Período de utilização industrial (PUI)

### **Período em que a cana pode ser processada: PUI**

Estabelece-se o **mínimo de 13% para Pol da cana**, como sendo satisfatório para a industrialização de diferentes variedades.

**Região Centro-Sul:** a safra inicia-se em abril-maio e termina em novembro-dezembro;

**Região Nordeste:** vai de agosto/setembro até março/abril.

Por isso, é necessário o cultivo de variedades que atinjam nível ideal de açúcar para industrialização em diferentes épocas.



# Comportamento da maturação das variedades de cana-de-açúcar



- ✓ *Se as variedades de cana-de-açúcar apresentam comportamento de maturação distintos durante o ano safra e não são plantadas na mesma área, como manter o fornecimento dessa matéria-prima para a indústria de forma uniforme e constante ?*
- a) **Há necessidade de planejamento agroindustrial, o que possibilita o processamento de matéria-prima de boa qualidade tecnológica no decorrer de toda a safra;**



# Planejamento e setorização da agroindústria da cana-de-açúcar



## 1 Planejamento agroindustrial:

- Associação de técnicas com o intuito de **reduzir de custos.**

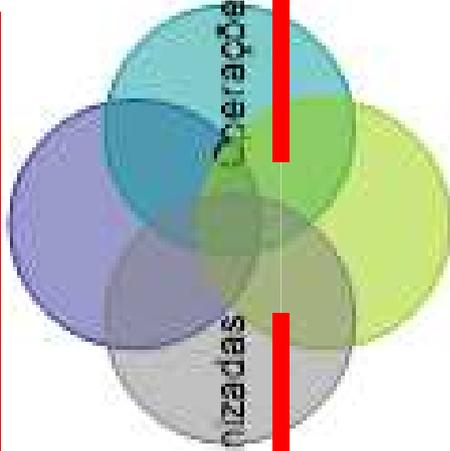


# Fluxograma de Planejamento Agrícola

## ESTRUTURAÇÃO DO PLANO AGRÍCOLA

### MANEJO AGRÍCOLA

Operações de Transporte

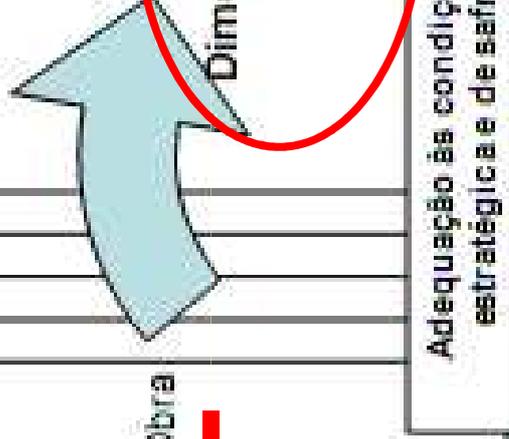
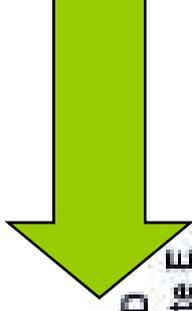


Operações Mecanizadas

Operações de Mão-de-Obra

Insumos Utilizados

Ambiente A  
Ambiente B  
Ambiente C  
Ambiente D  
Ambiente E



Dimensioamento  
do  
Recursos  
Agrícolas

Adequação às condições  
estratégica e de safra

Análise do Resultado  
Econômico-Financeira  
Agrícola



# Planejamentos Agrícolas



## Vantagens do Planejamento

- Maior facilidade para adaptação às mudanças
- Estabelecimento de responsabilidades
- Auxílio à tomada de decisão
- Visão global do quadro operacional
- Coordenação de atividades
- Objetivos específicos e conhecidos
- Minimização da adivinhação
- Poupar Tempo, Esforço e Dinheiro



# Planejamentos Agrícolas

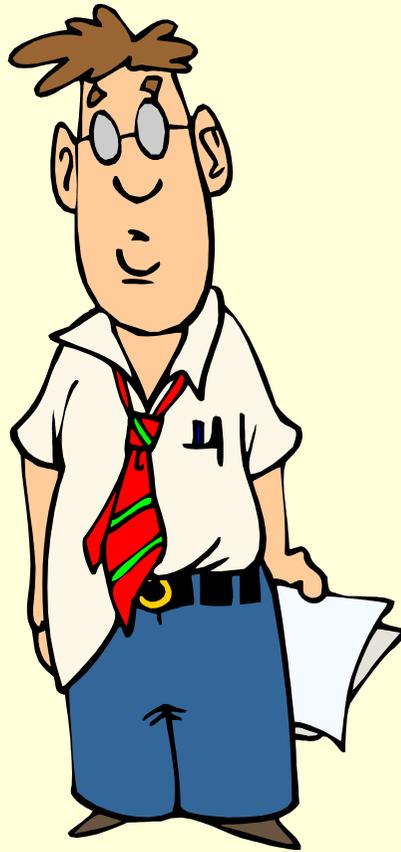


## Questões Estratégicas:

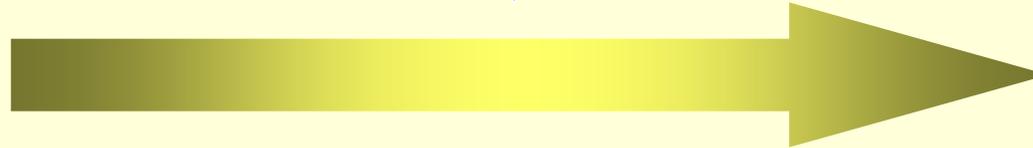
- Qual é o período ideal de safra ?
- Como efetuar o fornecimento de matéria-prima ?
- Qual é o mix ideal de produção ?
- Como configurar frentes de trabalho ?
- Qual é o perfil varietal ideal ?
- Como minimizar distância de transporte ?
- Onde, quando e como colher a matéria-prima ?
- Como minimizar custos operacionais ?

## Como tomar uma BOA decisão?

- Antecipar problemas (pró-ativo)
- Levantar informações
- Gerar e analisar possíveis cenários
- Minimização da adivinhação
- Escolher o melhor caminho



**PLANEJAMENTO**



O  
B  
S  
T  
Á  
C  
U  
L  
O  
S



# Planejamento e setorização da agroindústria da cana-de-açúcar



## **Planejamento integrado lavoura/indústria :**

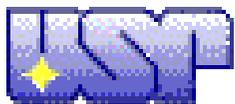
- Visa maior interrelacionamento e cooperação entre os setores agrícola e industrial, objetivando o incremento no rendimento e eficiência de um modo geral das operações unitárias e a melhoria da qualidade do álcool, açúcar, aguardente e subprodutos.



## Setor industrial



- Equacionar a necessidade diária de cana;
- informar ao setor agrícola através de reuniões diárias as ocorrências da indústria que possam refletir no aumento dos estoques de campo;
- informar as características tecnológicas das canas recebidas para processamento;
- orientar a colheita de variedades visando bagaço;
- exigir qualidade tecnológica e limpeza da cana recebida;
- produzir e projetar a formação de produtos e resíduos de aplicação agrícola;
- extrair e transformar o açúcar da cana com a máxima eficiência que a tecnologia implantada permite.



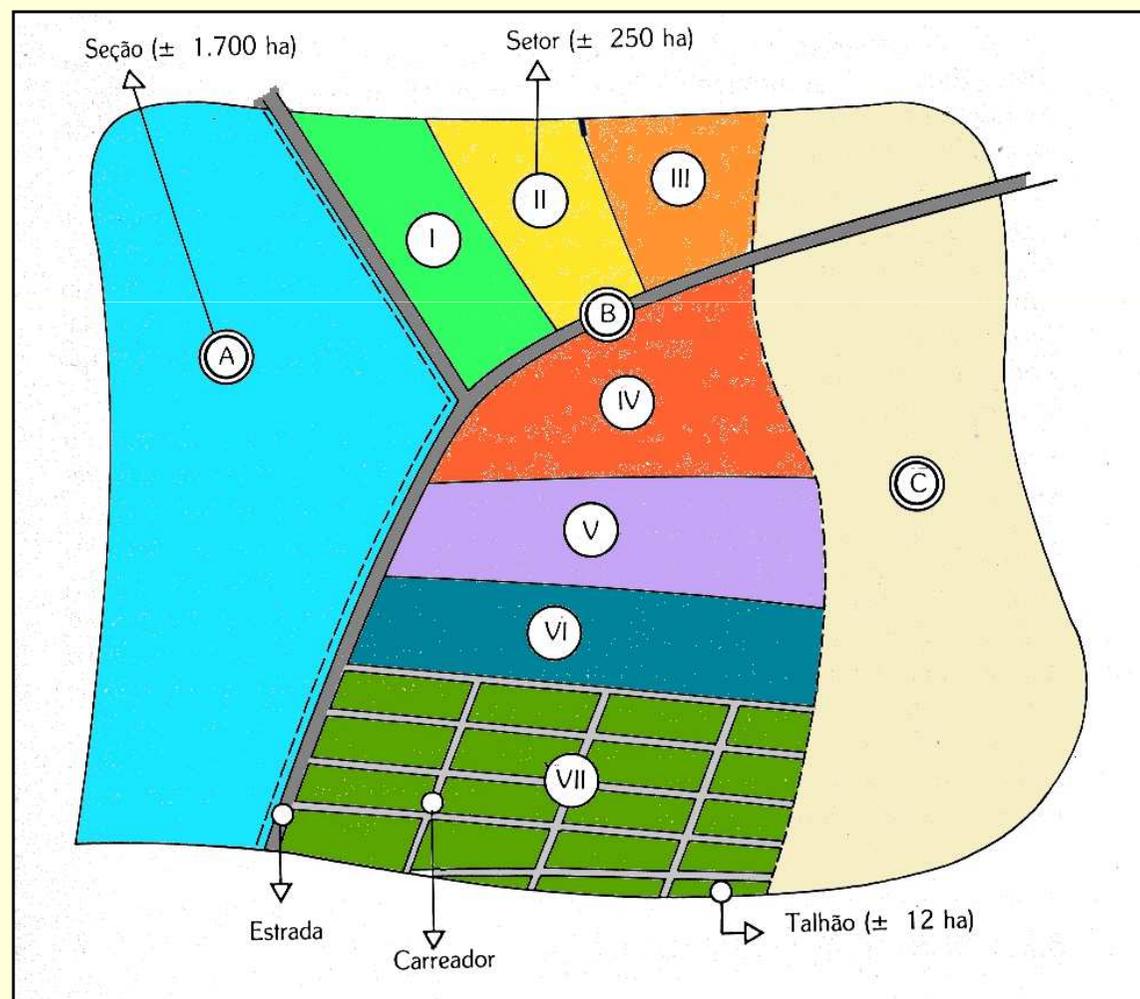
# SETORIZAÇÃO DA ÁREA AGRÍCOLA



**Setorização** → divisão da área para eficientemente administrar e cultivar.

Seções, setores e talhões

## 3.1. SEÇÕES (MÓDULO ADMINISTRATIVO)

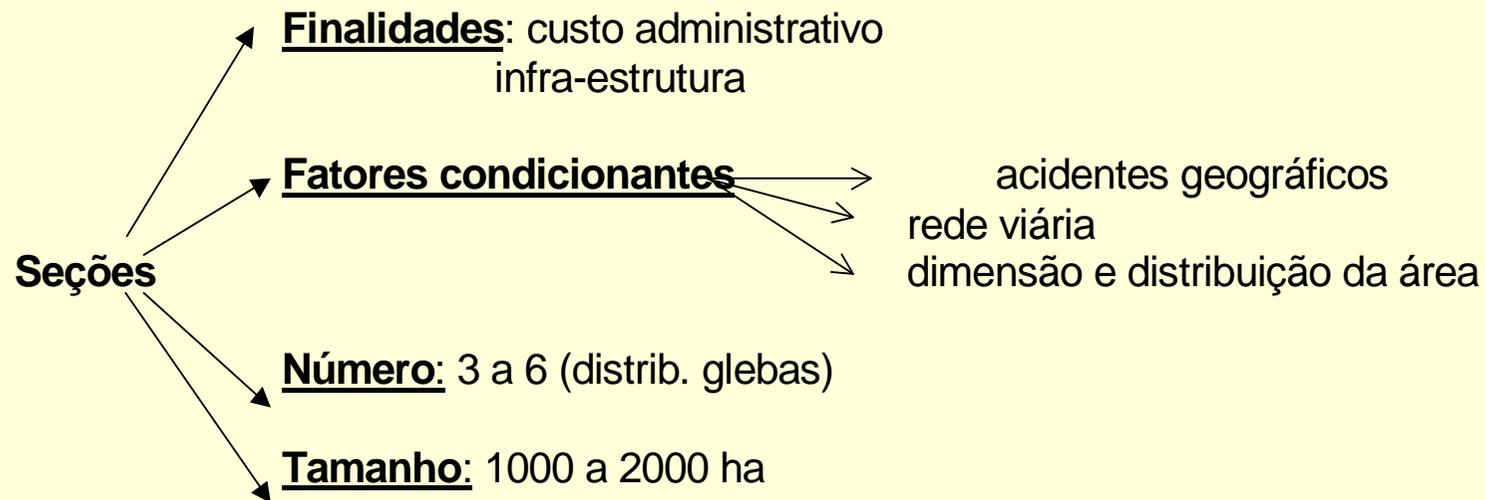




# CARACTERÍSTICAS DOS MÓDULOS



## SEÇÕES (MÓDULO ADMINISTRATIVO)





## Setores (módulo técnico agrícola)



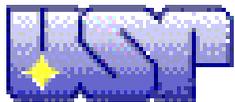
### Setores

→ **finalidades:** compatibilizar a colheita agrícola para abastecer a indústria por 5 a 10 dias.

→ **define:** área com solo, plantio na mesma época, com uma variedade única (homogeneidade).

→ **Área:** 200 a 300 ha

→ **fatores:** {  
relevo  
fertilidade do solo e tecnologia  
localização das unidades e  
épocas de colheita de safras



# TALHÕES (MÓDULO OPERACIONAL)





# Fluxo de veículos nos talhões durante a colheita

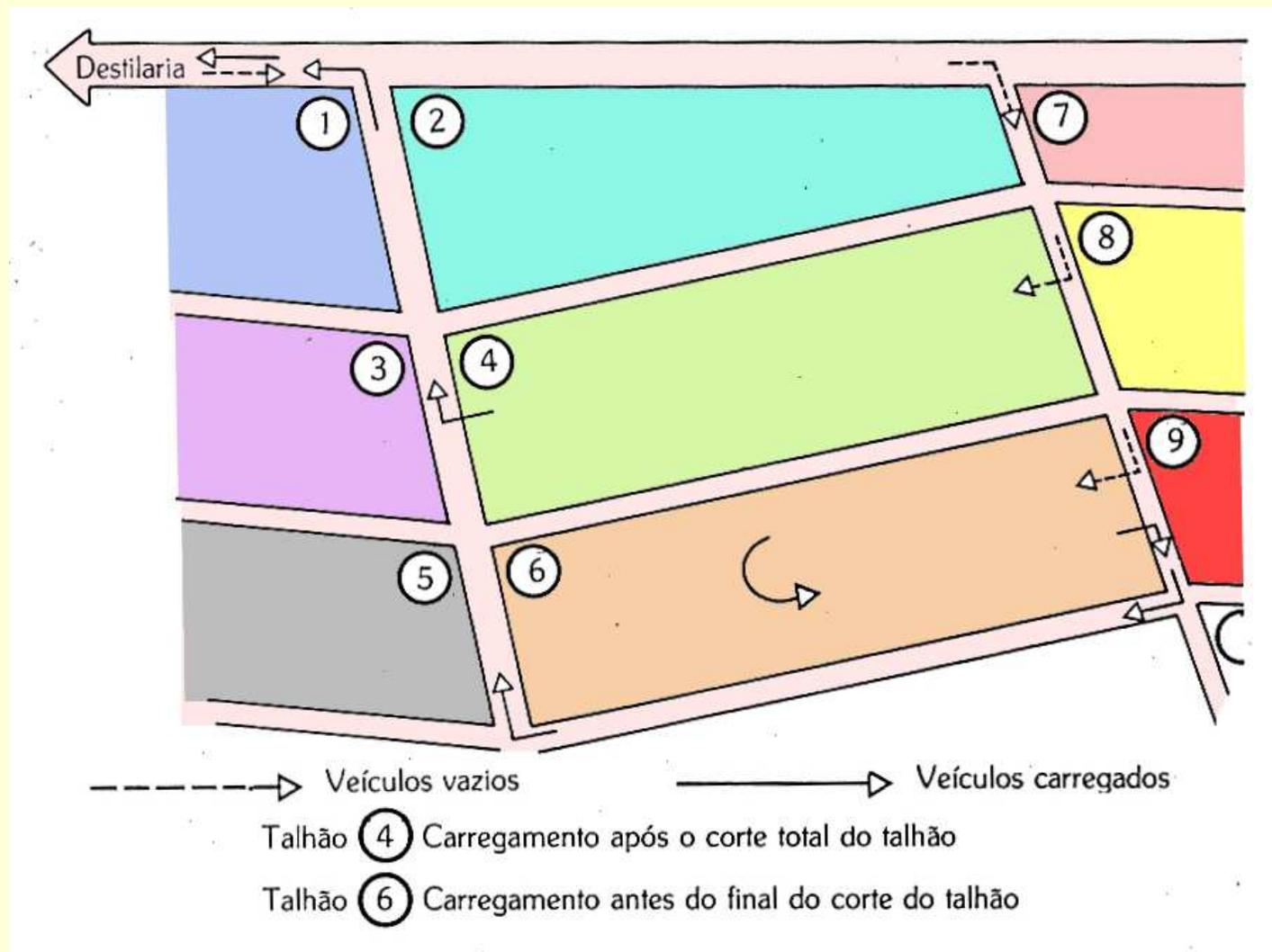


Figura – Representação esquemática do fluxo de veículos. (Brugnaro & Sbragia, 1986).



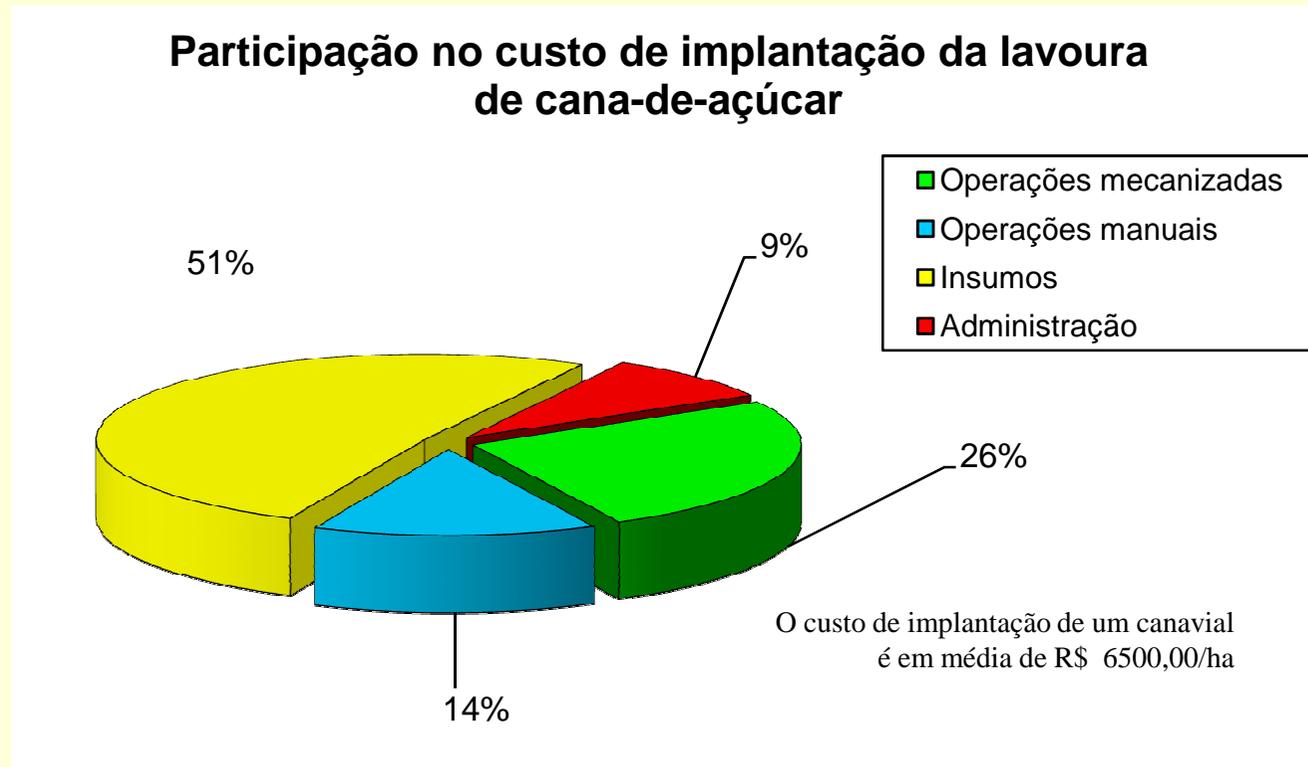
# PRODUTIVIDADE MÉDIA POR TALHÃO



	Talhão 1	Talhão 2	Talhão 3	Talhão 4	Talhão 5	Talhão 6	Talhão 7	Produção (t)	Produtividade média por ha cortado (t/ha)	Produtividade média por ha cultivado (t/ha)							
Ano 1	Cana-planta	1o. Corte	2o. Corte	3o. Corte	4o. Corte	5o. Corte	6o. Corte	0	120	100	90	80	75	70	535	89,17	76,43
Ano 2	1o. Corte	2o. Corte	3o. Corte	4o. Corte	5o. Corte	6o. Corte	Cana-planta	120	100	90	80	75	70	0	535	89,17	76,43
Ano 3	2o. Corte	3o. Corte	4o. Corte	5o. Corte	6o. Corte	Cana-planta	1o. Corte	100	90	80	75	70	0	120	535	89,17	76,43
Ano 4	3o. Corte	4o. Corte	5o. Corte	6o. Corte	Cana-planta	1o. Corte	2o. Corte	90	80	75	70	0	120	100	535	89,17	76,43
Ano 5	4o. Corte	5o. Corte	6o. Corte	Cana-planta	1o. Corte	2o. Corte	3o. Corte	80	75	70	0	120	100	90	535	89,17	76,43
Ano 6	5o. Corte	6o. Corte	Cana-planta	1o. Corte	2o. Corte	3o. Corte	4o. Corte	75	70	0	120	100	90	80	535	89,17	76,43
Ano 7	6o. Corte	Cana-planta	1o. Corte	2o. Corte	3o. Corte	4o. Corte	5o. Corte	70	0	120	100	90	80	75	535	89,17	76,43



# CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR



**Figura 3 – Demonstração do percentual de participação dos principais componentes do custo de implantação da lavoura de cana-de-açúcar**



# Considerações finais



- 1- Há necessidade de se definir quais tipos de produtos se tem interesse, a fim de selecionar a melhor matéria-prima;
- 2- No Brasil, a cana-de-açúcar é adotada como a principal matéria-prima para o setor sucroenergético;
- 3 - Os cultivares de cana-de-açúcar apresentam comportamentos distintos entre eles e conforme a época do ano;



# Considerações finais



- 4 - A maturação da cana define o melhor momento de se proceder a colheita e deve ser feita com o auxílio de instrumentos e equipamentos de laboratório, a fim de se ter mais sucesso.**
- 5 - É necessário que se tenha cana de boa qualidade durante toda a safra e que o fornecimento seja contínuo e uniforme;**
- 6 – O planejamento e a setorização da produção de cana-de-açúcar são essenciais para obter matéria-prima de boa qualidade e que o fornecimento seja uniforme e constante durante todas a safra.**



## Referências



- 1 - BRUGNARO, C.; SBRAGIA, R. (Coord.) *Gerência agrícola em destilarias de álcool*. 2. ed. Piracicaba: Ministério da Indústria e do Comércio, 1986. 212 p.
- 2- CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Instruções. 5ª Edição, CONSECAN-SP, Piracicaba-SP, 2006. 111p.
- 3 - CAMARGO, C.A. Conservação De Energia na indústria do Açúcar e do álcool. IPT: SÃO PAULO, 1990.
- 4 – RIBEIRO, C. A. F.; BLUMER, S. A.G.; HORII, J. Apostila de Tecnologia de Açúcar. ESALQ/USP – Piracicaba/SP, 1999.



# Agradecimentos



**MUITO OBRIGADO PELA ATENÇÃO!!**

Prof. Antonio Sampaio Baptista

e-mail: [asbaptis@usp.br](mailto:asbaptis@usp.br)

Setor de Açúcar e Álcool

LAN/ESALQ/USP

