

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

UM MODELO DE PLANEJAMENTO DO SEQUENCIAMENTO DE CORTE DA  
CANA-DE-AÇÚCAR

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PARA A OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

RINALDO VIANNA PIEDADE

FLORIANÓPOLIS  
SANTA CATARINA - BRASIL  
MAIO DE 1989

UM MODELO DE PLANEJAMENTO DO SEQUENCIAMENTO DE CORTE DA  
CANA-DE-AÇÚCAR

RINALDO VIANNA PIEDADE

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
"MESTRE EM ENGENHARIA"

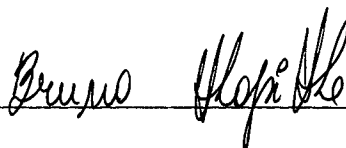
ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA FINAL  
PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO



Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph. D.

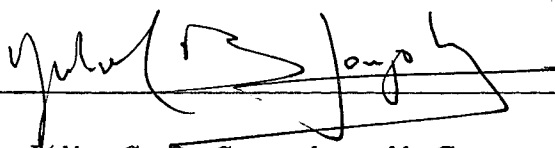
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:



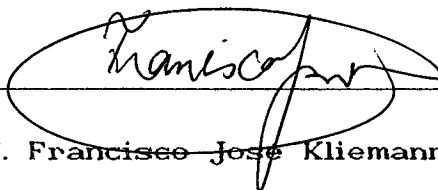
Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr.

Presidente



Prof. Júlio C. B. Gonzalez, M. Sc.

Co-Orientador



Prof. Francisco Jose Kliemann Neto, Dr.



Prof. Raul Valentim da Silva, M. Sc.

Aos meus pais

Cléo e Mytsrael

Aos meus irmãos.

## AGRADECIMENTOS

Manifesto meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- Aos Professores BRUNO HARTMUT KOPITKE e JÚLIO C. B. GONZALEZ, pela eficiente orientação oferecida.
- Ao Analista de Sistemas LUIZ HENRIQUE BRILLINGER, pelo apoio e dedicação na elaboração do programa computacional.
- A CAPES, pelo auxílio financeiro.
- Ao Professor MIGUEL FIOD NETO, e enfim, a todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. ....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 A importância do trabalho.....	2
1.3 O objetivo do trabalho.....	6
1.4 Limitações do trabalho.....	7
1.5 A metodologia aplicada.....	7
 CAPÍTULO 2 - ELEMENTOS BÁSICOS SOBRE A LAVOURA DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	 9
2.1. A origem e as condições climáticas exigidas pela cana-de-açúcar.....	9
2.2 Variedades de cana-de-açúcar.....	10
2.3 Curvas de maturação.....	12
2.4 Preparo da lavoura de cana-de-açúcar.....	15
2.4.1 Preparo do solo.....	15
2.4.2 Plantio.....	17
2.4.3 Tratos culturais.....	17
2.4.4 Colheita.....	18
2.5 A agroindústria canavieira.....	19
2.5.1 O programa nacional de melhoramento da cana-de-açúcar.....	20
2.5.2 O programa nacional do álcool.....	21
2.6 O sistema de pagamento de fornecedores de cana pelo teor de	

sacarose.....	23
2.7 Subprodutos da cana-de-açúcar.....	26
CAPÍTULO 3 - O PLANEJAMENTO DO SEQUENCIAMENTO DE CORTE DE LAVOURAS DE CANA-DE-AÇÚCAR NA ATUALIDADE.....	
	29
3.1 O procedimento usual no Brasil.....	29
3.2 O modelo australiano.....	31
3.3 O modelo americano.....	32
3.3.1 Programa de colheita.....	33
3.3.2 Programa de replantio.....	35
3.3.3 Programa diretriz.....	36
3.4 O modelo da copersucar.....	39
3.5 Considerações sobre os modelos apresentados.....	40
CAPÍTULO 4 - SUBSISTEMA DE CÁLCULO DA RENTABILIDADE E DO VALOR PRESENTE.....	
	42
4.1 Criação dos arquivos de dados.....	45
4.2 Sistema de custos.....	50
4.2.1 Custos diretos.....	51
4.2.1.1 Custos diretos não associados à produtividade.....	51
4.2.1.2 Custos diretos associados à produtividade.....	52
4.2.2. Custos indiretos.....	53
4.2.3 Alocação dos custos nas datas dos cortes.....	56
4.3 Sistema de benefícios.....	58
4.4 Cálculo da rentabilidade e do valor presente.....	61
4.4.1 Cálculo da rentabilidade.....	61
4.4.2 Cálculo do valor presente.....	62

4.5 Um exemplo de aplicação.....	63
CAPÍTULO 5 - SUBSISTEMA DE GERAÇÃO DO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO....	71
5.1 Criação do índice "A".....	71
5.2 Criação dos conjuntos de blocos para as restrições.....	72
5.2.1 Conjunto dos blocos de determinado tipo de caminhão K.....	73
5.2.2 Conjunto de blocos de determinada frente de corte Z..	73
5.2.3 Conjunto de blocos sujeitos às restrições de moenda..	74
5.3 Função objetivo.....	74
5.4 Restrições do problema.....	74
CAPÍTULO 6 - SUBSISTEMA DE SOLUÇÃO DO MODELO E APLICAÇÃO.....	80
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	96
7.1 Limitações do modelo.....	96
7.2 Análise dos resultados.....	97
7.3 Recomendações .....	100
BIBLIOGRAFIA.....	102

## APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Coeficientes técnicos das operações e insumos segundo os manejos utilizados.....	107
APÊNDICE 2 - Dados de custos e capacidade do usuário para a situação fictícia.....	121
APÊNDICE 3 - Dados referentes às variedades utilizadas na situação fictícia.....	125
APÊNDICE 4 - Dados referentes aos blocos utilizados para a situação fictícia.....	130

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Canas moídas - Brasil.....	3
GRÁFICO 2 - Produção de açúcar - Brasil.....	4
GRÁFICO 3 - Produção de álcool - Brasil.....	5
GRÁFICO 4 - Curva de maturação da variedade Co 740, segundo os dados da Tabela 1.....	15
GRÁFICO 5 - Situação teórica da evolução da pol% cana de duas variedades em função do mês da estação de corte.....	30

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Resultados das médias de pol% cana, para as 15 variedades de cana-de-açúcar, nas 8 épocas de colheita, de maio a dez. 1980.....	14
TABELA 2 - Tempo de CPU em segundos gastos para resolver o modelo segundo o número de blocos.....	82

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Principais derivados e utilidades do bagaço.....	28
FIGURA 2 - Sequenciamento de corte dos blocos.....	84



## LISTA DE GRAFOS

GRAFO 1 - Principais alternativas de corte para uma variedade plantada em fevereiro, com tempo de maturação para cana-planta variando de 17 a 21 meses e tempo de maturação para cana-soca variando de 10 a 15 meses.....	64
---	----

## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema de planejamento do sequenciamento de corte de lavouras de cana-de-açúcar, através dos cronogramas de corte de um ciclo completo desta cultura. Isto é conseguido através da maximização do valor presente das várias alternativas de corte, segundo um modelo de programação linear 0-1, com solução heurística.

Na introdução do trabalho são abordados a importância do setor sucroalcooleiro para a economia brasileira, o objetivo a ser alcançado e a metodologia aplicada. São, também, apresentadas características particulares do cultivo da cana-de-açúcar, os programas brasileiros de apoio ao setor, discute-se as dificuldades do planejamento da lavoura de cana e, ainda, faz-se uma revisão dos modelos propostos por outros autores para resolver este complexo problema de planejamento.

A seguir é apresentado um novo modelo para sequenciamento de corte de lavouras de cana-de-açúcar que incorpora o planejamento de curtíssimo, curto e médio prazo, adaptado às condições brasileiras.

Ao final, é apresentada uma análise do modelo, quanto às suas limitações e a seus resultados. Concluindo faz-se algumas recomendações para novos estudos relacionados ao problema de planejamento do sequenciamento de corte de lavouras de cana-de-açúcar.

## ABSTRACT

The objective of this study was, the development of a planning system for the harvest scheduling of sugar cane, through the chronogram of one full cycle of this plantation. This was accomplished by the present value maximization of the many cut alternatives, according to a 0-1 linear programming model, with heuristic solution.

Importance of the sugar and alcohol sectors for the Brazilian economy, the objective to be attained and the applied methodology are discussed in the study introduction. Particularities of sugar cane cultivation are also presented, as well as the Brazilian supporting programs to the sector. The difficulties of the sugar cane cultivation planning are discussed together with a revision of the models proposed by several authors to solve this complex planning problem.

Next, a new model for harvest scheduling planning of the sugar cane is developed. It incorporates very short, short and middle run planning adapted to the Brazilian circumstances.

Finally, an analysis of the model is presented, with reference to its limitations and results. Some recommendations are formulated for new studies related to the subject of planning harvest schedules for sugar cane plantations.

# CAPÍTULO 1

## 1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é, na atualidade, o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Esta colocação privilegiada entre os países produtores de cana-de-açúcar se deve, sem dúvida, ao interesse governamental para que esta cultura tivesse sua área de plantio aumentada, notadamente nos últimos anos, com a implantação do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL).

A lavoura de cana-de-açúcar, desde a implantação do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR) tem sido alvo de intensa pesquisa no sentido de se buscar as variedades e épocas de plantio mais adequadas em cada uma das regiões canavieiras do país. Neste contexto, este trabalho se insere como uma ferramenta que irá ajudar os administradores de lavouras a determinar as épocas mais adequadas de plantio e corte de seus canaviais, de forma a maximizar o lucro desta atividade.

Um nível de eficiência econômica mais elevado é atingido através do uso de uma tecnologia avançada de planejamento do sequenciamento do corte, baseado na construção de sistemas de informações detalhados e complexos, que subsidiem os modelos de decisão, a partir dos quais se pode determinar as épocas mais adequadas para plantio, corte e industrialização de uma lavoura, além também de obter a projeção da evolução do canavial (provável situação nos anos seguintes) e uma série de outras informações úteis ao gerenciamento de lavouras.

## 1.2 A IMPORTANCIA DO TRABALHO

Segundo dados do relatório anual Planalsucar 1985 (29), na safra 1985/1986 operaram 390 unidades industriais, mantendo aproximadamente a seguinte distribuição: 30 usinas que só produziram açúcar, 165 usinas que produziram açúcar e álcool, e 195 destilarias autônomas. Essas unidades produziram nesta mesma safra aproximadamente 11,820 bilhões de litros de álcool e 7,819 milhões de toneladas de açúcar, moendo cerca de 223,672 milhões de toneladas de cana.

A região Centro-Sul, no plano de safra deste mesmo ano, era responsável por 81,4 % da produção de álcool, no que se destaca o estado de São Paulo, com 60,7 % da produção total do Brasil.

A região Norte-Nordeste possui a produção concentrada principalmente nos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba.

A área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil, destinada à produção de açúcar e álcool, em 1985, foi de 4.165.300 hectares representando uma expansão de 7,7 % em relação aos 3.867.200 hectares cultivados em 1984, valor este superior aos 3,9 % de aumento de 1984 em relação a 1983.

Os Gráficos 1, 2 e 3 mostram a evolução da indústria sucroalcooleira no Brasil nos últimos anos. Estes gráficos têm o propósito de mostrar a atual situação do Brasil como produtor de cana-de-açúcar, bem como sua evolução nos últimos anos,

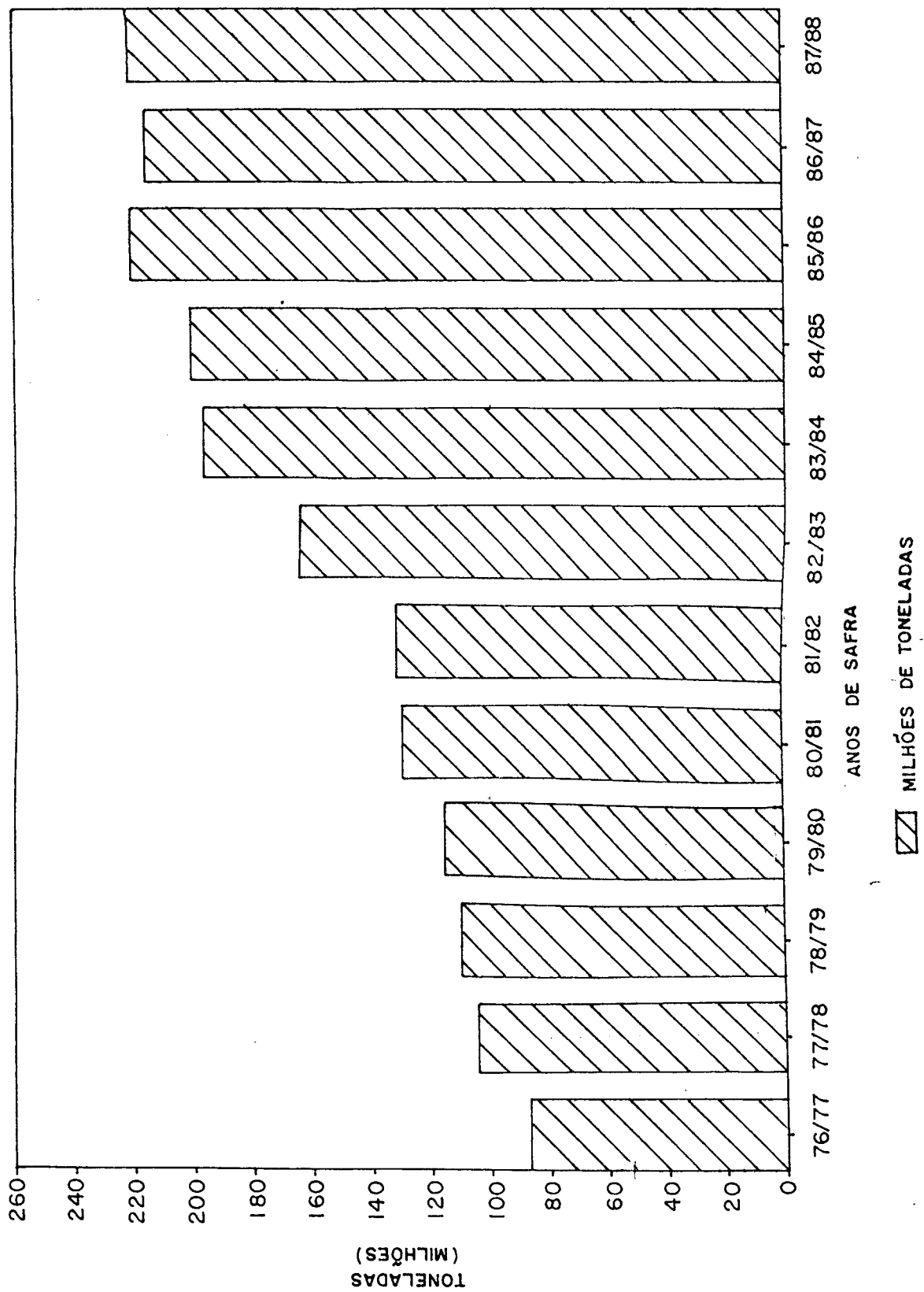


GRAFICO 1 - Canas moídas - Brasil

FONTE - IAA

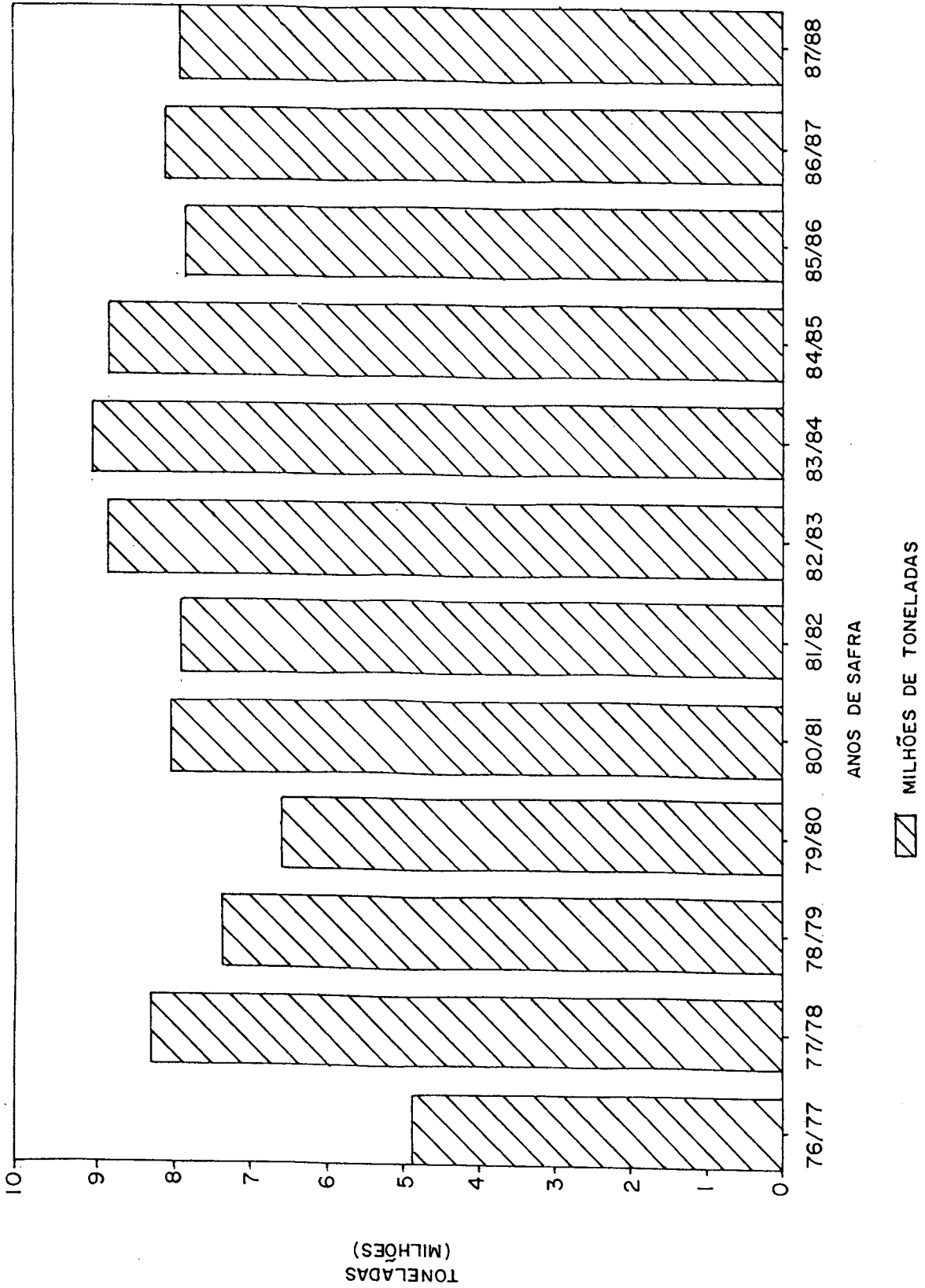


GRAFICO 2 - Produção de açúcar - Brasil

FONTE - IAA

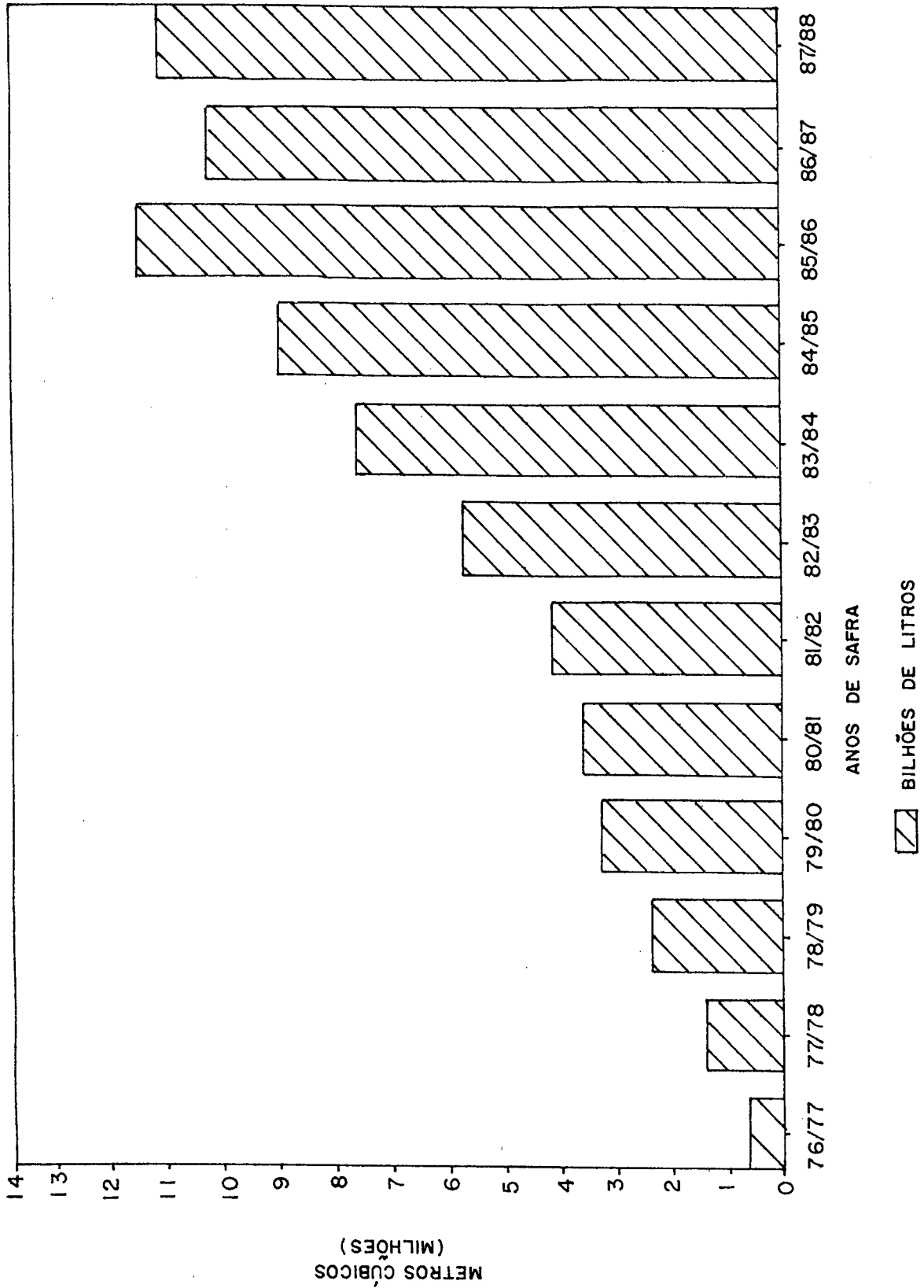


GRÁFICO 3 - Produção de álcool - Brasil

FONTE - IAA



ênfatizando a importância de um planejamento informatizado para o setor canavieiro.

É evidente a importância do setor sucroalcooleiro para a economia nacional, principalmente se considerar-se ainda o valor social que o setor adquiriu atualmente, com as conquistas nas negociações dos sindicatos de trabalhadores junto aos produtores de álcool e açúcar. Vale lembrar que as usinas e destilarias são obrigadas, através de lei, a aplicarem uma percentagem de sua renda bruta com a venda de seus produtos no bem-estar social de seus empregados. Esta verba geralmente é aplicada na construção de hospitais, escolas, clubes e centros de esportes com função social para os seus empregados.

### 1.3 O OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo do trabalho é construir um modelo matemático e um software que servirá como uma ferramenta para os administradores de plantações de cana, no planejamento do sequenciamento de cortes das suas lavouras, proporcionando uma maior economicidade nas decisões sobre as épocas ideais para esses cortes.

O modelo será capaz de considerar para efeito de planejamento, um ciclo completo da cana-de-açúcar, e nele planejar o cronograma de corte e plantio de um produtor ou usina em um horizonte de curtíssimo (mensal), curto (anual) e médio (ciclo completo) prazo.

#### 1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Quanto às limitações impostas no desenvolvimento do modelo com o objetivo de simplificar a abordagem do problema, deve-se mencionar os seguintes itens:

- a) O número máximo de socas deve ser previamente definido;
- b) Considerou-se, para alimentar o modelo, apenas o sistema de plantio, corte e pagamento utilizados na região Sudeste;
- c) O modelo não considera, para efeito de planejamento, as canas-de-ano e ano bis;
- d) O sistema de curtíssimo prazo ainda está com horizonte mensal e não semanal;
- e) O limite para a quantidade de blocos a ser considerada é relativamente pequeno;
- f) O modelo utiliza-se de heurísticas, o que conduz à subotimizações.

#### 1.5 A METODOLOGIA APLICADA

Para uma melhor definição do problema, uma pesquisa de campo foi realizada através de várias visitas a usinas açucareiras, incluindo um estágio de três meses em uma usina que é considerada atualmente como a maior do mundo: Usina da Barra, localizada no município de Barra Bonita - SP.

Através desta pesquisa de campo foi possível delimitar a

amplitude do problema, prever possíveis dificuldades na sua solução, firmar contatos com técnicos envolvidos com o problema e obter dados para o modelo.

Uma ampla pesquisa bibliográfica procurou estudar artigos e trabalhos de autores estrangeiros e nacionais, com o propósito de conhecer as propostas existentes, de forma que se pudesse avaliá-las dos pontos de vista prático e teórico.

A formulação do modelo matemático demandou também uma ampla pesquisa bibliográfica direcionada para estudos de soluções de problemas combinatórios de grande porte.

Finalmente, construiu-se um sistema computacional, para o modelo, o qual foi aplicado a uma situação fictícia, a partir de dados fornecidos por uma grande usina do estado de São Paulo, possibilitando realizar testes e avaliações.

## CAPÍTULO 2

### ELEMENTOS BASICOS SOBRE A LAVOURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

#### 2.1 A ORIGEM E AS CONDIÇÕES CLIMATICAS EXIGIDAS PELA CANHA-DE-AÇÚCAR

Não se tem encontrado uma concordância a respeito da origem da cana-de-açúcar. Os chineses afirmam conhecê-la desde 3000 anos antes da nossa era. Eles foram os primeiros a fabricarem açúcar, extraíndo o caldo da cana.

O comércio dos povos antigos como egípcios, fenícios e persas com a Índia e outros países orientais, introduziu a cana e o açúcar no mundo ocidental.

Em 1506, Pierre d'Etiença planta a cana-de-açúcar em São Domingos, e daí essa expande-se a Cuba, e América do Sul.

As condições climáticas mais favoráveis ao seu cultivo são climas quentes sem estação fria, com uma estação de chuvas abundantes (a cana requer chuvas na média de 1200 mm anuais) e um período de estiagem pronunciada para o amadurecimento da cana.

Por imperativo das condições climáticas, observa-se que a cana-de-açúcar é um produto das regiões tropicais e sub-tropicais. A cana cresce satisfatoriamente somente dentro dos limites das isotermas setentrionais e meridionais, de 18 graus centígrados. Quando é plantada além desses limites, como acontece

na Argentina, Estados Unidos (Luisiana) e na Índia, os danos causados pelas geadas são quase sempre graves para a planta.

Finalmente, trata-se de uma cultura perene, ou seja, uma vez plantada e colhida, pode fornecer ainda várias outras colheitas, em detrimento de um decréscimo na produtividade.

## 2.2 VARIETADES DE CANA-DE-AÇÚCAR

Como cana-de-açúcar incluem-se diversas espécies do gênero *Saccharum* (*S.Officinarum*, *S.Spontaneum*, *S.Sinensis*, *S.Barberi*, *S.Robustum*), mas as variedades hoje usadas são híbridas, onde se procura aliar as melhores características de cada espécie, principalmente no tocante à resistência a doenças, pragas e riqueza em sacarose.

Os híbridos melhores são multiplicados já em toletes para o campo. Outras seleções são feitas posteriormente, tais como: desenvolvimento, perfilhação, florescimento, sanidade, vigor e riqueza em açúcar. Após essas seleções, os "Seedlings" considerados promissores são colocados em experimentos junto com as variedades conhecidas. Esse trabalho de fabricação de uma nova variedade é longo, sendo necessários de 8 a 10 anos de pesquisa.

Todos os países produtores de açúcar produzem variedades. As siglas mais conhecidas entre nós são:

### ESTRANGEIRAS:

POJ - Prof. Station Oest Java;

- CP - Canal Point (E.U.A.);
- Co - Corbatore (Índia);
- B - Barbados;
- NCo - Natal (Sul da Africa), com sementes de Corbatore;
- PR - Porto Rico;
- H - Havaí;
- NA - Norte da Argentina;
- Q - Queensland (Austrália);

NACIONAIS:

- CB - Campos Brasil;
- IAC - Instituto Agronômico de Campinas;
- RB - República do Brasil (IAA e Planalsucar);
- SP - São Paulo (Coopersucar);
- PO - Pedro Ometto (Usina da Barra-SP).

Nas variedades liberadas para o plantio comercial, procura-se sempre atingir a 3 fatores primordiais que são: alto rendimento agrícola (t/ha), alto rendimento industrial (açúcar/ha) e ausência de florescimento. Quanto às pragas e doenças, tem-se procurado maximizar a relação entre riqueza em açúcar e sensibilidade a doenças, dando maior importância à riqueza em açúcar, desde que esta suplante os efeitos da doença.

As variedades são ainda classificadas segundo suas curvas de maturação como precoces, médias e tardias.

### 2.3 CURVAS DE MATURAÇÃO

Durante o ciclo vegetativo da cana-de-açúcar, a temperatura e a umidade são os fatores que assumem importância fundamental no seu desenvolvimento. O crescimento é intenso em regiões quentes de insolação elevada, predominando o vigor vegetativo, com formação gradual de sacarose em internódios mais adultos. O amadurecimento, ou seja, o armazenamento de sacarose, ocorre predominantemente em períodos moderadamente secos, sombreados e frios, livres de geadas, onde o crescimento é praticamente nulo (22).

As variedades, quando em condições favoráveis de clima e solo, apresentam um aumento na concentração de sacarose aparente com a idade fisiológica da cana, atingindo um máximo, e decrescendo em seguida quando da ausência das condições favoráveis ao amadurecimento (22). Nota-se que as curvas de maturação se diferenciam não só devido às variedades, mas também devido às condições de clima e de solo. Baseado neste enunciado é que se aconselha que tais curvas sejam levantadas para cada região, segundo a localização dos usuários das mesmas.

O comportamento da cana-de-açúcar, quanto à maturação, pode ser observado através de análises tecnológicas, considerando principalmente a sacarose aparente (pol%cana), acompanhando o seu desenvolvimento durante o período de maturação, resultando na curva que caracteriza a maturação de uma variedade (22), como ter-se-á oportunidade de observar mais adiante.

Diante do reconhecimento da qualidade da matéria-prima para a indústria do açúcar e do álcool, através do sistema de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose, torna-se evidente a importância do conhecimento das características tecnológicas inerentes a cada variedade de cana-de-açúcar.

Deste modo, Parazzi et alii. (22) desenvolveram um estudo de qualidade da cana-de-açúcar, em relação ao período de amadurecimento, utilizando a metodologia da prensa hidráulica, empregada nas análises para efeito de pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose. Este estudo baseou-se em variedades comerciais, cana-soca, envolvendo as diversas características varietais, mostrando as curvas de maturação e, principalmente, o efeito da metodologia analítica aplicada.

A Tabela 1 a seguir é fruto deste trabalho e contém os resultados das médias de pol% cana (teor de sacarose) de 15 variedades. O plantio foi efetuado em fevereiro de 1978, colhendo-se a cana-planta em agosto de 1979, ou seja, os dados nela contidos referem-se ao corte da primeira soca e, para a variedade da tabela, cortada em maio, equivale um tempo de maturação de 9 meses (agosto-maio), e assim por diante para todas as demais variedades.

As parcelas se constituíram de 7 (sete) linhas úteis de 10 (dez) metros, com espaçamento de 1,5 metros, com 4 (quatro) repetições por variedade.

As amostras, de 10 colmos cada, foram coletadas



mensalmente a partir de Maio/80 durante 8 (oito) épocas.

Variedades	É P O C A S								Médias de Variedades
	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Co740	9,78	11,91	13,93	15,16	16,39	16,91	17,66	17,14	14,86
NA56-79	13,58	15,09	15,18	16,31	17,28	16,85	16,23	15,70	15,78
Co775	9,81	11,51	14,52	16,58	18,46	18,79	18,05	15,85	15,44
CB47-89	10,23	11,39	13,15	14,26	15,38	16,11	15,53	14,45	13,81
IAC52/326	9,10	11,36	13,44	14,62	16,27	17,45	16,90	16,27	14,42
CP51-22	9,66	12,02	13,54	14,16	16,30	17,09	16,03	15,40	14,27
CB46-47	12,01	13,24	15,13	16,52	17,40	17,51	17,76	16,91	15,81
CB41-76	9,25	10,93	13,09	13,81	15,72	16,02	15,13	14,35	13,54
IAC51/205	9,58	11,81	13,64	14,87	15,90	15,85	15,43	14,09	13,90
CB40-13	12,06	12,45	13,93	15,95	16,94	16,75	14,79	13,78	14,58
IAC58/480	10,91	12,30	13,91	15,86	16,95	16,96	17,15	15,51	14,94
IAC48/65	9,57	12,31	13,40	14,71	14,37	14,36	13,47	13,08	13,16
IAC52/150	11,52	13,22	15,43	16,46	16,91	16,98	16,04	14,22	15,10
CB47-355	8,05	9,85	11,00	12,07	13,69	14,08	14,65	15,08	12,31
CB53-98	7,80	9,73	12,57	13,23	15,06	16,02	15,62	14,25	13,05
Médias	10,20	11,94	13,72	14,97	16,20	16,51	16,03	15,07	14,33

TABELA 1 - Resultados das médias de pol% cana, para as 15 variedades de cana-de-açúcar, nas 8 épocas de colheitas, de maio a dez 1980.

FONTE - Parazzi et alii. (22).

Todos os cuidados estatísticos foram tomados. Os resultados foram, para cada variedade, plotados no Gráfico 4. Nele a curva de maturação comporta-se como uma função quadrática e tem, como fonte de dados, as médias de pol% cana da Tabela 1, para a variedade Co 740.

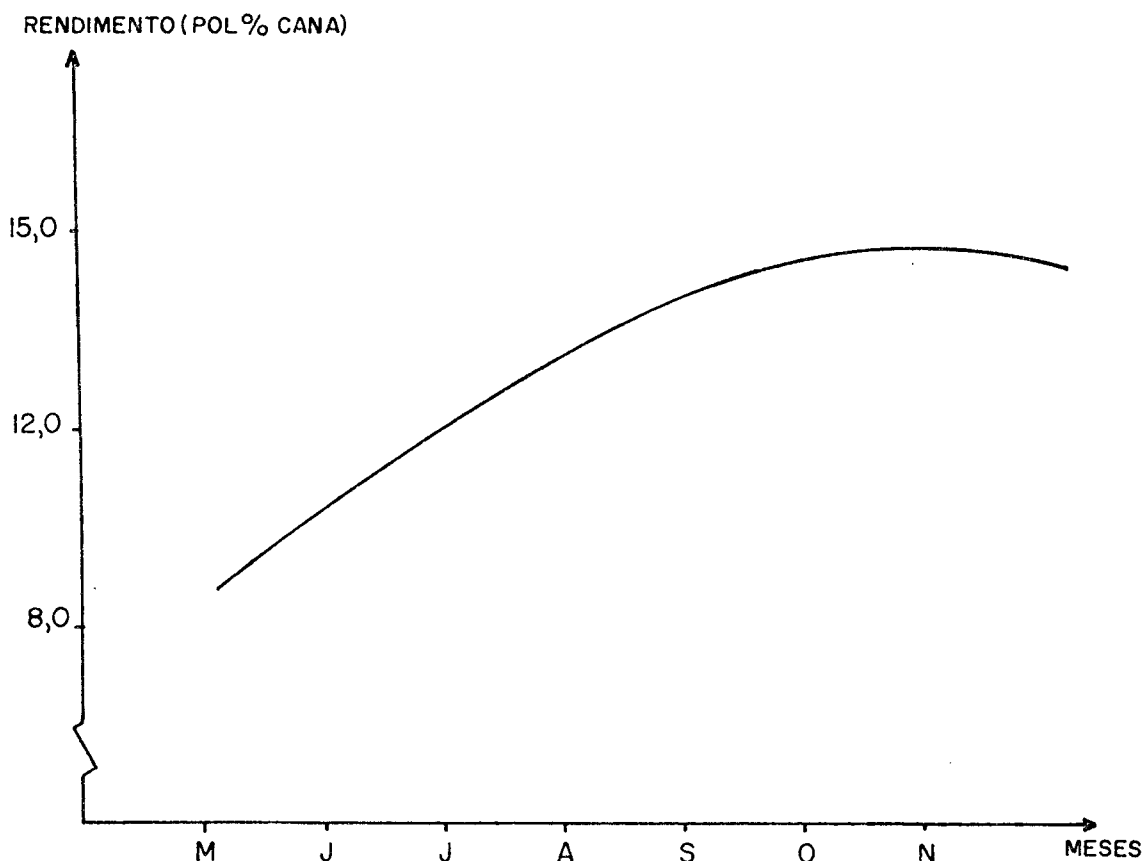


GRÁFICO 4 - Curva de maturação da variedade Co 740, segundo os dados da Tabela 1.

FONTE - Parazzi et alii. (22).

## 2.4 PREPARO DA LAVOURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Procura-se nesta etapa definir resumidamente as fases de manejo da cana-de-açúcar, desde o preparo do solo até a colheita.

### 2.4.1 PREPARO DO SOLO

O sistema radicular da cana-de-açúcar é profundo, exigindo um bom preparo da terra, devendo ser feitas duas arações

ou subsolagens.

A subsolagem tem por vantagem descompactar o solo, o que é necessário devido ao grande número de máquinas e caminhões que trabalham nas colheitas, ou até mesmo à existência de uma compactação natural. Esta descompactação facilita a penetração de água no solo e o desenvolvimento das raízes da cana.

A operação de preparo do solo conta ainda com a utilização de grades de discos, para desfazer torrões, trabalhar a superfície do solo, proporcionando uniformização da superfície e enterro das ervas daninhas, nascidas ou germinadas após a subsolagem.

A qualidade deste preparo é muito importante para os trabalhos posteriores no combate à erosão e para a evolução da cana. O bom preparo vai aumentar a capacidade de embebição do solo, facilitar a sulcação e a obtenção da regularidade do solo desejada, enquanto a má sulcação impede o bom aproveitamento das chuvas pela cana e a irregularidade do terreno impede a boa aplicação de adubos e defensivos, aplicados com tratores também durante esta fase.

Atualmente o preparo do solo está sofrendo diversificações nas suas operações quanto ao tipo de solo, ou seja, solos arenosos com preparo diferenciado de solos argilosos (mais férteis). Nos solos arenosos costuma-se aplicar a prática do cultivo mínimo procurando, desta forma, uma maior economia do manejo desta cultura, compensando em alguns casos proveitosamente

o decréscimo no rendimento agrícola.

#### 2.4.2 PLANTIO

O plantio é feito com canas inteiras ou com toletes de 30 a 40cm. A cobertura do sulco pode ser realizada com trator operando com cultivador adaptado, desde que a camada de terra seja de mais ou menos 10cm, para facilitar a germinação. A sulcação deve ser profunda (ou 30cm) e de preferência em curvas de nível ou cortando as águas, para aproveitar as chuvas e evitar a erosão.

Para as regiões sudeste e centro-sul do Brasil existem duas épocas de plantio, uma de agosto a outubro, quando se planta a cana-de-ano (colhida entre agosto e outubro do ano seguinte) e outra de dezembro a março chamada de cana-de-ano-e-meio e colhida com aproximadamente 18 meses.

Existe, ainda, a cana-de-ano-bis, que é colhida após 24 meses aproximadamente. Porém, a prática mais difundida é a de cana-de-ano-e-meio, que garante um maior retorno para o empresário, sendo a cana-de-ano-bis pouco praticada pelas usinas e destilarias.

#### 2.4.3 TRATOS CULTURAIS

Após o plantio realizam-se os tratamentos culturais da cana-planta, que consiste em operações de aplicação de insumos, carpas manuais, formicida, combate à erosão etc. Todas estas operações procuram auxiliar no desenvolvimento da lavoura para o

primeiro corte.

Assim que se realiza um corte, decide-se se haverá mais uma colheita. Em caso afirmativo, é necessário que se faça os tratos culturais de maneira a se obter um bom rebrotamento e, por conseguinte, uma boa produção na próxima safra. Portanto, os tratos culturais da cana-soca só são realizados se for decidido efetuar mais uma colheita.

As operações envolvidas, nos tratos culturais da cana-soca diferem um pouco daqueles aplicados à cana-planta, e constituem-se de: enleiramento de palha, carpa manual, aplicação de herbicidas, formicidas, vinhaça, cultivo mecânico etc.

#### 2.4.4 COLHEITA

A lavoura de cana é, no Brasil, apontada como a atividade rural que apresenta maior índice de ocupação de mão-de-obra - cerca de 750.000 empregos diretos (27). Entretanto, a mecanização das lavouras de cana (diga-se de passagem, de grande importância para o setor) vem ganhando espaço no cenário canavieiro, principalmente no que diz respeito à operação de colheita. Porém, a adaptação de uma empresa para a colheita mecanizada leva cerca de 5 anos, prazo suficiente para se fechar o ciclo desde o plantio até o último corte, quando se terá a área disponível para a mecanização.

Além disso, é preciso desenvolver a infra-estrutura agrícola: treinamento de pessoal, como operadores e auxiliares,

mecânicos, técnicos, oficinas de apoio no campo e oficina de alto nível na sede da organização. Atualmente, o maior problema para a mecanização da colheita são as próprias máquinas, que por enquanto não atingiram um nível tecnológico satisfatório pois, apesar de conseguirem um ótimo rendimento, apresentam frequentes quebras.

Entretanto, não se deve esquecer que, embora não se tenham dados concretos, a maior parte da colheita no Brasil é feita à mão, necessitando de um enorme contingente de trabalhadores. Para que se possa ter uma idéia deste contingente basta dizer que, mesmo nas grandes empresas que utilizam mecanização na colheita, geralmente a colheita manual responde com mais de 70% do total colhido.

## 2.5 A AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA

O Brasil e as Antilhas constituíram-se, durante os séculos XVII e XVIII, nos grandes abastecedores de açúcar da Europa. Para se ter uma idéia da importância do açúcar para a economia brasileira, basta mencionar um editorial da revista Stab (27) onde se afirma que Karl Marx, já no primeiro capítulo de seu "Das Kapital", afirmava que "a exploração de 80 anos das minas de diamantes no Brasil não alcançariam sequer o produto médio de 1.5 anos das plantações brasileiras de açúcar...", e ainda segundo Lamartine Navarro Jr, "2/3 do valor da produção gerada no Brasil entre 1500 e 1822 veio da cana-de-açúcar, apesar de o Brasil ter sido o maior produtor de ouro e diamantes do mundo".

O mercado do açúcar é caracterizado pelo grande número

de produtores e pelo volume limitado efetivamente trocado entre produtores e consumidores. Isto mostra que uma grande parte da produção é consumida "in loco", somente 20% da produção mundial sendo destinada ao mercado internacional (27).

Em 1987, 60% do volume de cana-de-açúcar da safra brasileira foram destinados ao fabrico do álcool etílico, para atender à alta demanda gerada pelo PROGRAMA NACIONAL DO ÁLCOOL (PROALCOOL) sendo o restante destinado à fabricação do açúcar.

Esta política já está gerando reflexos no mercado internacional do açúcar, pois com a diminuição da oferta do açúcar brasileiro, o mercado internacional responde com um aumento de preços para esta "commoditie".

A economia açucareira nacional é regulamentada pelo IAA-Instituto do Açúcar e do Alcool, que está sob a jurisdição do Ministério da Indústria e do Comércio. Esse Instituto tornou-se, desde 1933, o principal responsável pelo controle da produção e da comercialização, agindo como um órgão de planejamento, cabendo ao mesmo a informação e o controle da produção da indústria sucroalcooleira.

#### 2.5.1 O PROGRAMA NACIONAL DE MELHORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Em 1972, o Instituto do Açúcar e do Alcool criou o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (PLANALSUCAR), com as seguintes finalidades:

- a) Combater as doenças e pragas que atacam a cana;
- b) Diversificar as variedades plantadas no país;
- c) Melhorar a produtividade dos canaviais.

Para atingir seus objetivos, o Planalsucar vem colocando em prática desde 1972 um política voltada para o melhoramento e seleção de novas variedades de cana, adaptáveis às diferentes regiões açucareiras do país, preocupando-se com estudos sobre doenças e pragas, além da fertilidade e nutrição do solo.

Com o grande aumento na demanda de álcool, a partir de 1975, o Planalsucar vem abrindo novas linhas de pesquisa, com a finalidade de melhorar as tecnologias açucareiras e alcooleiras.

#### 2.5.2 O PROGRAMA NACIONAL DO ALCOOL

Segundo o editorial da revista STAB (27), o decreto 19717 de 20 de fevereiro de 1931, tornou obrigatória a adição de 5% de álcool anidro a toda gasolina importada, e em 1938 esta lei foi estendida a toda gasolina, independente da sua origem.

Com a guerra do Yon Kippur de 1973 e a brusca elevação dos preços do petróleo pelos países membros da OPEP, o álcool brasileiro vem à cena como importante substituto do combustível importado, o que foi oficializado em 14 de novembro de 1975, com a criação do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL).

Aproveitando-se da capacidade ociosa das usinas de açúcar, dos preços não compensadores do mercado externo e da



necessidade premente de geração e poupança de divisas, o PROALCOOL desenvolveu um programa de mistura de etanol à gasolina capaz de substituir em até 20% do consumo deste combustível. Nesta fase, o Proálcool era quase totalmente baseado na produção de destilarias anexas às modernas e ociosas usinas de açúcar.

No entanto, em 1978, com o evento da Revolução Fundamentalista dos Xiitas no Irã e, posteriormente, com a eclosão da guerra Irã-Iraque, houve uma nova alta abrupta nos preços do petróleo. Este fato, somado a um disparo das taxas de juros no mercado internacional, sinalizou à necessidade de uma reação, a qual não se fez esperar: já em setembro de 1979 é lançada a nova fase do Proálcool, que passaria não apenas a complementar a gasolina consumida no país, mas iniciaria um processo de substituí-la integralmente pelo álcool.

Foi, então, lançado um vasto programa de destilarias autônomas, tendo como meta a produção de 10, 7 bilhões de litros de álcool em 1985.

O Proálcool afetou a economia e a sociedade brasileira de modo positivo em várias de suas dimensões. Do ponto de vista de sua motivação primeira, a economia de divisas, o sucesso é indiscutível. Do ponto de vista tecnológico, os ganhos não foram menos importantes, basta apenas observar a queda nos custos de produção e a ascensão do Brasil nos grupos dos países líderes na tecnologia da cana-de-açúcar, tanto na produção agrícola quanto no processamento industrial, onde observam-se aperfeiçoamentos nos métodos de trabalho, e a criação, adaptação e melhoria de

equipamentoss especializados.

Não menos relevante foi o impulso dado pelo uso cada vez mais intensivo dos subprodutos, cuja valorização acarreta créditos á produção e reduz substancialmente o custo final do etanol.

Por outro lado, os custos deste programa também se fizeram sentir, pois grande parte das áreas férteis do Brasil estão hoje ocupadas com cana, utilizando-se cerca de 4.165.300 hectares, dos quais 2.000.000 só no estado de São Paulo (29). Esta prática de monocultura em determinadas regiões tem seu preço do ponto de vista ecológico, além disto, os subsídios governamentais, com o objetivo de manter a relação de preço álcool/gasolina favorável ao álcool e a isenção de ICM das canas cultivadas pelos produtores de álcool, afetam a economia nacional causando prejuízos para outros setores e a sociedade.

## 2.6 O SISTEMA DE PAGAMENTO DE FORNECEDORES DE CANA PELO TEOR DE SACAROSE

O sistema de pagamento de fornecedores de cana-de-açúcar no Brasil, assim como nos demais países onde se explora, com certa expressão, a cana-de-açúcar baseia-se, de um modo geral, nas características de qualidade agroindustrial da matéria-prima e, principalmente, no seu teor de sacarose. Procurar-se-á estudar mais precisamente a metodologia utilizada no estado de São Paulo que, salvo pequenas modificações, é a mesma para os outros estados produtores do Brasil.

Este sistema é constituído de três fases diferentes e interdependentes: a coleta de amostras, a metodologia analítica e os cálculos necessários à determinação do valor da cana fornecida (17) e (21).

A coleta de amostras segue princípios estatísticos e é feita no momento do fornecimento da carga à unidade industrial, através de perfuração da carga por sonda amostradora mecânica. A quantidade de amostras, por fornecedor, obedece a um critério estabelecido por uma tabela onde o número de amostras é dado em função da quantidade de cana entregue pelo fornecedor (número de viagens entregues).

O material a ser analisado será obtido pela mistura íntima das amostras simples, preparada em aparelhos desintegradores. São retiradas, então, 500g (quinhentos gramas), precisamente pesados, desta mistura, da qual é extraído o caldo através de uma prensa hidráulica, à pressão de 250 Kg/cm<sup>2</sup>, durante um minuto.

A pol% cana (teor de sacarose) do caldo extraído será determinada, após a clarificação do caldo com subacetato de chumbo (sal de horne), em sacarímetro automático. A pol% de cana (PC) será calculada através da seguinte expressão:

$$\text{pol\% de cana} = P_{ex} \times [1 - (0,01 \times F)] \times C \quad [11]$$

onde:

$P_{ex}$  = pol% do caldo extraído

- F = fibra industrial calculada em função do peso, em gramas do material fibroso residual da prensagem
- C = fator de transformação da pol do caldo extraído em pol do caldo absoluto

Quanto ao cálculo para determinação do valor da cana fornecida (V), será expresso da seguinte forma:

$$V = \frac{PCf}{PCpadr\tilde{a}o} \times f(r) \times Pb + T \quad [ 2 ]$$

onde:

PCf = pol% de cana do fornecedor calculado pela expressão [1];

PCpadr\~ao = pol% de cana padr\~ao para a regi\~ao;

Pb = pre\~co base da regi\~ao, em cruzados, de uma tonelada de cana no campo, fixado pelo IAA em ato espec\~fico;

T = valor do transporte fixado pelo IAA em ato espec\~fico;

f(r) = fator que expressa a rela\~cao entre a recupera\~cao de pol na se\~cao de cozimento a ser obtida da cana do fornecedor e a recupera\~cao padr\~ao, calculada de acordo com:

$$f(r) = 1,9330 \times \left[ 1 - \frac{40}{Pza - 1} \right] \quad [ 3 ]$$

onde:

Pza = pureza m\~edia quinzenal do caldo extra\~fido.

## 2.7 SUBPRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR

Deve-se ressaltar a importância dos subprodutos para o setor canavieiro, principalmente na economia de custos que estes proporcionam aos produtos principais. Atualmente, os subprodutos têm encontrado utilização desde a simples alimentação animal até a geração de energia. Como principais subprodutos da produção do álcool e açúcar pode-se citar: os méis, a vinhaça, o biogás da vinhaça e o bagaço.

a) **MEIS:** Os méis na verdade não deveriam ser classificados como um subproduto, podendo ser considerados como um dos produtos principais. Porém, sua produção e comercialização só encontra lugar em circunstâncias especiais em que a usina, por algum motivo, se vê obrigada a comercializá-lo. Esta situação é comumente encontrada naquelas empresas que, possuindo uma capacidade de destilação insuficiente para atender à demanda de cana moída, optam por comercializar os méis excedentes.

b) **VINHAÇA:** No caso da vinhaça, o seu uso como substituto do adubo já se viabiliza em muitos casos. Isto tem sido importante na preservação do sistema econômico nas regiões de produção de cana-de-açúcar, constituindo um fator importante na economia de custos, além de resolver um antigo problema de armazenagem deste subproduto. Sua utilização tem proporcionado uma maior produtividade e se revelado como um bom preservador do solo.

c) **BIOGÁS DA VINHAÇA:** O biogás da vinhaça é um estágio já adiantado do uso da vinhaça. Seu aproveitamento, ainda em

estágio piloto, poderá permitir o uso efetivo da vinhaça, não só para redução de custos, mas como um produto final de venda em substituição aos combustíveis derivados do petróleo.

d) **BAGAÇO:** Quanto ao bagaço, é o subproduto do qual se conhece a maior quantidade de produtos derivados, conforme se pode verificar na Figura 1. Ainda com uma série de estudos em andamento, o bagaço será sem dúvida uma das alternativas que, a curto e longo prazo estará atingindo estágio crescente de participação no faturamento, deixando de ser visualizado como um subproduto e tornando-se mais um co-produto da valorização da cana-de-açúcar.

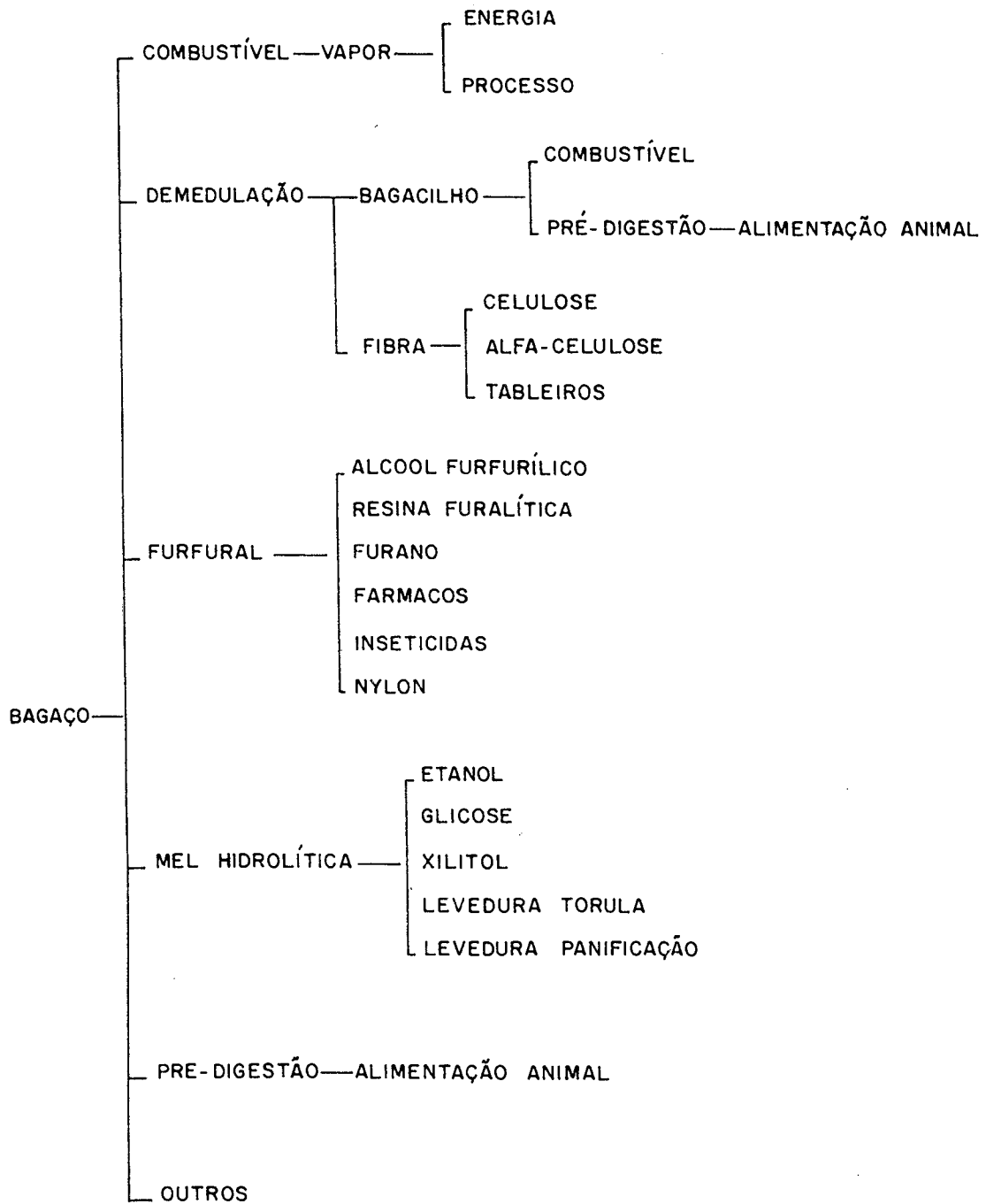


FIGURA 1 - Principais derivados e utilidades do bagaço.

FONTE - Rev. Sugar y Azucar (11).

## CAPÍTULO 3

### O PLANEJAMENTO DO SEQUENCIAMENTO DE CORTE DE LAVOURAS DE CANA-DE-AÇÚCAR NA ATUALIDADE

Neste capítulo apresentar-se-ão alguns modelos atualmente utilizados para o planejamento do sequenciamento e do cronograma de corte da cana-de-açúcar. No entanto, não foram incluídos todos os modelos pesquisados para a realização deste trabalho, como é o caso do modelo peruano (3), do venezuelano (9) e de um outro australiano (14).

O modelo proposto neste trabalho será detalhado nos próximos capítulos, e teve como base um modelo desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina pelo professor Júlio C. B. Gonzalez.

#### 3.1 O PROCEDIMENTO USUAL NO BRASIL

No procedimento usual, o cronograma de corte é definido através de uma seleção inicial das áreas a serem amostradas para análise tecnológica, onde os parâmetros de maturação são considerados. Em seguida, escolhe-se para o corte os locais com os maiores valores de pol% cana.

Para mostrar que este procedimento nem sempre é o melhor, usar-se-á um exemplo simplificado, baseado em um estudo de Beauclair E. e Penteado C. (4).



Considere duas variedades "A" e "B" que tenham curvas de maturação que se comportam como no Gráfico 5 abaixo:



GRÁFICO 5 - Situação teórica da evolução da pol% cana de duas variedades em função do mês da estação de corte (Adaptado de (4)).

Neste exemplo, observa-se que, após a seleção de duas variedades A e B, a decisão usual seria o corte da variedade A em maio, restando para junho a variedade B. O total de açúcar provável neste caso seria de 245Kg (120 de A em maio/junho, mais 125 de B em junho/julho) por tonelada de cana. Porém, se a decisão for baseada na projeção das curvas, ou seja, levasse em consideração o comportamento das variedades ao longo da estação de corte, a decisão de corte seria invertida para corte de B em maio e corte de A em junho, totalizando 250Kg de açúcar provável (110 de B em maio/junho, mais 140 de A em junho/julho) por tonelada de cana.

Este exemplo auxilia a compreensão da complexidade do problema real, que comporta um número muito maior de combinações de áreas e variedades aptas para o corte.

A maioria das variedades atingem seu ponto de maturidade ótimo em uma mesma época de corte, mas infelizmente, devido à incapacidade da usina de processá-las nesta época, algumas áreas devem ser "sacrificadas" em épocas não ideais, de forma a dar possibilidade de todas serem processadas durante a estação de corte.

Esta dificuldade, junto com o dimensionamento da frota de veículos para transporte e a distância dos canaviais à usina, são também restrições importantíssimas para o planejamento da colheita no Brasil. Um plantio racional de variedades com picos de maturação diferentes quanto à época (precoce, média e tardia), pode ser de grande valia para reduzir os possíveis "sacrifícios".

### 3.2 O MODELO AUSTRALIANO

Whan et alii (33), em 1976, desenvolveram um modelo para a rotação das safras de cana-de-açúcar, o qual procura otimizar o retorno de uma fazenda através de um cronograma de corte ótimo. Formularam primeiramente uma versão determinística de um processo de Markov, onde a probabilidade de passagem de um estado para outro assumia valores iguais a 1 ou 0. Esta estrutura de problema determinística permitiu, em um segundo trabalho (34), a solução e análise dos resultados deixando-se livre a probabilidade de passagem de um estado para outro (modelo probabilístico).

O modelo para uma fazenda será:

$$\text{Maximizar } \sum_{j=1}^N \sum_{K=1}^{K_j} r_{jk} \times X_{jk}$$

sujeito a:

$$X_{jk} \geq 0 ; \quad j = 1, 2, 3, \dots, N; \quad k = 1, 2, \dots, K_j;$$

$$\sum_{j=1}^N \sum_{K=1}^{K_j} X_{jk} = 1$$

$$\sum_{j=1}^{K_j} X_{jk} - \sum_{i=1}^N \sum_{K=1}^{K_i} P_{ij}^K \times X_{ik} = 0 ; \quad j = 1, 2, 3, \dots, N$$

onde:

$N$  = Número de estados no processo;

$X_{jk}$  = Proporção da fazenda no estado  $j$  submetida á alternativa  $k$ ;

$r_{jk}$  = Retorno da decisão  $k$  no estado  $j$ ;

$P_{ij}^K$  = Probabilidade de transição de  $i$  para  $j$  sob a alternativa  $k$   
(igual a 0 ou 1 somente, na formulação determinística);

$K_j$  = Número de alternativas para o estado  $j$ ;

$K_i$  = Número de alternativas para o estado  $i$ .

O modelo, como se pode observar, é não linear, devido ao produto  $P_{ij}^k \times X_{ik}$ , e sua solução foi obtida através do algoritmo de Howard, de sucessivas aproximações lineares.

### 3.3 O MODELO AMERICANO

Este modelo foi proposto por Crane, Spreen, Alvarez e

Kidder (10), em 1982, de forma a conceber um sistema de decisão para a substituição dos canaviais dos produtores de cana-de-açúcar da Flórida. Devido às particularidades na forma diferenciada de pagamento para os produtores independentes "Fornecedores das Usinas" daqueles produtores ligados à uma cooperativa de produtores de açúcar, o modelo tem uma visão modificada para cada caso. O modelo considera como "Administration Cane" a cana produzida por uma cooperativa ou por um membro desta, e "Independent Cane", a cana produzida por um produtor independente, que pode vendê-la a uma usina.

A decisão de replantio segundo este modelo deve ser alcançada com a combinação de três programas de otimização:

- a) Programa de Colheita;
- b) Programa de Replantio;
- c) Programa Diretriz.

### 3.3.1 PROGRAMA DE COLHEITA

O programa de colheita requer informações concernentes ao estado dos blocos (áreas com determinada variedade e tipo de solo) existentes no início da estação 1, o qual poderá prever a produção de cada bloco para cada período potencial de colheita. O programa de colheita, então, produz uma estrutura de maximização da receita na colheita. Em resumo, este programa vai "datar" a colheita de um bloco durante a estação de corte 1, de maneira que a idade da cana na estação 2 possa ser calculada.

$$\text{Max } R_u = \sum_{f=1}^N \sum_{k=m}^{11} R_{fk} \times H_{fk}$$

Sujeito a:

$$\sum_{k=m}^{11} H_{fk} = 1 \quad (f = 1, 2, 3, \dots, N)$$

$$\sum_{f=1}^N H_{fk} \leq UB_k \quad (k = m, m + 1, \dots, 11)$$

$$\sum_{f=1}^N H_{fk} \geq LB_k \quad (k = m, m + 1, \dots, 11)$$

$$H_{fk} = 0 \text{ ou } 1$$

onde:

$R_u$  = Receita líquida de todos os blocos colhidos;

$R_{fk}$  = Receita líquida quando o bloco  $f$  é colhido no período  $k$ ;

$H_{fk}$  = 1, se o bloco  $f$  é colhido no período  $k$ ;

= 0, em caso contrário;

$N$  = Número de blocos disponíveis para a colheita;

$m$  = 1, se o programa está rodando para o início da estação;

= a cada período de colheita a ser considerado, em caso contrário;

$UB_k$  = O número máximo de blocos a ser colhido no  $k$ -ésimo período;

$LB_k$  = O número mínimo de blocos a ser colhido no  $k$ -ésimo período.

### 3.3.2 PROGRAMA DE REPLANTIO

O programa de replantio compara a receita prevista de cada bloco, em seus possíveis períodos de colheita, com o valor anualizado do desafiante. A solução do programa de replantio indica quais blocos deverão ser deixados para mais uma soca na estação 2 e quais deverão ser replantados, de forma a maximizar a receita do usuário. Para os blocos a serem reformados, o programa indica também o desafiante adequado.

$$\text{Max } R_r = \sum_{f=1}^{N^{\circ}} \sum_{k=1}^{11} R_{fk}^{\circ} \times H_{fk}^{\circ} + \sum_{f=1}^{N^{\circ}} \sum_{c=1}^X A_c \times V_{fc}$$

Sujeito a:

$$\sum_{k=1}^{11} H_{fk}^{\circ} + \sum_{c=1}^X V_{fc} = 1 \quad (f = 1, 2, \dots, N^{\circ})$$

$$\sum_{f=1}^{N^{\circ}} H_{fk}^{\circ} + \sum_{f=1}^{N^{\circ}} \sum_{c=1}^X k^* \times V_{fc} \leq UB_k \quad (k = 1, 2, \dots, 11)$$

$$\sum_{f=1}^{N^{\circ}} H_{fk}^{\circ} + \sum_{f=1}^{N^{\circ}} \sum_{c=1}^X k^* \times V_{fc} \geq LB_k \quad (k = 1, 2, \dots, 11)$$

$$\sum_{c=1}^X k^* \times V_{fc} \leq \sum_{k=1}^{k^{\circ}} H_{fk}^* \quad (f = 1, \dots, n)$$

$$H_{fk}^{\circ} = 0 \text{ ou } 1$$

$$V_{fc} = 0 \text{ ou } 1$$

onde:

- $R_r$  = Receita líquida incluindo valor anualizado para os replantios;
- $R_{fk}^0$  = Receita líquida para colheita do bloco f no período k;
- $H_{fk}^0$  = 1, se o bloco f é colhido no período k;  
= 0, em caso contrário;
- $A_c$  = Receita líquida anualizada para o c-ésimo desafiante;
- $V_{fc}$  = 1, se o bloco f é substituído pelo desafiante C;  
= 0, em caso contrário;
- $N^0$  = Número total de blocos na fazenda;
- $X$  = Número total de desafiantes;
- $k^*$  = 1, se a rotação do desafiante c começa com um plantio sucessivo, k é um período apropriado para a colheita, e  $k^0$  é um período de plantio;  
= 0, em caso contrário;
- $UB_k$  = Número máximo de blocos que podem ser colhidos no k-ésimo período;
- $LB_k$  = Número mínimo de blocos que podem ser colhidos no k-ésimo período;
- $H_{fk}^*$  = Vetor de solução ótima para programa de colheita.

### 3.3.3 PROGRAMA DIRETRIZ

O programa diretriz não considera o estado da cana atualmente crescendo durante a estação 1, mas sim resolve a questão de como os recursos serão organizados, quais variedades serão cultivadas em cada tipo de solo, quantos anos cada uma delas será cultivada, e em que período será colhida, se estivesse começando a operação livre de obstáculos da existência de brotas

de cana e se todas as variáveis prognosticadas atualmente estiverem alcançando os valores esperados. O programa diretriz determina uma quantidade racional lógica de razoáveis desafiantes. Um valor anualizado deve ser calculado para cada um desses desafiantes, e estas informações são chamadas para a entrada do programa de replantio.

$$\text{Max } R_P = \sum_{l=1}^L \sum_{h=0}^1 \sum_{k=1}^{11} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (R_{hijkl} \times V_{hijkl}) - K_0 \times U - K_1 \times F$$

Sujeito a:

$$\sum_{h=0}^1 \sum_{k=1}^{11} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (V_{hijkl}) + F_l = N_l \quad (l = 1, 2, \dots, L)$$

$$F_l = \sum_{k=1}^{11} \sum_{i=1}^I V_{iikl} \quad (l = 1, 2, \dots, L)$$

$$U_l = \sum_{k=1}^{11} \sum_{i=1}^I V_{oiikl} \quad (l = 1, 2, \dots, L)$$

$$\sum_{k=1}^{11} \sum_{i=1}^I V_{oiikl} \leq \sum_{k=1}^{11} \sum_{i=1}^I V_{iikl} \quad (l = 1, 2, \dots, L)$$

$$\sum_{k=1}^{11} V_{hi(j+1)kl} \leq \sum_{k=1}^{11} V_{hijkl} \quad \begin{array}{l} (j = 1, 2, \dots, J; \\ i = 1, 2, \dots, I; \\ h = 0, 1; \\ l = 1, 2, \dots, L) \end{array}$$

$$\sum_{l=1}^L \sum_{h=0}^1 \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J V_{hijkl} \leq UB_k \quad (k = 1, 2, \dots, 11)$$



$$\sum_{l=1}^L \sum_{h=0}^1 \sum_{i=0}^I \sum_{j=0}^J V_{hijkl} \geq LB_k \quad (k = 1, 2, \dots, 11)$$

$$V_{hijkl}, U, F, F_l \quad 0, \text{ em valores inteiros}$$

onde:

$R_p$  = Receita líquida esperada da política diretriz para a fazenda;

$R_{hijkl}$  = Receita líquida da h-i-ésima variedade de cana excluindo custos de "descanso" e plantio, no j-ésimo ano de seu ciclo, quando colhida no k-ésimo período, no l-ésimo tipo de solo, onde i indica a variedade de cana plantada e h = 0 se a cana é plantada sucessivamente e h = 1, senão;

$V_{hijkl}$  = Número de blocos colhidos no k-ésimo período com cana da h-i-ésima variedade de cana no j-ésimo ano de seu ciclo, plantada no l-ésimo tipo de solo;

I = Número de variedades;

L = Número de tipo de solos;

J = Número máximo de socas;

$U_l$  = Número de blocos sucessivamente plantados no l-ésimo tipo de solo;

$U = \sum_{l=1}^L U_l$  = Número total de blocos sucessivamente plantados;

$K_0$  = Custo do plantio sucessivo por bloco;

$F_l$  = Número de blocos em "descanso" com l-ésimo tipo de solo;

$F = \sum_{l=1}^L F_l$  = Número total de blocos em "descanso";

- $K_1$  = Custo de manutenção do "descanso" mais custo de preparação do bloco, e replantio por bloco;  
 $N_l$  = Número de blocos com o l-ésimo tipo de solo;  
 $UB_k$  = Número máximo de blocos que podem ser colhidos no período k;  
 $LB_k$  = Número mínimo de blocos que podem ser colhidos no período k.

### 3.4 O MODELO DA COPERSUCAR

O enfoque dado a este trabalho é o mesmo utilizado pelos americanos, porém retrata-se aqui apenas o programa de colheita, que é o programa em estágio de aplicação por esta cooperativa em algumas de suas usinas cooperadas. Os demais programas (diretriz e replantio) ainda estão em fase de desenvolvimento (4) e (28).

O planejamento de corte da Copersucar, tem o objetivo de maximizar a produção de açúcar nas condições atuais da lavoura.

$$\text{Max } Z = \sum_i^N \sum_j^M \text{ATR}_{ij} \times P_{ij} \times X_{ij}$$

Sujeito a:

$$\sum_j^M X_{ij} \leq S_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, N$$

$$\sum_i^N P_{ij} \times X_{ij} \leq Q_j \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, M$$

onde:

- $Z$  = Total de açúcar (Kg) obtido durante a safra;
- $X_{ij}$  = Área (ha) do bloco  $i$  cortada no mês  $j$  da safra;
- $ATR_{ij}$  = Açúcar teórico recuperável (Kg açúcar/t cana) do bloco  $i$  no mês  $j$  da safra;
- $P_{ij}$  = Produtividade (t cana/ha) do bloco  $i$  no mês  $j$  da safra;
- $S_i$  = Área (ha) do bloco  $i$ ;
- $Q_j$  = Valor máximo em toneladas de cana própria que pode ser moído no mês  $j$  da safra;
- $N$  = Número de blocos;
- $M$  = Número de meses de safra.

Como se pode ver, o modelo acima é semelhante ao programa de colheita do modelo americano anteriormente apresentado, com a diferença básica de que este trabalha com a maximização da produção, enquanto o modelo americano procura maximizar a receita líquida proporcionada pela colheita.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MODELOS APRESENTADOS

Os modelos de uma forma geral, não apresentam restrições de transportes, tampouco comentam sobre o sistema de custos utilizado, sendo que o da Copersucar nem se quer considera custos, mas apenas maximiza a produção de açúcar. Desta maneira ele considera erroneamente que a produção de 50 kg de açúcar em um bloco a 50 km de distância, terá o mesmo valor, no modelo, que a produção dos mesmos 50 kg distantes 10 km.

O modelo australiano não considera as restrições de

capacidade de corte e moenda nos vários períodos da estação de corte.

O modelo americano, embora, seja o de mais difícil implantação, é o mais completo dos três, pois procura maximizar receita e não produção, considera potenciais desafiantes para as decisões de replantio, considera limites máximos e mínimos de capacidade de corte e utiliza o conceito de bloco considerando grupos de variedade de cana e tipo de solo.

No próximo capítulo elabora-se o subsistema de cálculo da rentabilidade e do valor presente do modelo proposto neste trabalho, desta maneira, ter-se-á um sistema de benefício e custos detalhado, que será a base do modelo matemático desenvolvido de maneira a atingir os objetivos desejados.

## CAPÍTULO 4

### SUBSISTEMA DE CÁLCULO DA RENTABILIDADE E DO VALOR PRESENTE

A fim de que se possa programar um cronograma de corte para a lavoura canavieira, com o objetivo de maximizar o lucro do proprietário, é fundamental que se tenha um sistema que seja capaz de considerar os custos e benefícios diferenciados para cada área com cana.

Os custos se diferenciam em função do tipo de manejo utilizado, da distância da área à usina e da sua produtividade. Quanto aos benefícios, estes se diferenciam segundo a produtividade da área e de sua riqueza em açúcar.

Para que o sistema pudesse ser desenvolvido, foi preciso primeiro definir certos conceitos. Estes conceitos dependem de alguns cálculos ou colocações :

#### a) FATOR DE RATEAMENTO

Se a empresa dedica-se a diferentes explorações, tais como outras culturas agrícolas, pecuária, avicultura etc., as despesas e custos comuns destas explorações devem ser rateados, respeitando um certo critério, a cada uma delas. O fator que vai ratear estas despesas e custos comuns será denominado de fator de rateamento "FR" (23).

Apenas aconselha-se aqui que o critério utilizado deva ser baseado numa adaptação do "método do valor relativo de

vendas", metodologia esta aplicada a sistemas de custos de processos conjuntos (15) e (30), que busca uma maneira de atribuir a cada produto final um custo que seja representativo da sua capacidade de gerar receitas.

#### b) BLOCO

Utiliza-se o conceito de bloco para definir uma unidade física da lavoura de cana-de-açúcar com as seguintes características :

- mesma variedade;
- mesmo tipo de solo (bom, médio ou ruim);
- mesmo estado (cana-planta, soca 1, soca 2 ..., etc.);
- mesmo estágio (tempo de maturação);
- mesmo manejo (cultivo mínimo ou convencional).

#### c) COEFICIENTE CCT

O coeficiente CCT (corte, carregamento e transporte) é o coeficiente correspondente ao custo de corte, carregamento e transporte da cana na colheita. No seu cálculo incorporam-se as características do bloco, tais como tipo de caminhão utilizado para o transporte, carregadeira e distância do bloco à usina. Este coeficiente é um valor previamente calculado para cada bloco, e será multiplicado posteriormente pela produtividade do bloco.

#### d) COEFICIENTE TPH

O coeficiente TPH (tonelada de cana por hectare) varia em cada bloco de estado para estado, e em cada estado de acordo com o tempo de maturação. Este coeficiente corresponde á

produtividade do bloco, e posteriormente será multiplicado pelo coeficiente CCT para formar os custos correspondentes às operações de corte, carregamento e transporte da cana. Por sua vez este coeficiente ainda será multiplicado pelo valor da tonelada de cana, segundo a sua riqueza em açúcar, para o respectivo bloco, formando assim o benefício de determinada decisão.

e) COEFICIENTE POL % cana

O coeficiente POL%cana refere-se à riqueza da variedade, cultivada em determinado tipo de solo. Em outras palavras, trata-se da percentagem de açúcar que determinada variedade tem sob certas condições de solo, clima, idade e tempo de maturação.

f) COEFICIENTES TÉCNICOS AGRONÔMICOS

Os coeficientes técnicos utilizados no sistema foram baseados em uma grande usina do estado de São Paulo, mas nada impede que sejam modificados segundo o usuário do sistema. Estes coeficientes estão associados às diversas operações de manejo, como pode ser visto no Apêndice 1. Um estudo detalhado destes coeficientes e operações é fundamental para a precisão dos resultados. Quanto aos índices de produtividade e riqueza em açúcar de cada variedade num respectivo tipo de solo, estes serão levantados para cada usuário, de forma a estabelecer melhor os benefícios. Porém, na falta destes, algumas instituições fazem levantamentos de curvas por região, os quais podem ser utilizados como uma base para a tomada de decisão no cronograma de corte.

A seguir serão apresentados resumidamente os principais arquivos de dados do sistema desenvolvido.

#### 4.1 CRIAÇÃO DOS ARQUIVOS DE DADOS

Esta é a fase de geração dos arquivos de dados necessários para os cálculos de custos, benefícios, rentabilidade, valor presente e das informações para a geração do modelo de otimização.

##### a) ARQUIVO DO USUARIO

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
USUA	Nome do usuário		
LOCAL	Local e sigla do estado		
NFC	Número de frentes de corte		
FC(Z) <sub>j</sub>	Capacidade de corte da frente Z no mês j	ton.	
Frota(k) <sub>j</sub>	Capacidade da frota de caminhão tipo k no mês j		
TMA	Taxa mínima de atratividade		
Nb	Número de blocos		
MESES	Meses da estação de corte (Abril, maio, junho..., novembro)		

##### a.1) CALENDÁRIO DO USUÁRIO

Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Set	Out	Nov

O arquivo a.1 - calendário do usuário - refere-se aos dias disponíveis para o transporte da cana em cada mês da estação de corte. É sabido que, embora não se corte cana aos domingos e alguns feriados, a usina não deixa de funcionar e realizam-se previamente cortes nos dias úteis. O transporte, porém, é feito inclusive aos domingos e alguns feriados.



b) ARQUIVO COMPLEMENTAR

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
FINSOCIA	Finsocial		
FUNRURAL	Funrural		
ICM	Imposto de Circulação de Mercadorias		
PIS	PIS		
ANOBASE	Ano base para os cálculos do valor presente		
ANOZERO	Ano base par o início do planejamento - safra 1 -		
ANOFINAL	Ano base para o final do horizonte de planejamento		
NE	Número de estados a considerar		
PCC	Preço da cana no campo	Cz\$/ton	
PCE	Preço da cana na esteira	Cz\$/ton	
PZA	Pureza média do caldo da cana do usuário		
PB	Preço básico da cana (IAA)	Cz\$/ton	
T	Custo estipulado para transporte	Cz\$	
TEMAX	Tempo máximo de maturação para a Cana-soca	meses	
TEMIN	Tempo mínimo de maturação para a Cana-soca	meses	
TEMAXK	Tempo máximo de maturação para a Cana-planta	meses	
TEMINK	Tempo mínimo de maturação para a Cana-planta		

c) ARQUIVO DOS CUSTOS INDIRETOS

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
ARREND	Realização de arrendamento ?		
PROPRIA	Utilização de terra própria ?		
DAT	Despesas administrativas totais	Cz\$	
JCF	Juros sobre o capital fixo	% / ano	
QUAFIX	Quantidade da participação em toneladas para as terras arrendadas	ton	
RT	Fator de rateamento		
SAL	Gastos com os sistemas de apoio à lavoura	Cz\$	
TARR	Total da área arrendada	ha	
TRAT	Taxa de remuneração sobre a terra própria	% / ano	
VALHEC	Valor de um hectare para arrendamento na região	Cz\$	
VBEN	Valor das benfeitorias da fazenda ou da empresa agrícola	Cz\$	
VIUT	Vida útil das benfeitorias (média)	anos	

d) ARQUIVO DOS CUSTOS DIRETOS

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
ABC	Abertura de canal de vinhaça	Cz\$/hr	
ACB	Acabamento de plantio	Cz\$/hr	
APCADO	Aplicação de calcário dolomítico	Cz\$/hr	
APHEB	Aplicação de herbicida barra	Cz\$/hr	
APHEC	Aplicação de herbicida costal	Cz\$/hr	
APHES	Aplicação de herbicida semi-mec	Cz\$/hr	
APTF	Aplicação de torta de filtro	Cz\$/hr	
APU	Aplicação de uréia	Cz\$/hr	
CAM	Carregamento de mudas	Cz\$/ton	
CCADO	Carregamento de calcário dolomítico	Cz\$/hr	
CIS	Cobertura com inseticida	Cz\$/hr	
CTF	Carregamento de torta de filtro	Cz\$/hr	
CULT	Cultivador	Cz\$/hr	
DISTV	Distribuição de vinhaça	Cz\$/hr	
ENLE	Enleradeira	Cz\$/hr	
GRADC	Gradeação de curvas de nível	Cz\$/hr	
GRADI1	Gradeação intermediária 1	Cz\$/hr	
GRADI2	Gradeação intermediária 2	Cz\$/hr	
GRADL1	Gradeação leve 1	Cz\$/hr	
GRADL2	Gradeação leve 2	Cz\$/hr	
GRADP1	Gradeação pesada 1	Cz\$/hr	
GRADP2	Gradeação pesada 2	Cz\$/hr	
MOA	Mão-de-obra administrativa	Cz\$/dia	
MOC	Mão-de-obra comum	Cz\$/dia	
MOE	Mão-de-obra especializada	Cz\$/dia	
SUBADC	Subsolador-Adubador-Cultivador	Cz\$/hr	
SUBS	Subsolador	Cz\$/hr	
SUDUB	Sulcação e adubação	Cz\$/hr	
SULCR	Sulcação e repontas	Cz\$/hr	
TERRC	Terraceamento	Cz\$/hr	
TERRP	Terraplenagem	Cz\$/hr	
TRADUB	Transporte de adubos	Cz\$/ton	
TRBG	Transporte de bagacilhos	Cz\$/ton	
TRIN	Transporte de insumos do depósito à lavoura	Cz\$/ton	
TRMUD	Transporte de mudas	Cz\$/ton	
TRNIA	Transporte de nitrato de amônia	Cz\$/ton	
TRP	Transporte de pessoal	Cz\$/homem	
TRV	Transporte de vinhaça	Cz\$/m <sup>3</sup>	
TRCADO	Transporte de calcário dolomítico	Cz\$/ton	
VC	Custo da operação de corte	Cz\$/ton	
CH	Custo horário da carregadeira	Cz\$/hr	
CR	Capacidade da carregadeira	ton/hr	
CMK(k)	Custo por quilômetro do caminhão tipo k	Cz\$/km	
CMC(k)	Capacidade média do caminhão tipo k	ton	

e) ARQUIVO DOS INSUMOS

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
ADUB5	Adubo 5-25-25	Cz\$/ton	
ADUB16	Adubo 5-16-36	Cz\$/ton	
ADUB2	Adubo 20-00-32	Cz\$/kg	
ADUB3	Adubo 30-00-20	Cz\$/kg	
BIAG4	Biagro 40	Cz\$/Lt	
CADO	Calcário dolomítico	Cz\$/ton	
DAM	2,4 - Damina 720	Cz\$/Lt	
DIOR	Dioron	Cz\$/kg	
EXT	Extravion	Cz\$/Lt	
GEX	Gesapax 500	Cz\$/Lt	
ISC	Isca granulada	Cz\$/kg	
MSMA	MSMA	Cz\$/Lt	
NIA	Nitrato de amônia	Cz\$/ton	
PERF	Perflan	Cz\$/Lt	
ROUD	Roundup	Cz\$/Lt	
SIMB	Simbar 80	Cz\$/Lt	

f) ARQUIVO DOS BLOCOS

Este arquivo armazena dados referentes aos blocos, de forma que se possa agrupá-los posteriormente segundo suas características de manejo e recursos:

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
BLOCO	Código do bloco		
VARIED	Variedade plantada no bloco		
TIPOSOLO	Tipo do solo (ruim ,médio ou bom)		
ESTADO	Estado da lavoura ou idade do ciclo (cana-planta,cana-soca1...etc)		
DATAULTI	Data do último corte (mês)	mês	
FUNDAÇÃO	Data do plantio (mês)	mês	
DATAPLAN	Data do plantio (ano)	ano	
A	Area do bloco	ha	
D	Distância do bloco à usina	km	
TIPOCAM	Tipo de caminhão		
N <sup>o</sup> VIAGEM	Número de viagens por dia com o tipo de caminhão do bloco		
ZONA	Número da frente de corte		
CULTIVO	Tipo de cultivo utilizado no bloco (mínimo ou convencional) ?		
VINHAÇA	Utilização ou não de vinhaça ?		

g) ARQUIVO VARIEDADE - SOLO

Este arquivo está vinculado ao anterior. Para cada bloco, com sua respectiva variedade e tipo de solo, existirão dados de produtividade no arquivo variedade - solo correspondente. A seguir, e a título de exemplo demonstra-se a estrutura de dados para uma variedade num determinado tipo de solo, bem como os coeficientes correspondentes à sua produtividade e riqueza em açúcar para cada estado, e tempo de maturação. O exemplo refere-se a um tempo mínimo de maturação de 17 e 10 meses respectivamente para cana-planta e cana-soca, e um tempo máximo de maturação de 21 e 15 meses para cana-planta e cana-soca respectivamente, considerando 5 estados.

**Variedade: NA56-79 Solo: BOM**

**ESTADO CANA-PLANTA:**

COEFIC. ENTRADA	VALOR	COEFIC. ENTRADA	VALOR
POL(17)	13,92	TPH(17)	172,92
POL(18)	14,31	TPH(18)	172,92
POL(19)	14,30	TPH(19)	172,92
POL(20)	14,13	TPH(20)	172,92
POL(21)	14,10	TPH(21)	172,92

**ESTADO CANA-SOCA:****ESTADO SOCA 1**

COEFIC. ENTRADA	VALOR	COEFIC. ENTRADA	VALOR
POL(10)	11,47	TPH(10)	144,60
POL(11)	12,89	TPH(11)	144,60
POL(12)	14,00	TPH(12)	144,60
POL(13)	14,61	TPH(13)	144,60
POL(14)	14,89	TPH(14)	144,60
POL(15)	14,80	TPH(15)	144,60

## ESTADO SOCA 2

COEFIC. ENTRADA	VALOR	COEFIC. ENTRADA	VALOR
POL(10)	11,47	TPH(10)	128,05
POL(11)	12,89	TPH(11)	128,05
POL(12)	14,00	TPH(12)	128,05
POL(13)	14,61	TPH(13)	128,05
POL(14)	14,89	TPH(14)	128,05
POL(15)	14,80	TPH(15)	128,05

## ESTADO SOCA 3

COEFIC. ENTRADA	VALOR	COEFIC. ENTRADA	VALOR
POL(10)	11,47	TPH(10)	109,50
POL(11)	12,89	TPH(11)	109,50
POL(12)	14,00	TPH(12)	109,50
POL(13)	14,61	TPH(13)	109,50
POL(14)	14,89	TPH(14)	109,50
POL(15)	14,80	TPH(15)	109,50

## ESTADO SOCA 4

COEFIC. ENTRADA	VALOR	COEFIC. ENTRADA	VALOR
POL(10)	11,47	TPH(10)	89,00
POL(11)	12,89	TPH(11)	89,00
POL(12)	14,00	TPH(12)	89,00
POL(13)	14,61	TPH(13)	89,00
POL(14)	14,89	TPH(14)	89,00
POL(15)	14,80	TPH(15)	89,00

4.2 SISTEMA DE CUSTOS

Os sistemas de custos utilizados nas indústrias sucroalcooleiras normalmente apresentam dois tipos de custos: os diretos e os indiretos. Os custos diretos são ainda divididos em diretos não associados à produtividade e diretos associados à produtividade.

#### 4.2.1 CUSTOS DIRETOS

##### 4.2.1.1 CUSTOS DIRETOS NÃO ASSOCIADOS À PRODUTIVIDADE

Estes custos são diferenciados segundo o manejo, ou seja, cultivo convencional ou cultivo mínimo e utilização ou não de vinhaça nos tratos culturais da cana-soca. Portanto, estes custos são levantados para cada bloco, segundo o seu manejo.

Os cálculos para as variáveis de entrada para este sistema estão no Apêndice 1, onde os dados de custos diretos e insumos são divididos em operações segundo o tipo de manejo e a percentagem média da área que sofrerá tal operação, ou seja, se a operação de distribuição de vinhaça nas áreas que utilizam vinhaça é de 50% das áreas envolvidas, deve-se multiplicar o coeficiente por 0.5, ou se a operação de enleiramento ocorre somente em 60% das áreas envolvidas com esta operação deve-se multiplicar o coeficiente por 0.6, pois os coeficientes técnicos são calculados com base no tempo gasto para realizar a operação em 1 hectare, e em alguns casos as operações não envolvem toda a área considerada.

#### CULTIVO CONVENCIONAL

##### CUSTO DA FUNDAÇÃO (CF)

$$CF = CPSC + CPC$$

##### CUSTO DOS TRATOS CULTURAIS (CS)

$$\text{COM VINHAÇA: } CS = CSCV$$

$$\text{SEM VINHAÇA: } CS = CSC$$

### CULTIVO MÍNIMO

#### CUSTO DA FUNDAÇÃO (CF)

$$CF = CPSM + CPM$$

#### CUSTO DOS TRATOS CULTURAIS (CS)

$$\text{COM VINHAÇA: } CS = CSMV$$

$$\text{SEM VINHAÇA: } CS = CSM$$

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
CPSC	Custo de preparo de solo cult. conv.	Cz\$/ha	
CPSM	Custo de preparo de solo cult. mín.	Cz\$/ha	
CPC	Custo de plantio cult. conv.	Cz\$/ha	
CPM	Custo de plantio cult. mín.	Cz\$/ha	
CSCV	Custo de tratos culturais cana-soca cult. conv. com vinhaça	Cz\$/ha	
CSMV	Custo de tratos culturais cana-soca cult. mín. com vinhaça	Cz\$/ha	
CSC	Custo de tratos culturais cana-soca cult. conv. sem vinhaça	Cz\$/ha	
CSM	Custo de tratos culturais cana-soca cult. mín. sem vinhaça	Cz\$/ha	

VARIÁVEL SAÍDA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
CF	Custo da fundação - preparo de solo e plantio	Cz\$/ha	
CS	Custo de tratos culturais	Cz\$/ha	

#### 4.2.1.2 CUSTOS DIRETOS ASSOCIADOS A PRODUTIVIDADE

Nesta etapa calcula-se, para cada bloco, o coeficiente CCT mencionado no início deste capítulo. Para isso, considera-se três tipos de caminhões, pequeno, médio e grande, denominados respectivamente de 1, 2 e 3. Supõe-se que os diferentes tipos de caminhões serão destinados aos blocos segundo as distâncias destes à usina, por exemplo: caminhões pequenos para blocos distantes até

15 km da usina, caminhões médios para blocos de 15 a 25 km de distância, e caminhões grandes para blocos distantes mais de 25 km da usina. Porém, se já houver na empresa um planejamento de transporte que aloque cada tipo de caminhão em seu respectivo bloco segundo um outro critério, o modelo estará apto para adotá-lo.

## FÓRMULA

$$CCT(b) = VC + \frac{CH}{CR} + \frac{2 \times D \times CMK (K)}{CMC (K)} \quad [ 4 ]$$

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
VC	Custo do corte de uma ton. de cana	Cz\$/ton	
CH	Custo horário da carregadeira	Cz\$/hr	
CR	Capacidade horária da carregadeira	ton/hr	
D	Distância do bloco à usina	Km	
CMK(k)	Custo médio por quilômetro do caminhão tipo k	Cz\$/Km	
CMCK(k)	Capacidade média do caminhão tipo k	ton	

VARIÁVEL SAÍDA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
CCT(b)	Custo correspondente às operações de corte, carregamento e transporte do bloco b	Cz\$/ton	

4.2.2 CUSTOS INDIRETOS

Os custos indiretos são basicamente constituídos de custos fixos que devem ser rateados à lavoura. Como este tipo de custo geralmente só é calculado no final de um período contábil de um ano, seus valores devem ser alocados à lavoura a partir de



taxas pré-determinadas, as quais normalmente são definidas em função da área trabalhada (que é considerado o fator causal mais importante para esses custos indiretos).

#### FÓRMULAS

a) REALIZAÇÃO DE ARRENDAMENTO :

$$RTPHM_1 = \text{QUAFIX} \times \text{PCE} \times \left[ \frac{\text{TMA}}{(1 + \text{TMA})^{12} - 1} \right] \times \frac{1}{\text{TARR}}$$

b) UTILIZAÇÃO DE TERRA PRÓPRIA :

$$\text{TRMEN} = \left[ (1 + \text{TRAT})^{0,0833} - 1 \right]$$

$$RTPHM_2 = \text{VALHEC} \times \text{TRMEN}$$

c) ÁREA DE CANA PLANTADA :

$$\text{ACP} = \text{TARR} + \text{TPRO}$$

d) REMUNERAÇÃO DA TERRA / HECTARE / MÊS :

$$\text{RTPHM} = \text{RTPHM}_1 + \text{RTPHM}_2$$

e) DESPESAS ADMINISTRATIVAS / HECTARE / MÊS :

$$\text{DAPHM} = \text{FR} \times \frac{\text{DAT}}{\text{ACP}} \times \left[ \frac{\text{TMA}}{(1 + \text{TMA})^{12} - 1} \right]$$

f) DEPRECIAÇÃO DE BENFEITORIAS / HECTARE / MÊS :

$$\text{DBPHM} = \text{FR} \times \frac{\text{VBEN}}{\text{VIUT}} \times \frac{1}{\text{ACP}} \times \left[ \frac{\text{TMA}}{(1 + \text{TMA})^{12} - 1} \right]$$

g) JUROS DO CAPITAL FIXO / HECTARE / MÊS :

$$JCFPHM = \frac{VBEN \times JCF}{ACP} \times \left[ \frac{TMA}{(1 + TMA)^{12} - 1} \right]$$

h) SISTEMA DE APOIO A LAVOURA / HECTARE / MÊS :

$$SALPHM = \frac{SAL}{ACP} \times \left[ \frac{TMA}{(1 + TMA)^{12} - 1} \right]$$

i) CUSTOS INDIRETOS / HECTARE / MÊS :

$$CIPHM = RTPHM + DAPHM + DBPHM + JCFPHM + SALPHM \quad [ 5 ]$$

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
QUAFIX	Toneladas equivalentes de cana dadas como forma de pagamento pelas terras arrendadas	ton/ano	
PCE	Preço da tonelada de cana na esteira	Cz\$/ton	
TMA	Taxa mínima de atratividade	% / mês	
TARR	Total das terras arrendadas	ha	
TRAT	Taxa de remuneração anual para a terra	% / ano	
VALHEC	Valor de um hectare de terra para arrendamento na região	Cz\$/ha	
TPRO	Total das terras próprias	ha	
FR	Fator de rateamento		
DAT	Despesas administrativas totais	Cz\$/ano	
VBEN	Valor das benfeitorias	Cz\$	
VIUT	Vida útil das benfeitorias	anos	
JCF	Juros sobre o capital fixo	% / ano	
SAL	Custo do sistema de apoio à lavoura	Cz\$/ano	

VARIÁVEL SAÍDA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
RTPHM	Remuneração da terra / hectare / mês	Cz\$/ha/m	
TRMEN	Taxa de remuneração mensal da terra	% / mês	
ACP	Área com cana plantada	ha	
DAPHM	Despesas adm. / hectare / mês	Cz\$/ha/m	
DBPHM	Depreciação de benfeitorias / ha / m	Cz\$/ha/m	
JCPHM	Juros sobre o capital fixo / ha / m	Cz\$/ha/m	
SALPHM	Custo do sistema de apoio à lavoura / hectare / mês	Cz\$/ha/m	
CIPHM	Custos indiretos / hectare / mês	Cz\$/ha/m	

#### 4.2.3 ALOCAÇÃO DOS CUSTOS NAS DATAS DOS CORTES

Como os custos, com exceção dos referentes à colheita, ocorrem anteriormente às datas dos eventuais cortes, estes podem ser levados, a uma certa taxa, para as datas de corte, de forma a possibilitar os cálculos dos lucros e das rentabilidades correspondentes. Portanto, estes custos serão calculados em função do bloco, do estado e do estágio da lavoura, e para isso é necessário criar um vetor para que se possa localizar a origem dos custos:

$C_{bEij}$  = custo da decisão de se cortar o bloco b, no estado E, no mês j, tendo sido cortado ou plantado anteriormente no mês i do estado anterior.

onde:

b = código do bloco;

E = estado do bloco;

i = data do último corte ou plantio ( mês );

j = data do próximo corte ( mês ).

Porém, o intervalo de tempo de maturação diverge quanto ao estado da cana, ou seja, cana-planta e cana-soca. Com isso, deve-se calcular os custos separadamente para estes dois casos:

a) CÁLCULOS PARA A CANA-PLANTA :

$$C_{bEij} = A(b) \times \left\{ CF ( 1+TMA )^{tk} + CIPHM \times \left[ \frac{(1 + TMA)^{tk} - 1}{TMA} \right] \right. \\ \left. + TCP \times ( 1 + TMA )^{(tk-2)} + CCT(b) \times TPH_{bEt} \right\} \quad [ 6 ]$$

b) CÁLCULOS PARA CANA-SOCA :

$$C_{bEij} = A(b) \times \left\{ CS \times ( 1 + TMA )^t + CIPHM \times \left[ \frac{(1 + TMA)^t - 1}{TMA} \right] \right. \\ \left. + CCT(b) \times TPH_{bEt} \right\} \quad [ 7 ]$$

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
A(b)	Área do bloco b em hectares	ha	
CF	Custo da fundação para o bloco b	Cz\$	
CS	Custo dos tratamentos culturais cana-soca para o bloco b	Cz\$	
TCP	Custo dos tratamentos cultur. cana-planta (estes tratamentos ocorrem = 2 meses após o plantio)	Cz\$	
CIPHM	Custos indiretos / hectare / mês	Cz\$/ha/m	
TMA	Taxa mínima de atratividade	% / mês	
TPH <sub>bEt</sub>	Produtividade do bloco b no estado E com tempo de maturação t	ton	
CCT(b)	Valor do coeficiente CCT do bloco b	Cz\$/ton	
E	Estado do bloco (cana-planta, soca1, soca2, soca3, ...)		
tmin	Tempo mínimo de maturação cana-soca		

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
$t_{max}$	Tempo máximo de maturação cana-soca		
$t_{mink}$	Tempo mínimo de maturação para a cana-planta		
$t_{maxk}$	Tempo máximo de maturação para a cana-planta		
$i$	Data do último corte ou plantio		
$j$	Data do próximo corte		
$t$	Varia dentro do intervalo de $t_{min}$ e $t_{max}$ e respeita a equação $t = j - i$		
$tk$	Varia dentro do intervalo de $t_{mink}$ e $t_{maxk}$ e respeita a equação $tk = j - i$		

VARIÁVEL SAÍDA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
$C_{bEij}$	Custo advindo da decisão de colher o bloco $b$ , no estado $E$ , no mês $j$ , tendo sido colhido no mês $i$ do estado anterior	Cz\$	
$C_{b1ij}$	Custo advindo da decisão de colher o bloco $b$ , no estado 1 - cana-planta - no mês $j$ , tendo sido plantado no mês $i$ do estado anterior	Cz\$	

#### 4.3 SISTEMA DE BENEFÍCIOS

Este sistema visa calcular o benefício advindo da decisão de corte de um bloco. Dependerá portanto, do bloco considerado, do seu estado e do seu estágio. Assim como no cálculo dos custos, será necessário a utilização dos índices para localizar os benefícios na matriz de sequenciamento.

O critério adotado para o cálculo dos benefícios é o mesmo aplicado para o pagamento de fornecedores, baseado no ATO n<sup>o</sup> 19 / 85 do IAA para o estado de São Paulo, o qual também é adotado nos demais estados brasileiros. Para calcular esses benefícios,

utiliza-se a equação [2], que determina o valor pago pela tonelada de cana em função do seu teor de sacarose.

## FÓRMULA

$$V_{bEt} = \frac{POL_{bEt}}{12,257} \times 1,933 \times \left[ 1 - \frac{40}{Pza - 1} \right] \times Pb + T \quad [ 8 ]$$

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
$POL_{bEt}$	Teor de sacarose contido na cana no estado E, com tempo de maturação t, do bloco b		
$Pza$	Pureza média do caldo da cana		
$Pb$	Preço básico da tonelada de cana no campo (estipulado pelo IAA)	Cz\$/ton	
$T$	Valor estipulado pelo IAA para custos com transporte	Cz\$	

VARIÁVEL SAÍDA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
$V_{bEt}$	Valor de uma tonelada de cana do bloco b, segundo seu teor de sacarose e pureza no estado E e com tempo de maturação t	Cz\$/ton	

Sobre este valor incidem ainda, as taxas correspondentes a impostos e assistência social. Assim o valor de  $V_{bEt}$  da equação [8], fica:

## FÓRMULA

$$V_{bEt}^* = V_{bEt} \times \left[ (1 - 0,1775) - 0,035 \times Pb \right] \quad [ 9 ]$$

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
FUNRURAL	Fundo rural: incide sobre o preço da cana no campo	%	2,50
ASSISTSOC.	Assistência social: incide sobre o preço da cana no campo	%	1,00
I. C. M.	Imposto sobre a circulação de merc: incide sobre o preço da cana na esteira	%	17,00
PIS	Programa de integração social: incide sobre o preço da cana na esteira	%	0,75

VARIÁVEL SAÍDA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
$V_{bet}^*$	Valor de uma tonelada de cana, do bloc b, no estado E, com tempo de maturação t, descontadas as taxas	Cz\$/ton	

Obtém-se, assim, o valor da tonelada de cana descontadas as taxas, segundo a qualidade da mesma, como rege o atual sistema de pagamento pelo teor de sacarose e pureza. Resta agora calcular o benefício advindo do corte de um bloco:

## FÓRMULA

$$BEN_{betj} = V_{bet}^* \times TPH_{bet} \times A(b)$$

[ 10 ]

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
$V_{bet}^*$	Valor de uma tonelada de cana na decisão (b,E,t)	Cz\$/ton	
$TPH_{bet}$	Produtividade do bloco b na decisão (b,E,t)	ton/ha	
$A(b)$	Área do bloco b	ha	

VARIÁVEL SAÍDA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
BEN <sub>bEij</sub>	Benefício advindo da decisão de colher o bloco b, no estado E, no mês j, tendo sido cortado ou plantado no mês i do estado anterior	Cz\$	

#### 4.4 CÁLCULO DA RENTABILIDADE E DO VALOR PRESENTE

##### 4.4.1 CÁLCULO DA RENTABILIDADE

Dentre os conceitos utilizados para definir rentabilidade, aquele que melhor atende ao propósito deste trabalho é o da relação benefício/custo, em virtude de uma melhor aceitação pelos usuários potenciais. Para isto, basta realizar a divisão dos benefícios pelos custos de cada decisão considerada:

#### FÓRMULA

$$REN_{bEij} = \frac{BEN_{bEij}}{C_{bEij}} \quad [ 11 ]$$

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
BEN <sub>bEij</sub>	Benefício advindo da decisão (b,E,i,j)	Cz\$	
C <sub>bEij</sub>	Custo advindo da decisão (b,E,i,j)	Cz\$	



VARIÁVEL SAÍDA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
$REN_{bEij}$	Rentabilidade da decisão de se colher o bloco b, no estado E, no mês j, tendo sido colhido ou plantado anteriormente no mês i do estado anterior		

#### 4.4.2 CÁLCULO DO VALOR PRESENTE

Os cálculos de custos e benefícios anteriormente mencionados são feitos para cada bloco separadamente dentro de um horizonte previamente estabelecido pelo número de socas a considerar.

Entretanto, na situação normal estes blocos não se encontram, em uma dada época, todos no mesmo estado, pois eles podem ter sido plantados ou replantados em anos diferentes.

Portanto, para se proceder à análise do valor presente deve-se considerar todos os valores em uma mesma data-base. Para isto, estabelece-se uma data-base fictícia, a qual servirá de base para o cálculo do valor presente de cada alternativa de corte.

No entanto, deve-se tomar o cuidado de estabelecer uma data-base que seja, em relação a todas as datas de plantio de todos os blocos, uma data anterior. Em outras palavras, esta data deve ser anterior à data de plantio do bloco mais antigo considerado.

## FÓRMULA

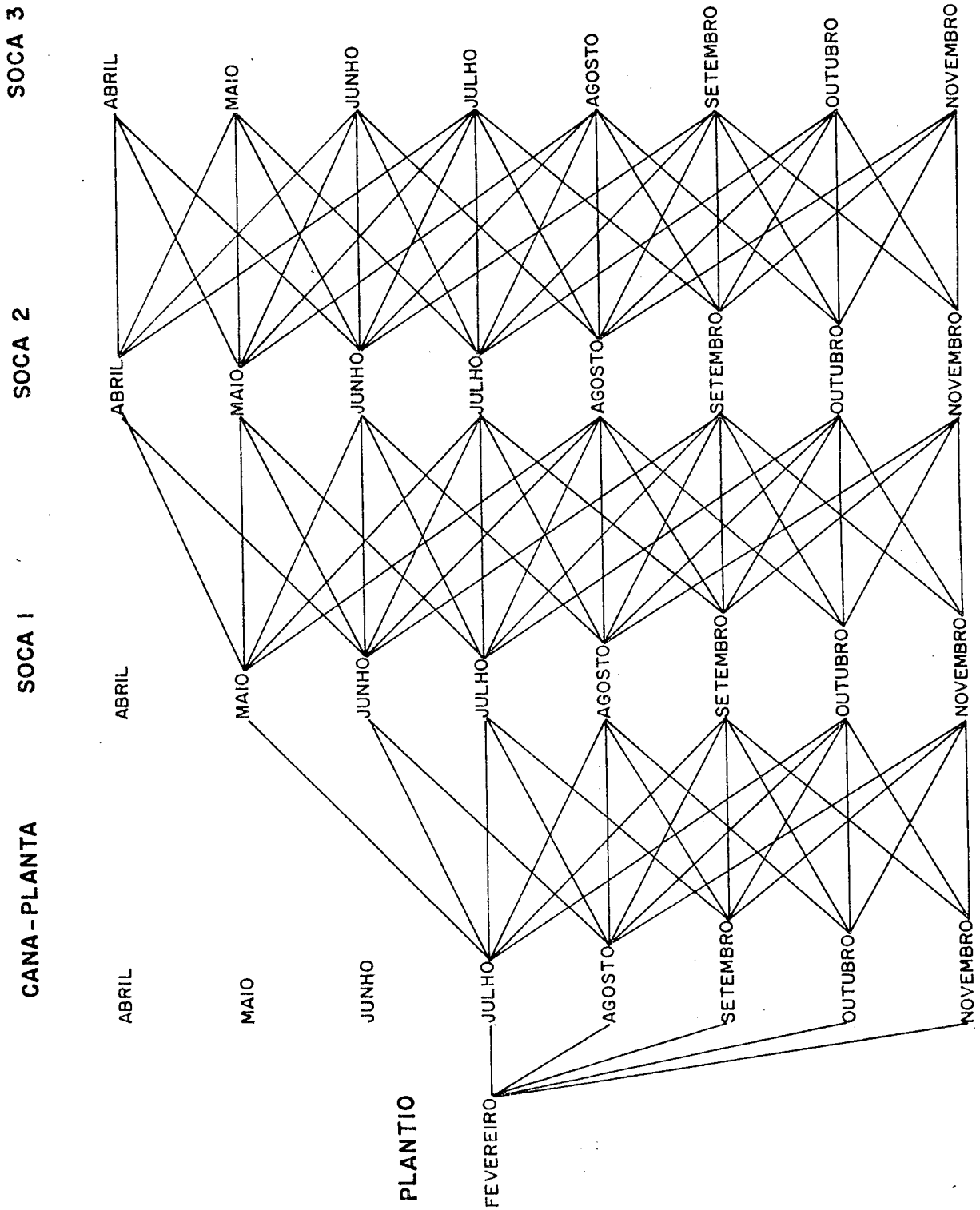
$$VP_{bEij} = \left[ BEN_{bEij} - C_{bEij} \right] \times (1 + TMA)^{-k} \quad [ 12 ]$$

VARIÁVEL ENTRADA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
BEN <sub>bEij</sub>	Benefício advindo da decisão (b,E,i,j)	Cz\$	
C <sub>bEij</sub>	Custo advindo da decisão (b,E,i,j)	Cz\$	
K	Somatório dos tempos de maturação da cana-planta e canas-soca mais o intervalo entre a data base e a data de plantio do bloco considerado	meses	
TMA	Taxa mínima de atratividade		

VARIÁVEL SAÍDA	DENOMINAÇÃO DA VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
VP <sub>bEij</sub>	Valor presente da decisão de se colher o bloco b, no mês j, tendo sido colhido ou plantado anteriormente no mês i do estado anterior	Cz\$	

4.5 UM EXEMPLO DE APLICAÇÃO

A título de exemplo, considera-se um bloco que tenha sido plantado em fevereiro de determinado ano. As alternativas de corte (colheita) para cada safra, para um horizonte de 3 socas, o tempo de maturação para cana-planta variando de 17 a 21 meses e o tempo de maturação para cana-soca variando de 10 a 15 meses são apresentadas pelo Grafo 1.



GRAFO 1 - Principais alternativas de corte para uma variedade plantada em fevereiro, com tempo de maturação para cana-planta variando de 17 a 21 meses e tempo de maturação para cana-soca variando de 10 a 15 meses.

As informações necessárias para que se efetue os cálculos estão abaixo relacionadas:

a) Referentes ao bloco:

Código do bloco: 1

Tipo de solo: Bom

Variedade: Na 56-79

Distância: 25 Km

Vinhaça: Sim

Tipo de Cultivo: Convencional

Tipo de Caminhão: Pequeno

Área: 30 ha

Plantio: Fevereiro

b) Custos:

Os coeficientes e valores de custos foram obtidos em uma grande usina do estado de São Paulo e se encontram respectivamente nos Apêndices 1 e 2.

c) Comportamento das variedades:

Os dados de riqueza em sacarose e produtividade foram obtidos, assim como os custos, da usina acima referida, e se encontram no Apêndice 3.

d) Preço da tonelada de cana:

O preço básico da tonelada de cana foi arbitrado em Cz\$ 1800,00.

As tabelas que se seguem demonstram o sequenciamento de custos, benefícios, rentabilidade e valor presente de cada decisão de corte do bloco 1. Para se realizar o sequenciamento, deve-se considerar, na tabela, os meses na vertical como as decisões anteriores de corte ou plantio, e os meses na horizontal como as novas alternativas de decisões no estado considerado (cana-planta, soca1, soca2, soca3,...). Para um melhor entendimento siga o exemplo de um sequenciamento onde as decisões tomadas foram anotadas em círculo.

Estas tabelas são constituídas de quatro linhas para cada decisão, a primeira refere-se aos custos dos tratos culturais ou do plantio - dependendo do estado, a segunda refere-se à rentabilidade da decisão de corte, a terceira aos benefícios, e a quarta refere-se aos valores presentes de cada decisão.

Estas tabelas fornecem informações valiosas para a tomada de decisões de quando replantar determinado bloco, pois ela indica as rentabilidades dos possíveis cortes na próxima safra, que comparados com a rentabilidade da cana-planta ou através de outro critério, estabelece uma base para se decidir entre replantar ou deixar crescer determinado bloco por mais uma safra.

Com estas tabelas, definindo-se determinado critério, poderá se estabelecer através de análises posteriores o número ótimo de cortes para cada bloco.

\*\*\* Bloco numero 1 Estado ==> Cana Planta \*\*\*

PLANTIO	CORTE								
	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	
Fevereiro C I				6436466.33	6625050.83	6819292.86	7019362.16	7225433.53	
REN				1.45	1.44	1.40	1.34	1.30	
REN				9304726.40	9549331.09	9543059.18	9436436.62	9417620.87	
VF				384314.92	380408.74	344004.46	296378.76	260974.15	

\*\*\*\* Bloco numero 1 Estado ==&gt; Socia 1 \*\*\*\*

PLANTIO		CORTE							
		ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO
Julho	C I		3279421.32	3374030.83	3471478.63	3571849.86	3675232.22	3781716.06	
	REN		1.98	2.15	2.25	2.28	2.26	2.18	
	BEN		6499642.95	7244825.75	7827327.79	8147441.52	8294378.98	8247149.08	
	VF		321057.07	374679.05	409350.06	417476.52	409175.23	384037.78	
Agosto	C I			3279421.32	3374030.83	3471478.63	3571849.86	3675232.22	3781716.06
	REN			1.98	2.15	2.25	2.28	2.26	2.18
	BEN			6499642.95	7244825.75	7827327.79	8147441.52	8294378.98	8247149.08
	VF			311705.89	363766.07	397427.24	405317.01	397257.50	372852.20
Setembro	C I				3279421.32	3374030.83	3471478.63	3571849.86	3675232.22
	REN				1.98	2.15	2.25	2.26	2.26
	BEN				6499642.95	7244825.75	7827327.79	8147441.52	8294378.98
	VF				392627.08	353170.94	385851.69	393511.66	385686.90
Outubro	C I					3279421.32	3374030.83	3471478.63	3571849.86
	REN					1.98	2.15	2.25	2.26
	BEN					6499642.95	7244825.75	7827327.79	8147441.52
	VF					293812.70	342884.41	374613.29	362056.18
Novembro	C I						3279421.32	3374030.83	3471478.63
	REN						1.98	2.15	2.25
	BEN						6499642.95	7244825.75	7827327.79
	VF						285255.05	332897.48	363760.22

\*\*\*\* Bloco numero 1 Estado. #=> Soca 2 \*\*\*\*

PLANTIO		CORTE							
		ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO
Maio	C	13359635.88	3457083.67	3557454.90	3660837.27	3767321.10			
	REN	1.91	2.01	2.03	2.01	1.94			
	BEN	6415628.89	6931461.43	7214936.98	7345056.90	7303232.64			
	VF	220109.79	242955.54	249310.31	242840.34	226276.52			
Junho	C	13265026.37	3359635.88	3457083.67	3557454.90	3660837.27	3767321.10		
	REN	1.76	1.91	2.01	2.03	2.01	1.94		
	BEN	5755735.00	6415628.89	6931461.43	7214936.98	7345056.90	7303232.64		
	VF	179394.83	213698.82	235879.17	241077.97	235767.32	219685.94		
julho	C		3265026.37	3359635.88	3457083.67	3557454.90	3660837.27	3767321.10	
	REN		1.76	1.91	2.01	2.03	2.01	1.94	
	BEN		5755735.00	6415628.89	6931461.43	7214936.98	7345056.90	7303232.64	
	VF		174169.74	207474.59	229008.90	234056.29	228900.32	213287.32	
Agosto	C			3265026.37	3359635.88	3457083.67	3557454.90	3660837.27	3767321.10
	REN			1.76	1.91	2.01	2.03	2.01	1.94
	BEN			5755735.00	6415628.89	6931461.43	7214936.98	7345056.90	7303232.64
	VF			169096.83	201431.64	222338.74	227239.11	222233.32	207075.07
Setembro	C				3265026.37	3359635.88	3457083.67	3557454.90	3660837.27
	REN				1.76	1.91	2.01	2.03	2.01
	BEN				5755735.00	6415628.89	6931461.43	7214936.98	7345056.90
	VF				164171.68	195564.70	215862.85	220620.50	215760.50
Outubro	C					3265026.37	3359635.88	3457083.67	3557454.90
	REN					1.76	1.91	2.01	2.01
	BEN					5755735.00	6415628.89	6931461.43	7214936.98
	VF					159389.98	189868.64	209575.59	214194.68
Novembro	C						3265026.37	3359635.88	3457083.67
	REN						1.76	1.91	2.01
	BEN						5755735.00	6415628.89	6931461.43
	VF						154747.56	184338.48	203471.44



\*\*\*\* Bloco numero 1 Estado ==&gt; Socia 3 \*\*\*\*

PLANTIO		C O R T E							
		ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO
Abril	C	13440949.15	3541320.38	3644702.74	3751186.58				
	REN	1.72	1.74	1.72	1.66				
	BEN	15927333.28	6169743.06	6281013.12	6245247.75				
	VP	125605.46	128913.47	125534.30	115301.71				
Maio	C	13343501.35	3440949.15	3541320.38	3644702.74	3751186.58			
	REN	1.64	1.72	1.74	1.72	1.66			
	BEN	15486226.97	5927333.28	6169743.06	6281013.12	6245247.75			
	VP	108244.76	121947.05	125158.71	121877.96	111943.40			
Junho	C	13248891.84	3343501.35	3440949.15	3541320.38	3644702.74	3751186.58		
	REN	1.51	1.64	1.72	1.74	1.72	1.66		
	BEN	14921928.79	5486226.97	5927333.28	6169743.06	6281013.12	6245247.75		
	VP	84517.34	105092.00	118395.20	121513.31	118328.11	108682.92		
Julho	C		3248891.84	3343501.35	3440949.15	3541320.38	3644702.74	3751186.58	
	REN		1.51	1.64	1.72	1.74	1.72	1.66	
	BEN		4921928.79	5486226.97	5927333.28	6169743.06	6281013.12	6245247.75	
	VP		82055.67	102031.06	114946.79	117974.08	114881.67	105517.38	
Agosto	C			3248891.84	3343501.35	3440949.15	3541320.38	3644702.74	3751186.58
	REN			1.51	1.64	1.72	1.74	1.72	1.66
	BEN			4921928.79	5486226.97	5927333.28	6169743.06	6281013.12	6245247.75
	VP			79685.70	99059.29	111598.83	114537.95	111535.66	102444.67
Setembro	C				3248891.84	3343501.35	3440949.15	3541320.38	3644702.74
	REN				1.51	1.64	1.72	1.74	1.72
	BEN				4921928.79	5486226.97	5927333.28	6169743.06	6281013.12
	VP				77345.34	96174.06	108348.38	111201.89	108286.99
Outubro	C					3248891.84	3343501.35	3440949.15	3541320.38
	REN					1.51	1.64	1.72	1.74
	BEN					4921928.79	5486226.97	5927333.28	6169743.06
	VP					75092.56	93372.88	105192.60	107963.00
Novembro	C						3248891.84	3343501.35	3440949.15
	REN						1.51	1.64	1.72
	BEN						4921928.79	5486226.97	5927333.28
	VP						72905.40	90653.28	102128.74

## CAPÍTULO 5

### SUBSISTEMA DE GERAÇÃO DO PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO

Este sistema gera o modelo de programação linear inteira que será utilizado para se alcançar o objetivo de maximização do valor presente do empresário. Definem-se, nesta etapa, a função objetivo e as restrições a que ela estará sujeita.

Como o sistema de geração do problema de otimização deve considerar todos os blocos da lavoura e as restrições do problema estão baseadas em uma estação de corte, e como também os blocos são plantados em anos diferentes, deve-se criar mais um índice para localizar os retornos e coeficientes sujeitos às restrições em um mesmo ano de planejamento. Cria-se, desta forma, o índice "A" que indicará o ano em que o bloco estará em determinado estado.

Como poder-se-á observar mais adiante, este índice substituirá o índice "E" anterior, pois agora interessa o comportamento do bloco em determinado ano de safra.

#### 5.1 CRIAÇÃO DO ÍNDICE "A"

O cálculo para a determinação do índice "A", para cada bloco, está em função do estado do bloco na safra 1.

ANOzero = ano da atual safra 1

"A" = ano das próximas safras

Algoritmo:

```

Para código do bloco := 1; número de blocos
estado := estado atual do bloco na estação 1
ANOzero := (código do bloco, estado)
  Para A := ANOzero + 1 ; ANOfinal de planejamento.
    estado = estado + 1
    Se (estado) > N0 de socas a considerar, faça
      estado = 0
      A := A + 1
      A := (código do bloco, estado)
      senão faça
        A = (código do bloco, estado)
      Fim
    Fim
  Fim
Fim

```

Portanto, a notação dos índices ficará agora da seguinte forma:

$VP_{baij}$  = valor presente da decisão de cortar o bloco b no ano A, no mês j dado que tenha sido cortado ou plantado anteriormente no mês i da safra anterior.

## 5.2 CRIAÇÃO DOS CONJUNTOS DE BLOCOS PARA AS RESTRIÇÕES

Como as restrições ocorrem para satisfazer à capacidade de transporte, à capacidade de moagem e à capacidade das frentes de cortes, deve-se para cada caso considerar apenas o conjunto de blocos que estarão sujeitos a cada uma destas restrições, segundo as suas características quanto ao tipo de caminhão e frente de corte correspondente. Cria-se, então, os conjuntos de blocos que devem ter sua cana transportada por determinado tipo de caminhão e os conjuntos de blocos que devem ser cortados por determinada frente de corte.

### 5.2.1 CONJUNTO DOS BLOCOS DE DETERMINADO TIPO DE CAMINHÃO K

Cria-se o conjunto de blocos que terão suas canas transportadas pelo tipo de caminhão K:

Algoritmo:

$B_1 = 0 ; B_2 = 0 ; B_3 = 0$

```

Para b := bloco1 ; último bloco
┌ Se tipo de caminhão do bloco = 1, faça:
│    $B_1 = (B_1 + b)$ ;  $B_1$  é um vetor contendo os blocos com tipo de
│   caminhão 1
│ - senão, faça
│   Se tipo de caminhão do bloco = 2, faça:
│      $B_2 = (B_2 + b)$ ;  $B_2$  é um vetor contendo os blocos com tipo de
│     caminhão 2
│ - senão, faça:
│    $B_3 = (B_3 + b)$ ;  $B_3$  é um vetor contendo os blocos com tipo de
│   caminhão 3
└ Fim
Fim

```

### 5.2.2 CONJUNTO DE BLOCOS DE DETERMINADA FRENTE DE CORTE Z

Cria-se o conjunto de blocos que terão suas canas cortadas pela frente de corte Z

Algoritmo:

```

┌ Para i := 1, NZ; onde NZ é a quantidade de frentes de corte
│    $Z_i = 0$ 
│ - Fim
└ Para b := 1; último bloco
  ┌ Se frente de corte do bloco é do tipo i, faça:
  │    $Z_i = (Z_i + b)$ ; onde  $Z_i$  é um vetor contendo os blocos que devem ser
  │   cortados pela frente de corte i
  └ Fim
Fim

```

### 5.2.3 CONJUNTO DE BLOCOS SUJEITOS AS RESTRIÇÕES DE MOENDA

Este conjunto é o próprio conjunto de blocos do usuário, pois as restrições de moenda valem para todos os blocos simultaneamente.

### 5.3 FUNÇÃO OBJETIVO

Esta é a função que deve ser maximizada, e contém as variáveis de decisão e os coeficientes calculados na seção anterior.

$$\begin{aligned} \text{MAX } Z = & \sum_{\text{anozero}}^{\text{anofinal}} \sum_{j=4}^{11} \sum_{b=1}^{Nb} VP_{bafj} \times X_{bafj} \\ & + \sum_{\text{anozero}}^{\text{anofinal}} \sum_{j=4}^{11} \sum_{b=1}^{Nb} \sum_{i=4}^{11} VP_{baij} \times X_{baij} \end{aligned} \quad [ 13 ]$$

onde:

- A = Variável referente ao ano;
- Nb = Número de blocos;
- anofinal = Último ano a considerar no planejamento;
- anozero = Ano da estação 1;
- f = Mês do plantio do bloco (fundação);
- i = Mês do último corte;
- j = Mês do eventual corte da safra considerada.

### 5.4 RESTRIÇÕES DO PROBLEMA

Existem basicamente três tipos de restrições a que estão



$$t = j - i.$$

## b) RESTRIÇÕES DE TRANSPORTE

Serão estabelecidas restrições que considerem a capacidade de transporte da usina, para os três tipos de caminhões utilizados. Como já foi visto, cada bloco tem seu tipo de caminhão previamente selecionado, restando ainda definir que a quantidade necessárias de cada tipo de caminhão, não seja maior que a disponível. Estas restrições também deverão ser consideradas para cada ano (safra), e em cada ano para cada mês da estação de corte e para cada tipo de caminhão:

Algoritmo:

```

Para A := ANOzero; ANOfinal de planejamento
  Para j := 4 ; 11
    Para k := 1 a 3
      
$$\sum_{B[K]=1}^{NB[K]} NCAM_{bafj} X_{bafj} + \sum_{B[K]=1}^{NB[K]} \sum_{i=4}^{11} NCAM_{baij} X_{baij} \leq Frota(k)_j$$

      [ 16 ]
    Fim Para
  Fim Para
Fim Para

```

onde:

$Frota(k)_j$  = Quantidade de caminhões disponíveis do tipo k, considerando a eficiência da frota no mês j;

$B[k]$  = vetor de blocos que têm o tipo de caminhão k para transporte de suas canas;

$NB[k]$  = Quantidade de blocos do conjunto de blocos  $B[k]$ ;

$NCAM_{baij}$  = Número de caminhões necessário para transportar a cana colhida no mês j do ano A, e que foi colhida ou

plantada anteriormente no mês i.

$$NCAM_{baij} = \frac{QUACA_{baij}}{(N^{\circ} \text{ viag} / \text{ dia}) \times \text{Mésj} \times CMC(k)} \quad [ 17 ]$$

onde:

$N^{\circ} \text{ viag} / \text{ dia}$  = Número de viagens prováveis que se pode fazer com determinado tipo de caminhão do bloco à usina;

$\text{Mésj}$  = Número de dias disponíveis para o transporte da cana no mês j;

$CMC(k)$  = Capacidade média do caminhão tipo k em toneladas por viagem.

#### c) RESTRIÇÕES DE FRENTES DE CORTE

Estas são as restrições que se referem à capacidade de corte das frentes de cortes. Utiliza-se novamente a variável QUACA de cada bloco dos conjuntos de blocos referentes a cada frente de corte. Logicamente, a soma das quantidades de canas cortadas por cada frente de corte não deve exceder a capacidade da respectiva frente de corte.

Estas restrições, novamente, deverão ser consideradas para cada ano (safra), e em cada ano para cada mês da estação de corte e para cada frente de corte.



Algoritmo:

```

Para A := ANOzero ; ANOfinal de planejamento
  Para j := 4 ; 11
    Para Z := 1 a NZ
      
$$\sum_{B(z)}^{NB(z)} \text{QUACA}_{bafj} X_{bafj} + \sum_{B(z)=1}^{NB(z)} \sum_{i=4}^{11} \text{QUACA}_{baij} X_{baij} \leq \text{FC}(z)_j$$

      [ 18 ]
    Fim Para
  Fim Para
Fim Para

```

onde:

$B(z)$  = vetor de blocos que podem ser cortados pela frente de corte  $z$ ;

$NB(z)$  = quantidade de blocos do conjunto de blocos  $B(z)$ ;

$\text{FC}(z)_j$  = capacidade da frente de corte  $z$  no mês  $j$ ;

$NZ$  = Número de frentes de corte.

#### d) RESTRICÇÕES DE EXCLUDÊNCIA

Estas restrições se referem às condições de excludência das alternativas de corte para um bloco em uma mesma safra, dado que um determinado bloco deverá ser cortado uma única vez numa mesma safra.

Algoritmo:

```

Para bloco := 1 ; NB
  Para anox := ANOzero ; ANOfinal de planejamento
    
$$\sum_{j=4}^{11} \sum_{i=4}^{11} X_{baij} = 1$$

    [ 19 ]
  Fim Para
Fim Para

```

e) RESTRIÇÕES DE SEQUENCIAMENTO OU DE TRANSIÇÃO

Estas restrições se referem ao sequenciamento do problema: as passagens de um estado para outro (cana-planta → soca1; soca1 → soca2 ...). Observa-se que só se pode cortar um bloco se ele tiver sido cortado ou plantado anteriormente.

Algoritmo:

```

Para bloco = 1; NB
  Para A := ANOzero; ANOfinal de planejamento - 1
     $X_{bAij} - X_{bA_1jk} \geq 0$  [ 20 ]
  Fim Para
Fim Para

```

onde:

k = Novas alternativas de cortes para o ano  $A_1$ ;

$A_1 = A + 1$ ;

i, j e k variam segundo os intervalos de maturação, respeitando-os de forma a considerar apenas as alternativas viáveis.

## CAPÍTULO 6

### SUBSISTEMA DE SOLUÇÃO DO MODELO E APLICAÇÃO

A solução do modelo foi conseguida através da utilização de heurísticas desenvolvidas para soluções de problemas de grande porte em programação linear.

Existem várias heurísticas para solução de problemas de grande porte, e segundo Alvarez (1) as mais conhecidas são:

- A-) Heurística de Incremento Absoluto;
- B-) Heurística de Incremento Relativo;
- C-) Heurística Senju-Toyoda;
- D-) Heurística de Kochenberger.

Ainda segundo Alvarez, através de análise e seleção das heurísticas citadas, notou-se em experimento realizado por ele que as de incremento absoluto e incremento relativo apresentam o maior erro, sendo que a mais precisa destas duas é a heurística de incremento relativo, enquanto as específicas apresentam uma performance superior, sobressaindo-se, entre estas, a de Kochenberger (9).

Optou-se, então, pela utilização da heurística de Kochenberger para a solução do modelo em questão, devido à sua performance, embora acredite-se, que a heurística de Senju - Toyoda seja também aplicável ao modelo, com a provável vantagem de ser mais econômica em tempo de CPU necessário para se encontrar a

solução.

A aplicação do modelo à uma situação fictícia foi experimentada, observando-se os resultados de rentabilidade obtidos e comparando-os com os realizados por uma usina do estado de São Paulo.

Utilizando-se de dados da mesma usina, aplicou-se o modelo para 45 blocos em um PCxt II com um disco rígido de 10 megabytes. Os dados utilizados de custos, coeficientes e informações do "usuário" estão nos Apêndices 1 e 2, os dados de riqueza em sacarose dos 4 grupos variedade-tipo de solo estão no Apêndice 3, e as características dos 45 blocos se encontram no Apêndice 4. Os intervalos de tempos de maturação utilizados foram respectivamente de 17 a 21 meses e de 10 a 15 meses para cana-planta e a cana-soca.

Devido a uma defasagem de preço ocorrida na época, este foi majorado, pois com o preço real o VPL era negativo. O modelo considerou um horizonte de planejamento de 5 anos, onde o número de socas foi previamente estipulado em 3, totalizando 4 cortes para cada bloco.

Construiu-se a tabela (2) onde se informa o número de restrições, o número de variáveis, o tempo de CPU para o cálculo da tabela de custos, benefícios, rentabilidade e valor presente, o tempo de CPU para o cálculo da função objetivo, o tempo de CPU para a resolução por Kochenberger e o tempo de CPU total para se resolver o problema segundo o número de blocos considerado.

NÚMERO DE BLOCOS	NÚMERO DE VARIÁVEIS	NUMERO DE RESTRIÇÕES TÉCNICAS	Nº RESTRIÇÃO SEQUENCIAMENTO EXCLUDÊNCIA	TEMPO TABELA DE RENTABILIDADE	TEMPO FUNÇÃO OBJETIVO	TEMPO KOCHENBERGER	TEMPO TOTAL
10	1030	280	1080	98	485	77	660
15	1545	280	1620	142	760	154	1056
20	2060	280	2160	190	1005	245	1440
25	2575	280	2700	240	1260	360	1860
30	3090	280	3240	285	1480	580	2345
35	3605	280	3780	330	1700	830	2860
40	4120	280	4320	380	1970	1085	3435
45	4635	280	4820	425	2050	1330	3805

TABELA 2 - Tempo de CPU em segundos gastos para resolver o modelo segundo o número de blocos.

Vale lembrar que considerou-se apenas canas de ano e meio, pois é a prática mais difundida no Brasil e no estado de São Paulo, onde se obteve os dados para o modelo. Além disso, supôs-se que todos os blocos foram plantados em fevereiro.

O resultado do problema, para um horizonte de 5 anos, é mostrado a seguir, através das saídas do programa, em um relatório anual que informa os blocos que deverão ser cortados em cada mês da estação de corte considerada, a quantidade em toneladas de cana prováveis para cada bloco, o POL% cana de cada bloco, o estado em que ele se encontra (cana-planta, soca1, soca2 ou soca3), a frente de corte que deverá cortá-lo e o tipo de caminhão utilizado para transportar a cana deste bloco.

Os blocos que ultrapassaram o estado 4, ou seja, a 3<sup>o</sup> soca, são agrupados como blocos que deverão ser replantados naquele ano. O relatório anual ainda informa a quantidade de cana cortada em cada mês da estação de corte, o número de caminhões de cada tipo necessários para transportar a cana em cada mês da estação de corte e a quantidade de cana cortada por cada frente de corte considerada, em cada mês da estação de corte.

O modelo ainda pode oferecer o sequenciamento de corte de cada bloco durante o horizonte de planejamento, ou seja, um planejamento de corte separado por bloco, como será mostrado resumidamente na Figura 2.

BLOCOS	ANOS DE SAFRAS				
	88	89	90	91	92
1	julho	agosto	replant.	agosto	agosto
2	novembro	novembro	novembro	replant.	setembro
3	maio	replant.	agosto	junho	abril
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
45	julho	outubro	outubro	novembro	replant.

FIGURA 2 - Sequenciamento de corte dos blocos.

Nota-se, na figura 2, que o bloco 3 segundo o seu planejamento, ficará aproximadamente 1 ano em descanso até ser novamente replantado, se esta decisão não satisfizer a política da empresa pode se tentar cortá-lo em uma outra data, de forma a replantá-lo já no ano de 1988 ou, se possível, cortá-lo em maio e já replantar.

O cronograma de corte para cada safra se encontra nos relatórios "BLOCOS AS SEREM CORTADOS NO ANO 19", este planejamento também pode sofrer mudanças quando da comparação do teor de sacarose previsto - POL - com o real, durante a coleta das amostras nos meses da estação de corte.

Há ainda modificações devido a outros fatores tais como, fogo acidental em blocos não planejados para o corte, chuvas abundantes em determinada época dificultando o transporte e corte dos blocos, etc. Em suma, conclui-se que o sistema deve ser constantemente realimentado com estas modificações para que um novo sequenciamento e novos cronogramas sejam elaborados.

**Blocos a serem cortados no ano 88**

ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
: Bloco 33	: Bloco 42	: Bloco 25	: Bloco 16	: Bloco 7	: Bloco 44	: Bloco 38	
: Estado 4	: Estado 3	: Estado 3	: Estado 2	: Estado 2	: Estado 2	: Estado 2	
: Pol 14.70	: Pol 14.61	: Pol 14.70	: Pol 15.27	: Pol 15.27	: Pol 14.62	: Pol 14.61	
: Frente corte 1	: Frente corte 3	: Frente corte 2	: Frente corte 3	: Frente corte 2	: Frente corte 2	: Frente corte 2	
: T. Cana 2097.50	: T. Cana 5122.00	: T. Cana 3526.80	: T. Cana 5825.00	: T. Cana 3145.50	: T. Cana 6062.80	: T. Cana 4338.00	
: M. Can 1 0.50	: M. Can 3 0.54	: M. Can 2 0.44	: M. Can 3 0.48	: M. Can 2 0.43	: M. Can 2 0.94	: M. Can 2 0.60	
: Bloco 3	: Bloco 17	: Bloco 41	: Bloco 27	: Bloco 4	: Bloco 8	: Bloco 32	
: Estado 4	: Estado 4	: Estado 2	: Estado 2	: Estado 3	: Estado 2	: Estado 2	
: Pol 14.10	: Pol 12.38	: Pol 14.10	: Pol 14.54	: Pol 14.54	: Pol 14.16	: Pol 14.16	
: Frente corte 2	: Frente corte 2	: Frente corte 2	: Frente corte 2	: Frente corte 2	: Frente corte 1	: Frente corte 2	
: T. Cana 3356.00	: T. Cana 4247.10	: T. Cana 4160.00	: T. Cana 2912.50	: T. Cana 4640.00	: T. Cana 3789.25	: T. Cana 4243.96	
: M. Can 2 0.52	: M. Can 2 0.52	: M. Can 2 0.57	: M. Can 2 0.40	: M. Can 2 0.57	: M. Can 1 0.90	: M. Can 2 0.65	
: Bloco 24	: Bloco 1	: Bloco 43	: Bloco 20	: Bloco 19	: Bloco 30		
: Estado 4	: Estado 3	: Estado 3	: Estado 3	: Estado 3	: Estado 4		
: Pol 13.36	: Pol 14.00	: Pol 15.27	: Pol 15.27	: Pol 14.00	: Pol 14.00		
: Frente corte 1	: Frente corte 1	: Frente corte 1	: Frente corte 1	: Frente corte 2	: Frente corte 2		
: T. Cana 2722.50	: T. Cana 3841.50	: T. Cana 2900.00	: T. Cana 2900.00	: T. Cana 4353.70	: T. Cana 4927.50		
: M. Can 1 0.50	: M. Can 1 1.02	: M. Can 1 0.58	: M. Can 1 0.63	: M. Can 2 0.67	: M. Can 3 0.61		
: Bloco 45	: Bloco 22	: Bloco 37	: Bloco 5	: Bloco 2			
: Estado 1	: Estado 2	: Estado 4	: Estado 4	: Estado 4			
: Pol 13.92	: Pol 14.70	: Pol 14.70	: Pol 12.89	: Pol 14.16			
: Frente corte 3	: Frente corte 2	: Frente corte 3	: Frente corte 3	: Frente corte 1			
: T. Cana 8295.36	: T. Cana 3120.00	: T. Cana 4195.00	: T. Cana 5037.00	: T. Cana 2728.26			
: M. Can 3 1.23	: M. Can 2 0.43	: M. Can 3 0.44	: M. Can 3 0.53	: M. Can 1 0.54			
: Bloco 14	: Bloco 11	: Bloco 23	: Bloco 36	: Bloco 12			
: Estado 1	: Estado 4	: Estado 3	: Estado 3	: Estado 3			
: Pol 14.50	: Pol 12.89	: Pol 14.54	: Pol 14.16	: Pol 15.27			
: Frente corte 3	: Frente corte 2	: Frente corte 1	: Frente corte 1	: Frente corte 1			
: T. Cana 4281.20	: T. Cana 5365.50	: T. Cana 3480.00	: T. Cana 3056.25	: T. Cana 2900.00			
: M. Can 3 0.32	: M. Can 2 0.95	: M. Can 1 0.83	: M. Can 1 0.61	: M. Can 1 0.77			
: Bloco 31	: Bloco 9	: Bloco 39	: Bloco 28				
: Estado 1	: Estado 4	: Estado 1	: Estado 4				
: Pol 15.22	: Pol 14.10	: Pol 16.56	: Pol 13.36				
: Frente corte 1	: Frente corte 1	: Frente corte 2	: Frente corte 2				
: T. Cana 3437.84	: T. Cana 2517.00	: T. Cana 4297.30	: T. Cana 3056.25				
: M. Can 1 1.02	: M. Can 1 0.54	: M. Can 2 0.44	: M. Can 2 0.38				
: Bloco 21	: Bloco 29						
: Estado 1	: Estado 4						
: Pol 14.95	: Pol 14.70						
: Frente corte 3	: Frente corte 3						
: T. Cana 7976.00	: T. Cana 3775.50						
: M. Can 3 0.98	: M. Can 3 0.47						

**Quantidade de Cana - mes ano 88**

0.00	5453.50	12091.60	24104.66	23560.84	28653.50	26596.30	25969.47
------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------



**Blocos a serem replantados no ano 88**

Bloco 6	Bloco 10	Bloco 13	Bloco 15	Bloco 18
Bloco 26	Bloco 34	Bloco 35	Bloco 40	

**Numero de caminhoes utilizados no ano 88**

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Caminhao 1	0.00	0.50	0.50	1.02	1.60	2.00	1.51	1.31
Caminhao 2	0.00	0.52	0.52	1.01	1.77	1.00	2.05	1.63
Caminhao 3	0.00	0.00	0.54	1.55	0.48	1.43	0.53	1.07

**Tonelada de cana por Frente no ano 88**

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Frente 1	0.00	2097.50	2722.50	3841.50	6337.84	8897.00	6845.50	5626.26
Frente 2	0.00	3356.00	4247.10	7686.60	11398.00	7785.50	14713.80	11638.21
Frente 3	0.00	0.00	5122.00	12576.50	5825.00	12171.00	5037.00	8703.00





**Blocos a serem replantados no ano 89**

Bloco 30	Bloco 37	Bloco 17	Bloco 5	Bloco 33
Bloco 24	Bloco 3	Bloco 11	Bloco 29	Bloco 9

**Numero de caminhoes utilizados no ano 89**

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Caminhao 1	0.00	0.00	0.97	0.82	1.73	1.84	1.35	2.02
Caminhao 2	0.00	0.00	0.55	0.36	2.07	0.40	1.66	2.48
Caminhao 3	0.00	0.00	0.31	1.47	0.91	1.41	1.03	0.00

**Tonelada de cana por Frente no ano 89**

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Frente 1	0.00	0.00	3262.00	5184.60	7605.50	9585.50	5931.25	8525.50
Frente 2	0.00	0.00	4030.40	2936.50	13146.50	2900.00	12212.50	18197.00
Frente 3	0.00	0.00	4160.00	13685.10	8641.00	13378.50	6940.80	0.00

**Blocos a serem cortados no ano 90**

ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Bloco 14	Bloco 41	Bloco 5	Bloco 30	Bloco 15	Bloco 17	Bloco 16	
Estado 3	Estado 4	Estado 1	Estado 1	Estado 2	Estado 1	Estado 4	
Pol 14.10	Pol 14.70	Pol 13.92	Pol 14.31	Pol 14.61	Pol 15.05	Pol 15.29	
Frente corte 3	Frente corte 2	Frente corte 3	Frente corte 3	Frente corte 3	Frente corte 2	Frente corte 3	
T. Cana 4030.40	T. Cana 3356.00	T. Cana 7949.72	T. Cana 7776.90	T. Cana 7239.00	T. Cana 6221.28	T. Cana 5750.00	
M. Cam 3 0.30	M. Cam 2 0.46	M. Cam 3 0.84	M. Cam 3 0.96	M. Cam 3 0.77	M. Cam 2 0.77	M. Cam 3 0.47	
	Bloco 6	Bloco 22	Bloco 11	Bloco 24	Bloco 45	Bloco 27	
	Estado 2	Estado 4	Estado 1	Estado 1	Estado 3	Estado 4	
	Pol 12.89	Pol 14.10	Pol 14.31	Pol 14.95	Pol 14.00	Pol 15.29	
	Frente corte 3	Frente corte 2	Frente corte 2	Frente corte 1	Frente corte 3	Frente corte 2	
	T. Cana 7953.00	T. Cana 2517.00	T. Cana 8468.18	T. Cana 3988.00	T. Cana 6146.40	T. Cana 2875.00	
	M. Cam 3 0.84	M. Cam 2 0.35	M. Cam 2 1.49	M. Cam 1 0.73	M. Cam 3 0.91	M. Cam 2 0.39	
	Bloco 31	Bloco 26	Bloco 10	Bloco 34	Bloco 44	Bloco 7	
	Estado 3	Estado 2	Estado 2	Estado 2	Estado 4	Estado 4	
	Pol 14.54	Pol 14.00	Pol 14.00	Pol 14.61	Pol 12.38	Pol 14.54	
	Frente corte 1	Frente corte 1	Frente corte 1	Frente corte 2	Frente corte 2	Frente corte 2	
	T. Cana 3248.00	T. Cana 4336.00	T. Cana 3615.00	T. Cana 5784.00	T. Cana 4356.00	T. Cana 3105.00	
	M. Cam 1 0.97	M. Cam 1 0.69	M. Cam 1 0.72	M. Cam 2 1.02	M. Cam 2 0.67	M. Cam 2 0.43	
		Bloco 18	Bloco 3	Bloco 39	Bloco 8	Bloco 38	
		Estado 2	Estado 1	Estado 3	Estado 4	Estado 4	
		Pol 14.10	Pol 14.86	Pol 10.78	Pol 12.38	Pol 14.00	
		Frente corte 2	Frente corte 2	Frente corte 2	Frente corte 1	Frente corte 2	
		T. Cana 3120.00	T. Cana 4281.20	T. Cana 4060.00	T. Cana 2722.50	T. Cana 3285.00	
		M. Cam 2 0.43	M. Cam 2 0.66	M. Cam 2 0.42	M. Cam 1 0.65	M. Cam 2 0.45	
		Bloco 37	Bloco 29		Bloco 40	Bloco 21	
		Estado 1	Estado 1		Estado 2	Estado 3	
		Pol 14.50	Pol 14.86		Pol 13.36	Pol 14.16	
		Frente corte 3	Frente corte 3		Frente corte 1	Frente corte 3	
		T. Cana 5351.50	T. Cana 4816.35		T. Cana 3789.25	T. Cana 6112.50	
		M. Cam 3 0.57	M. Cam 3 0.59		M. Cam 1 0.69	M. Cam 3 0.75	
					Bloco 9	Bloco 2	
					Estado 1	Estado 4	
					Pol 15.10	Pol 12.38	
					Frente corte 1	Frente corte 1	
					T. Cana 3210.90	T. Cana 1960.20	
					M. Cam 1 0.69	M. Cam 1 0.39	
					Bloco 33	Bloco 32	
					Estado 1	Estado 4	
					Pol 15.10	Pol 12.38	
					Frente corte 1	Frente corte 2	
					T. Cana 2675.75	T. Cana 3049.20	
					M. Cam 1 0.64	M. Cam 2 0.47	
<b>Quantidade de Cana-mes ano 90</b>							
0.00	4030.40	14557.00	23276.22	28957.63	21062.00	29122.08	26136.90

---



---

**Blocos a serem replantados no ano 90**

---

Bloco 4	Bloco 42	Bloco 43	Bloco 20	Bloco 23
Bloco 25	Bloco 1	Bloco 19	Bloco 12	Bloco 36
Bloco 28				

---



---

**Numero de caminheiros utilizados no ano 90**

---

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Caminhao 1	0.00	0.00	0.97	0.69	0.72	0.73	2.67	0.39
Caminhao 2	0.00	0.00	0.46	0.77	2.15	1.44	1.44	1.74
Caminhao 3	0.00	0.30	0.84	1.41	1.55	0.77	0.91	1.23

---



---

**Tonelada de cana por Frente no ano 90**

---

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Frente 1	0.00	0.00	3248.00	4336.00	3615.00	3988.00	12398.40	1960.20
Frente 2	0.00	0.00	3358.00	5637.00	12749.38	9844.00	10577.28	12314.20
Frente 3	0.00	4036.40	7953.00	13301.22	12593.25	7230.00	6146.40	11862.50

---

**Blocos a serem cortados no ano 91**

ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Bloco 14	Bloco 31	Bloco 6	Bloco 5	Bloco 42	Bloco 30	Bloco 15	Bloco 17
Estado 4	Estado 4	Estado 3	Estado 2	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 2
Pol 14.10	Pol 13.22	Pol 14.00	Pol 14.00	Pol 14.31	Pol 14.61	Pol 14.61	Pol 13.36
Frente corte 3	Frente corte 1	Frente corte 3	Frente corte 3	Frente corte 3	Frente corte 3	Frente corte 3	Frente corte 2
T. Cana 3356.00	T. Cana 3220.00	T. Cana 7042.75	T. Cana 6651.60	T. Cana 6912.80	T. Cana 6507.00	T. Cana 6402.50	T. Cana 5911.23
M. Cam 3 0.25	M. Cam 1 0.96	M. Cam 3 0.75	M. Cam 3 0.70	M. Cam 3 0.73	M. Cam 3 0.60	M. Cam 3 0.68	M. Cam 2 0.73
Bloco 37	Bloco 26	Bloco 19	Bloco 1	Bloco 11	Bloco 4	Bloco 24	
Estado 2	Estado 3	Estado 1	Estado 1	Estado 2	Estado 1	Estado 2	
Pol 12.67	Pol 12.89	Pol 13.92	Pol 14.31	Pol 14.61	Pol 16.56	Pol 14.16	
Frente corte 3	Frente corte 1	Frente corte 2	Frente corte 1	Frente corte 2	Frente corte 2	Frente corte 1	
T. Cana 5200.00	T. Cana 3841.50	T. Cana 5875.88	T. Cana 5184.60	T. Cana 7085.40	T. Cana 4911.20	T. Cana 3729.29	
M. Cam 3 0.55	M. Cam 1 0.61	M. Cam 2 0.91	M. Cam 1 1.37	M. Cam 2 1.25	M. Cam 2 0.61	M. Cam 1 0.69	
Bloco 18	Bloco 36	Bloco 34	Bloco 20	Bloco 43	Bloco 45		
Estado 3	Estado 1	Estado 3	Estado 1	Estado 1	Estado 4		
Pol 14.10	Pol 12.97	Pol 12.89	Pol 16.00	Pol 16.56	Pol 14.61		
Frente corte 2	Frente corte 1	Frente corte 2	Frente corte 1	Frente corte 1	Frente corte 3		
T. Cana 3022.80	T. Cana 3988.00	T. Cana 5122.00	T. Cana 3069.50	T. Cana 3069.50	T. Cana 5256.00		
M. Cam 2 0.41	M. Cam 1 0.79	M. Cam 2 0.90	M. Cam 1 0.66	M. Cam 1 0.61	M. Cam 3 0.78		
Bloco 3	Bloco 25	Bloco 28	Bloco 12	Bloco 23	Bloco 10		
Estado 2	Estado 1	Estado 1	Estado 1	Estado 1	Estado 3		
Pol 12.67	Pol 14.50	Pol 14.12	Pol 16.00	Pol 16.56	Pol 14.80		
Frente corte 2	Frente corte 2	Frente corte 2	Frente corte 1	Frente corte 1	Frente corte 1		
T. Cana 4160.00	T. Cana 3746.05	T. Cana 3988.00	T. Cana 3069.50	T. Cana 3683.40	T. Cana 3201.25		
M. Cam 2 0.64	M. Cam 2 0.46	M. Cam 2 0.49	M. Cam 1 0.81	M. Cam 1 0.88	M. Cam 1 0.64		
Bloco 9	Bloco 29	Bloco 40	Bloco 21				
Estado 2	Estado 2	Estado 3	Estado 4				
Pol 12.67	Pol 14.70	Pol 12.38	Pol 12.38				
Frente corte 1	Frente corte 3	Frente corte 1	Frente corte 3				
T. Cana 3120.00	T. Cana 4680.00	T. Cana 3056.25	T. Cana 5445.00				
M. Cam 1 0.68	M. Cam 3 0.58	M. Cam 1 0.56	M. Cam 3 0.67				
Bloco 33	Bloco 39						
Estado 2	Estado 4						
Pol 14.10	Pol 15.27						
Frente corte 1	Frente corte 2						
T. Cana 2600.00	T. Cana 4025.00						
M. Cam 1 0.62	M. Cam 2 0.41						
Quantidade de Cana-mes ano 91							
3356.00	8420.00	18067.05	20261.53	24327.40	27011.40	25147.85	23602.73

**Blocos a serem replantados no ano 91**

Bloco 14	Bloco 27	Bloco 7	Bloco 41	Bloco 38
Bloco 22	Bloco 44	Bloco 8	Bloco 2	Bloco 32

**Numero de caminhoes utilizados no ano 91**

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Caminhao 1	0.00	0.96	0.61	0.79	2.05	2.10	2.05	1.33
Caminhao 2	0.00	0.00	1.06	1.37	1.40	1.25	1.02	0.73
Caminhao 3	0.25	0.55	0.75	0.70	0.73	1.38	0.68	1.45

**Tonelada de cana por Frente no ano 91**

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Frente 1	0.00	3220.00	3841.50	3988.00	8304.60	8739.00	9809.15	6990.50
Frente 2	0.00	0.00	7182.80	9621.93	9110.00	7085.40	8936.20	5911.23
Frente 3	3356.00	5200.00	7042.75	6651.60	6912.80	11187.00	6402.50	10701.00



**Blocos a serem cortados no ano 92**

ABR		MAI		JUN		JUL		AGO		SET		OUT		NOV	
Bloco	37	Bloco	26	Bloco	36	Bloco	19	Bloco	5	Bloco	42	Bloco	30	Bloco	15
Estado	3	Estado	4	Estado	2	Estado	2	Estado	3	Estado	2	Estado	3	Estado	4
Pol	14.10	Pol	12.89	Pol	11.01	Pol	14.00	Pol	14.61	Pol	14.61	Pol	14.61	Pol	14.61
Frente corte	3	Frente corte	1	Frente corte	1	Frente corte	2	Frente corte	3	Frente corte	3	Frente corte	3	Frente corte	3
T. Cana	5038.00	T. Cana	3285.00	T. Cana	3789.25	T. Cana	4916.40	T. Cana	5890.30	T. Cana	5784.00	T. Cana	5722.25	T. Cana	5475.00
N. Cam 3	0.53	N. Cam 1	0.52	N. Cam 1	0.75	N. Cam 2	0.76	N. Cam 3	0.62	N. Cam 3	0.61	N. Cam 3	0.71	N. Cam 3	0.58
Bloco	3	Bloco	18	Bloco	6	Bloco	8	Bloco	1	Bloco	11	Bloco	4	Bloco	17
Estado	3	Estado	4	Estado	4	Estado	1	Estado	2	Estado	3	Estado	2	Estado	3
Pol	12.67	Pol	14.10	Pol	14.00	Pol	12.97	Pol	14.00	Pol	14.00	Pol	14.54	Pol	12.38
Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	3	Frente corte	1	Frente corte	1	Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	2
T. Cana	4030.40	T. Cana	2517.00	T. Cana	6022.50	T. Cana	3988.00	T. Cana	4338.00	T. Cana	6274.45	T. Cana	4660.00	T. Cana	4767.75
N. Cam 2	0.62	N. Cam 2	0.35	N. Cam 3	0.64	N. Cam 1	0.95	N. Cam 1	1.15	N. Cam 2	1.11	N. Cam 2	0.58	N. Cam 2	0.59
Bloco	25	Bloco	34	Bloco	32	Bloco	38	Bloco	20	Bloco	43	Bloco	24	Bloco	24
Estado	2	Estado	4	Estado	1	Estado	1	Estado	2	Estado	2	Estado	2	Estado	3
Pol	12.67	Pol	11.47	Pol	12.97	Pol	14.31	Pol	14.54	Pol	14.54	Pol	14.54	Pol	12.38
Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	1	Frente corte	1	Frente corte	1	Frente corte	1
T. Cana	3640.00	T. Cana	4380.00	T. Cana	4466.56	T. Cana	5184.60	T. Cana	2912.50	T. Cana	2912.50	T. Cana	4660.00	T. Cana	3956.25
N. Cam 2	0.45	N. Cam 2	0.77	N. Cam 2	0.69	N. Cam 2	0.71	N. Cam 1	0.63	N. Cam 1	0.58	N. Cam 1	0.58	N. Cam 1	0.56
Bloco	9	Bloco	29	Bloco	44	Bloco	12	Bloco	16	Bloco	23	Bloco	23	Bloco	23
Estado	3	Estado	3	Estado	3	Estado	2	Estado	1	Estado	1	Estado	1	Estado	2
Pol	12.67	Pol	12.67	Pol	14.12	Pol	14.54	Pol	14.54	Pol	14.54	Pol	14.54	Pol	15.27
Frente corte	1	Frente corte	3	Frente corte	2	Frente corte	1	Frente corte	3	Frente corte	3	Frente corte	3	Frente corte	1
T. Cana	3022.80	T. Cana	4534.20	T. Cana	6380.80	T. Cana	2912.50	T. Cana	6139.00	T. Cana	6139.00	T. Cana	6139.00	T. Cana	3495.00
N. Cam 1	0.65	N. Cam 3	0.56	N. Cam 2	0.98	N. Cam 1	0.77	N. Cam 3	0.51	N. Cam 3	0.51	N. Cam 3	0.51	N. Cam 1	0.83
Bloco	33	Bloco	41	Bloco	27	Bloco	7	Bloco	28	Bloco	28	Bloco	28	Bloco	28
Estado	3	Estado	1	Estado	1	Estado	1	Estado	1	Estado	1	Estado	1	Estado	2
Pol	12.67	Pol	14.86	Pol	16.00	Pol	16.56	Pol	16.56	Pol	16.56	Pol	16.56	Pol	14.62
Frente corte	1	Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	2	Frente corte	2
T. Cana	2519.00	T. Cana	4281.20	T. Cana	3069.50	T. Cana	3315.06	T. Cana	3315.06	T. Cana	3315.06	T. Cana	3315.06	T. Cana	3789.25
N. Cam 1	0.60	N. Cam 2	0.59	N. Cam 2	0.42	N. Cam 2	0.45	N. Cam 2	0.45	N. Cam 2	0.45	N. Cam 2	0.45	N. Cam 2	0.47
Bloco	22	Bloco	2	Bloco	40	Bloco	10	Bloco	10	Bloco	10	Bloco	10	Bloco	10
Estado	1	Estado	1	Estado	4	Estado	4	Estado	4	Estado	4	Estado	4	Estado	4
Pol	14.86	Pol	14.95	Pol	12.38	Pol	14.00	Pol	14.00	Pol	14.00	Pol	14.00	Pol	14.00
Frente corte	2	Frente corte	1	Frente corte	1	Frente corte	1	Frente corte	1	Frente corte	1	Frente corte	1	Frente corte	1
T. Cana	3210.90	T. Cana	2871.36	T. Cana	2722.50	T. Cana	2737.50	T. Cana	2737.50	T. Cana	2737.50	T. Cana	2737.50	T. Cana	2737.50
N. Cam 2	0.44	N. Cam 1	0.57	N. Cam 1	0.50	N. Cam 1	0.54	N. Cam 1	0.54	N. Cam 1	0.54	N. Cam 1	0.54	N. Cam 1	0.54

**Quantidade de Cana-mes ano 92**

9068.40	9442.00	17214.55	20424.16	28285.80	23824.31	25511.31	23320.75
---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

---



---

**Blocos a serem replantados no ano 92**

---

Bloco 45      Bloco 21      Bloco 39      Bloco 31      Bloco 14

---



---

**Numero de caminhos utilizados no ano 92**

---

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Caminhao 1	0.00	0.52	1.41	1.55	1.15	1.97	1.08	1.94
Caminhao 2	0.62	0.79	0.77	1.45	2.72	1.53	1.03	1.06
Caminhao 3	0.53	0.00	0.64	0.56	0.62	0.61	1.22	0.58

---



---

**Tonelada de cana por Frente no ano 92**

---

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Frente 1	0.00	3285.00	6812.05	6507.00	4338.00	8696.36	5635.00	9288.75
Frente 2	4030.40	6157.00	4380.00	9382.96	19057.50	9343.95	7975.06	8557.00
Frente 3	5038.00	0.00	6022.50	4534.20	5890.30	5784.00	11901.25	5475.00

---

## CAPÍTULO 7

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Durante a elaboração do trabalho, inúmeras dificuldades foram encontradas, para se alcançar o objetivo proposto. No entanto, as soluções encontradas foram em alguns casos fontes de restrições para uma solução mais ampla e precisa. Este capítulo tem a finalidade de discorrer sobre estas limitações e proceder, então, à uma análise dos resultados obtidos.

#### 7.1 LIMITAÇÕES DO MODELO

O modelo tem limitações quanto ao tipo de cana a ser planejada, pois ele considera para efeito de planejamento apenas as canas de ano e meio, canas com plantio entre janeiro e março, e cortadas com 18 meses aproximadamente. Esta limitação, no entanto, será pouco percebida numa eventual aplicação do modelo, visto que este "tipo" de cana é o mais utilizado para plantio no Brasil, respondendo na maioria das usinas com 100% das áreas.

Como pôde-se observar no capítulo 6, a situação fictícia considerou que todos os blocos foram plantados em fevereiro, porém pode-se considerar plantios em janeiro, fevereiro, março e até mesmo em abril separadamente para cada bloco apto para esta situação, necessitando apenas que se informe no arquivo dos blocos a data de plantio de cada um deles.

Por tratar-se de um problema de programação linear 0-1

de grande porte, e também devido à necessidade de obter uma solução em microcomputadores, optou-se por solução heurística, isto é, uma solução sub-ótima.

A quantidade limite de blocos que o modelo suporta em um equipamento do tipo utilizado - PCxt II Itautec- é de aproximadamente 45 blocos. No entanto, utilizando um equipamento com maior capacidade de memória e com um coprocessador aritmético, acredita-se que muito mais blocos poderão ser considerados e com maior rapidez na obtenção da solução. Ademais, a utilização de podas maiores com outras heurísticas, sem grande comprometimento da exatidão da solução, será de grande valia na economia de tempo de CPU.

Devido à menor distância e à maior facilidade de obtenção de dados nas regiões produtoras de cana do estado de São Paulo, o trabalho deu maior ênfase a estas regiões, o que o limita na aplicação em regiões cuja época de plantio seja diferente das praticadas pelas regiões paulistas, como é o caso das regiões nordestinas. Porém, a estrutura adotada, para uma eventual aplicação nestas regiões, permanece a mesma, necessitando apenas de modificações técnicas a nível agrônomico e que são perfeitamente possíveis de serem feitas.

## 7.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

O modelo desenvolvido neste trabalho alcança os seus objetivos, pois inclui um sistema de custos e benefícios diferenciado para cada bloco, e procura maximizar o retorno do

empresário considerando parâmetros técnicos e econômicos.

Resulta em um cronograma bem definido para cada safra do horizonte de planejamento, bem como, o sequenciamento de corte e replantio para cada bloco dentro deste horizonte.

Incorpora, ainda, relatórios de utilização mensal da frota para cada cronograma, assim como quantidades mensais de cana destinada a cada equipe de corte.

Para efeito de controle e verificação da exatidão das previsões feitas, é necessário se fazer amostras do teor de sacarose.

Os resultados das análises das amostras devem, então, ser comparados com os previstos pelo modelo, e aqueles blocos que porventura tiverem sua POL% cana muito diferente da prevista devem ser submetidos a um diagnóstico pelos técnicos agrícolas, com a finalidade de determinar a razão da distorção ocorrida, e se necessário for, fazer novo planejamento.

A importância deste modelo está na possibilidade real que ele oferece de aumento do valor presente de lavouras de cana no país através do planejamento detalhado das datas de corte das mesmas.

Como foi visto no capítulo 4, uma saída do sistema é a tabela de custos, benefícios, rentabilidade e valor presente de cada decisão de corte para cada bloco. É de grande valia a análise

econômica de determinado bloco, podendo gerar informações que auxiliarão na tomada de decisão do tipo replantar ou não.

O sistema de custos diferenciado para cada bloco segundo os parâmetros de distância e manejo auxilia enormemente na determinação de novos custos, quando da introdução de novas técnicas agrícolas ou na modificação de preços e/ou coeficientes, além da importante informação de custos gerada para cada bloco.

O sistema de benefícios, gerado para cada bloco, também auxilia em análises de acompanhamento do comportamento de variedades em determinado tipo de solo.

Observou-se que os blocos 13 e 35, do exemplo de aplicação, não foram mais planejados a partir de 1989, isto caracteriza a limitação que sofre o modelo devido a solução inteira 0-1. As alternativas de corte, para estes blocos em 1989 era entre julho a novembro, porém, a capacidade mensal da usina não permite que eles sejam cortados completamente em nenhum desses meses. Uma solução para o problema seria aumentar artificialmente a capacidade mensal nos meses críticos, pois esta capacidade é um tanto elástica, ou optar por um planejamento separado com variáveis não inteiras para estes blocos.

O enunciado acima, por outro lado, pode vir a acusar um mal balanceamento entre área com cana e capacidade da usina, isto seria bem provável quando o número de blocos não planejados for muito grande.

### 7.3 RECOMENDAÇÕES

Ficou para estudos futuros a possibilidade de dimensionar a frota de caminhões em conjunto com o planejamento de corte.

Também o número de homens e máquinas nas frentes de corte poderá ser agregado ao planejamento do corte como extensões do modelo.

Outra questão é o balanceamento da quantidade de cana comprada de terceiros com a quantidade produzida pela própria usina ou destilaria.

O número de socas, isto é, o número de anos que deverá ter um ciclo completo de cada bloco, também é uma extensão do modelo proposto aqui neste trabalho.

Outro ponto que se recomenda para estudos posteriores é uma análise do preço a ser pago pelas usinas e destilarias.

Talvez o principal desafio, seja encontrar estratégias (heurísticas) que possibilitem a solução, para um número grande de blocos (centenas), dentro de um tempo de processamento razoável.

O modelo abre novas oportunidades de pesquisa, a nível de planejamento de lavouras de cana-de-açúcar. Este é o caso por exemplo, de um outro modelo com objetivo de planejar o cronograma de corte de apenas uma safra, mas com épocas de corte semanais ou

quinzenais, utilizando-se dos resultados do modelo agora proposto, como parâmetros de entrada.

A extensão dos conceitos valorizados, por este trabalho, abre a possibilidade para a utilização deste modelo em outros sistemas de produção que se comportem analogamente à lavoura de cana-de-açúcar, tais como: cultura da laranja e exploração de eucalipto. Enfim, toda cultura agrícola, do tipo perene, onde é necessário determinar épocas ideais de corte e replantio.



## BIBLIOGRAFIA:

- (1):- ALVAREZ, Frederico Agenor. Um algoritmo de programação linear inteira zero-um utilizando técnicas lexicográfica. Florianópolis, UFSC, 1979. Dissertação - Mestrado.
- (2):- ARANHA, Paulo P. Alves. Legislação agroindustrial canavieira. Bauru, Ed. Jalovi, 1983. 640 p.
- (3):- ASTE-TONSMANN, José G. Scheduling and programming the sugar cane crops in Peru. Cornell University, 1973. Tese - Doctor of Philosophy.
- (4):- BEAUCLAIR, Edgar G. F. de. e PENTEADO, Cássio R. Cronograma de corte da cana-de-açúcar através da programação linear. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2, Piracicaba, 1983. Anais. Copersucar, p. 424 - 32
- (5):- BONNET, J. A. La biosíntesis de la sacarose y los factores que afectan su rendimiento en la caña de azúcar. Sugar y azúcar, New York, 64 (11): 76 - 82, nov. 1969.
- (6):- BOYCE, D. S. To determine the most profitable number of sugar cane crops between replantings. Rev. Sugar y Azucar, 32-33, nov. 1968.
- (7):- BOZICOVICH, Antônio. Sistema de corte mecanizado e

transporte de cana. In: SEMINARIO COPERSUCAR DA AGROINDUSTRIA AÇUCAREIRA, 4, 1977. Anais.

- (8):- CALISAYA, M. Juan. Estudio de carguio de caña. Instituto Central de Investigaciones Azucareras - ICIA, 2 (4): 50-70, 1973.
- (9):- COHEN, Gustavo Pinto. Um modelo basico para el analisis economico de la produccion de caña de Azucar. Rev. Fac. Agron., Maracary, 5 (1): 28 - 42, 1968.
- (10):- CRANE, Donald R. et. alii. An analysis of the stubble replacement decison for florida sugarcane growers. Bulletin, 822, jan. 1982.
- (11):- FACTS about sugar, Brazil forced to reducce sugar and alcool exports. Sugar y azucar, 10 - 12, mar. 1987.
- (12):- FERLAND, J. A. e FLORIAN, M. A sub-otimal algorithm to solve a large scale 0-1 programming problem. Montreal.
- (13):- FONTANARI, Nilson. Planejamento Agricola: Uma necessidade dos dias atuais. STAB, 6 - 15, nov./dez. 1983.
- (14):- GUISE, J. W. B. e RYLAND, G. J. Production scheduling and allocation: a normative decision model for sugar milling. Australian Journal of Agricultural Economics, Juny 1969.
- (15):- HORNGREN, Charles T. Contabilidade de custos: um enfoque

administrativo. São paulo, Atlas, 1986. V. 2, 770 p.

- (16):- KOCHENBERGER, Gary A. et. alii. A heuristic for general integer programming; project 1788 of the purdue agricultural experiment station. Decision Sciences, 5 (5295): 36 - 44, 1974.
- (17):- MANUAL de orientação: pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose. Piracicaba, Planalsucar, 1983. 41 p.
- (18):- MIALHE, Luiz Geraldo. Características dimensionais e ponderais da produtividade da cana-de-açúcar, fundamentos para uma linha alternativa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico na cultura canavieira. Piracicaba, Planalsucar/Codersul, 1982. 51 p.
- (19):- ORPLANA e F.A.E.S.P. Custo de produção de cana, açúcar e álcool safra 1978/79. Piracicaba, Copersucar, 1978. 54 p.
- (20):- ORPLANA e F.A.E.S.P. Custo de produção de cana-de-açúcar dos fornecedores do estado de São Paulo safra 1982/83. Piracicaba, Copersucar, 1982. 58 p.
- (21):- PAGAMENTO de cana pelo teor de sacarose e pureza, normas de execução do sistema no estado de São Paulo, circular n<sup>o</sup> 083/85, 1985. (Ato n<sup>o</sup> 19/85 da presidência do IAA)
- (22):- PARAZZI, C. et alii. Curvas de maturação de quinze variedades de cana-de-açúcar (cana-soca) - metodologia

da prensa hidráulica. Piracicaba, Planalsucar, 1982.

43 p.

- (23):- PIEDADE, Rinaldo Vianna. et alii. Desenvolvimento de um sistema informatizado para previsão do custeio de cana-de-açúcar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7, Niterói, 1987. Anais. p. 141 - 150
- (24):- PIEDADE, Rinaldo Vianna e GONZALEZ, Júlio C. B. O estado da arte no planejamento da lavoura de cana-de-açúcar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8, São Carlos, 1988. Anais. V.1, p. 43 - 50
- (25):- PIEDADE, Rinaldo Vianna e GONZALEZ, Júlio C. B. Uma proposta para o cálculo da rentabilidade da cana-planta e cana-socas de um ciclo completo da cana-de-açúcar, como propósito de planejamento do cronograma de corte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8, São Carlos, 1988. Anais. V.1, p. 51 - 8.
- (26):- PINAZZA, Antônio Hermínio e BRUGNARO, Caetano. Introdução à análise econômica em experimentação canavieira. Piracicaba, IAA / Planalsucar, 1981. 43 p.
- (27):- O PROGRAMA Nacional do Alcool: uma história de sucesso. Stab, jul./Ago. 1986.
- (28):- PROJETO da Copersucar. sugarCane plantation planning. Copersucar, 1983. 12 p.

- (29):- RELATÓRIO Anual Planalsucar, IAA; Planalsucar; Cosul; Araras. São Paulo, 1982/85.
- (30):- RIGGS, James L. Administração da Produção. São Paulo, Atlas, 1976. V.2, 469 p.
- (31):- SILVA, José Gomes da. Custo de produção e níveis de preço em cana-de-açúcar. Rev. Brasil Açúcareiro, (5): 288 - 300, maio 1979.
- (32):- STURION, A. C. Pagamento de cana pelo teor de sacarose. Planalsucar/Codersul, 1981. (Apostila de Curso intensivo em cana-de-açúcar).
- (33):- WHAN, B. M. et alii. Scheduling sugar cane and ratoon crops and a fallow - a constrained markov model. J. agric. Engng. Res., Kensington, 21: 281 - 89, 1976.
- (34):- WHAN, B. M. et alii. A stochastic model of sugar cane crop rotation. J. Opl. Res. Soc., Great Britain, 29 (4): 341-348, 1978.

## **APÊNDICE 1**

**COEFICIENTES TÉCNICOS DAS OPERAÇÕES E INSUMOS SEGUNDO OS MANEJOS  
UTILIZADOS**

## CUSTO DO PREPARO DO SOLO

cultivo convencional

operação	unidade	equip.	coef. técnico	valor	% das áreas	custo p/ha
<b>1. MÃO-DE-OBRA COMUM</b>						
limpeza de área	dia	homem	0.8		100%	
aplicação de calcário	dia	homem	0.39		"	
apontadores	dia	homem	0.10		"	
<b>2. MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA</b>						
fiscais agric.	dia	homem	0.10		"	
<b>3. MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</b>						
gradeação pes.1	horas	D6-D	1.10		100%	
terraplenagem	"	D6-D	1.00		"	
const. curvas e retas	"	AD-14	1.50		"	
aplicação de calcário	"	MF-265	0.80		"	
gradeação pes.2	"	D6-SA	1.10		"	
subsolagem	"	D6-D	2.00		"	
gradeação int.1	"	CASE	0.60		"	
gradeação int.2	"	CASE	0.60		"	
gradeação leve1	"	CASE	0.80		"	
gradeação leve2	"	CASE	0.60		"	
<b>4. TRANSPORTES</b>						
peçoal	dia	caminhão	1,39		100%	
calcário	ton.	caminhão	1.123		"	
bagacilho	ton.	caminhão	18.00		"	
<b>5. INSUMOS</b>						
calcário	ton.		1.123		100%	
<b>SOMA</b>						

## CUSTO DO PREPARO DE SOLO

cultivo mínimo:

operação	unidade	equip.	coef. técnico	valor	% das áreas	custo p/ha
<b>1. MÃO-DE-OBRA COMUM</b>						
limpeza de área	dia	homem	0.10		100%	
aplicação de calcário	dia	homem	0.20		"	
aplic. de herb.	dia	homem	0.10		"	
<b>2. MECANIZACÃO AGRÍCOLA</b>						
carregamento de torta de filtro	horas	CBT-Car	1.00		100%	
carregamento de calcário	"	Michigan	0.20		"	
terraplenagem	"	AD-14	1.50		"	
const. curvas e retas	"	AD-14	1.50		"	
aplicação de calcário	"	MF-265	0.50		"	
aplicação de herb. barra	"	MF-265	0.70		"	
aplicação de torta de filtro	"	MF-265	2.00		"	
<b>3. TRANSPORTES</b>						
pessoal	dia	caminhão	0.30		100%	
calcário	ton.	caminhão	3.50		"	
bagacilho	ton.	caminhão	45.00		"	
<b>4. INSUMOS</b>						
calcário	ton.		3.50		100%	
roundup	litro		3.50		"	
<b>SOMA</b>						



## CUSTO DE PLANTIO

cultivo convencional:

operação	unidade	equip.	coef. técnico	valor	% das áreas	custo p/ha
<b>1. MÃO-DE-OBRA COMUM</b>						
corte de mudas	dia	homem	3.00		100%	
aplicação de adubos	dia	homem	0.10		"	
distribuição de mudas	dia	homem	6.00		"	
picação	dia	homem	1.50		"	
cobrir mudas	dia	homem	0.05		"	
retocar sulcos	dia	homem	0.25		"	
recobrir mudas	dia	homem	2.00		"	
entrega de água	dia	homem	0.30		"	
apontadores	dia	homem	0.340		"	
fiscal de notas	dia	homem	0.15		"	
diversos	dia	homem	0.62		"	
<b>2. MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA</b>						
fiscais agric.	dia	homem	0.30		"	
<b>3. MÃO-DE-OBRA ADMINIST.</b>						
fiscais gerais	dia	homem	0.10		"	
<b>4. MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</b>						
sulcação e adu. cobertura com inseticida	horas	D6-SA	1.00		100%	
	"	MF-265	0.90		"	
sulcação de repontas	"	CBT-2105	0.50		"	
terraceamento	"	Moto	0.20		"	
<b>5. TRANSPORTES</b>						
peçoal	dia	caminhão	14.67		100%	
adubos	ton.	caminhão	0.525		"	
mudas de cana	ton.	caminhão	10.50		"	
carregamento de mudas	ton.	carreg.	10.50		"	
<b>6. INSUMOS</b>						
adubo 5-25-25	ton.		0.525		100%	
biagro	litro		2.00		"	
<b>SOMA</b>						

## CUSTO DE PLANTIO

cultivo mínimo:

operação	unidade	equip.	coef. técnico	valor	% das áreas	custo p/ha
<b>1. MÃO-DE-OBRA COMUM</b>						
corte de mudas	dia	homem	3.30		100%	
aplicação de adubos	dia	homem	0.13		"	
distribuição de mudas	dia	homem	8.48		"	
picação	dia	homem	1.76		"	
cobrir mudas	dia	homem	0.10		"	
retocar sulcos	dia	homem	0.33		"	
recobrir mudas	dia	homem	3.00		"	
entrega de água	dia	homem	0.40		"	
apontadores	dia	homem	0.40		"	
fiscal de notas	dia	homem	0.10		"	
diversos	dia	homem	1.42		"	
<b>2. MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA</b>						
fiscais agric.	dia	homem	0.40		"	
<b>3. MÃO-DE-OBRA ADMINIST.</b>						
fiscais gerais	dia	homem	0.10		"	
<b>4. MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</b>						
sulcação e adu. cobertura com inseticida	horas	D6-SA	0.90		100%	
acabamento	"	MF-265	0.80		"	
	"	Moto	0.20		"	
<b>5. TRANSPORTES</b>						
pessoal	dia	caminhão	20.00		100%	
adubos	ton.	caminhão	0.42		"	
mudas de cana	ton.	caminhão	10.50		"	
carregamento de mudas	ton.	carreg.	10.50		"	
<b>6. INSUMOS</b>						
adubo 5-16-36	ton.		0.420		100%	
biagro	litro		2.30		"	
<b>SOMA</b>						

## CUSTO DOS TRATOS CULTURAIS CANA-PLANTA

operação	unidade	equip.	coef. técnico	valor	% das áreas	custo p/ha
<b>1. MÃO-DE-OBRA COMUM</b>						
carpa manual	dia	homem	5.00		100%	
aplicação de adubos	dia	homem	1.00		"	
combate erosão	dia	homem	0,30		"	
matar formigas	dia	homem	0.10		"	
arrancar capim	dia	homem	0.15		"	
remoção pedras	dia	homem	0.30		"	
diversos	dia	homem	1.25		"	
recobrir mudas	dia	homem	3.00		"	
entrega de água	dia	homem	0.15		"	
apontadores	dia	homem	0.25		"	
aplicação de herbicidas	dia	homem	1.00		"	
rogagem	dia	homem	3.00		"	
<b>2. MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA</b>						
fiscais agric.	dia	homem	0.25		"	
<b>3. MÃO-DE-OBRA ADMINIST.</b>						
fiscais gerais	dia	homem	0.10		"	
<b>4. MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</b>						
aplicação de herbicida barra	dia	MF-265	0.60		100%	
cultivo mec.	dia	MF-265	0.90		"	
gradeação de curvas de nível	dia	CBT-2105	0.15		"	
<b>5. TRANSPORTES</b>						
peçoal	dia	caminhão	11.95		100%	
nitrate de amônia	ton.	caminhão	0.100		"	
<b>6. INSUMOS</b>						
nitrate de amônia	ton.		0.10		100%	
2,4 D Amina 720	litro		2.00		73%	
extravion	litro		0.50		20%	
diuron 80	kg		2.00		50%	
gesapax 500 FW	litro		2.50		73%	
isca granulada	kg		0.40		100%	
<b>SOMA</b>						

## CUSTO DOS TRATOS CULTURAIS CANA-SOCA

convencional com vinhaça:

operação	unidade	equip.	coef. técnico	valor	% das areas	custo p/ha
<b>1. MÃO-DE-OBRA COMUM</b>						
carpa manual	dia	homem	11.00		100%	
combate erosão	dia	homem	0.30		"	
matar formigas	dia	homem	0.15		"	
arrancar capim	dia	homem	0.20		"	
remoção pedras	dia	homem	0.20		"	
aplicação de herbicida semi	dia	homem	3.50		15%	
aplicação de herbicida barra	dia	homem	0.05		100%	
enleiramento	dia	homem	0.35		60%	
entrega de água	dia	homem	0.20		100%	
apontadores	dia	homem	0.30		100%	
aplicação de herb. costal	dia	homem	1.20		30%	
<b>2. MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA</b>						
fiscais agric.	dia	homem	0.30		100%	
<b>3. MÃO-DE-OBRA ADMINISTR.</b>						
fiscais gerais	dia	homem	0.20		"	
<b>4. MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</b>						
aplicação de herbicida barra	hora	MF-265	0.60		100%	
cultivo mec.	"	MF-265	0.90		20%	
gradeação de curvas de nível	"	CBT-2105	0.15		20%	
enleiradeira	"	MF-265	1.00		60%	
subs-adub-cult	"	D6-SA	1.00		100%	
aplicação de herb. costal	"	MF-265	0.60		30%	
aplicação de herb. semi	"	MF-265	0.30		15%	
gradeação de curvas de nível	"	CBT-2105	0.15		20%	
terraceamento	"	Moto	0.20		100%	
abertura de canal vinhaça	"	D6-D	0.10		50%	
distribuição de vinhaça	m <sup>3</sup>	Bombas	213.00		50%	
aplic. aérea	ha	avião	1.00		100%	

continuação...

5. TRANSPORTES						
pessoal	dia	caminhão	18.65		100%	
insumos	ton.	caminhão	0.405		100%	
bagacilho	ton.	caminhão	25.00		15%	
vinhaça	m <sup>3</sup> .	caminhão	106.83		50%	
6. INSUMOS						
uréia(avião)	kg .		75.00		100%	
uréia	kg		223.0		100%	
2,4 D Amina 720	litro		2.00		35%	
diuron 80	kg		2.00		50%	
gesapax 500 FW	litro		3.00		20%	
isca granulada	kg		0.40		100%	
perflan 80	litro		1.30		15%	
simbar	kg		0.80		10%	
roundup	litro		5.00		15%	
MSMA	litro		5.00		30%	
SOMA						

## CUSTO DOS TRATOS CULTURAIS CANA-SOCA

convencional sem vinhaça:

operação	unidade	equip.	coef. técnico	valor	% das áreas	custo p/ha
<b>1. MÃO-DE-OBRA COMUM</b>						
carpa manual	dia	homem	11.00		100%	
aplicação de adubos	dia	homem	0.30		"	
combate erosão	dia	homem	0.30		"	
matar formigas	dia	homem	0.15		"	
arrancar capim	dia	homem	0.20		"	
remoção pedras	dia	homem	0.20		"	
aplicação de herbicida semi	dia	homem	3.50		"	
aplicação de herbicida barra	dia	homem	0.05		"	
enleiramento	dia	homem	0.35		60%	
entrega de água	dia	homem	0.20		100%	
apontadores	dia	homem	0.30		100%	
aplicação de herb. costal	dia	homem	1.20		30%	
abastecimento adubo no avião	dia	homem	0.40		100%	
<b>2. MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA</b>						
fiscais agric.	dia	homem	0.30		100%	
<b>3. MÃO-DE-OBRA ADMINIST.</b>						
fiscais gerais	dia	homem	0.20		100%	
<b>4. MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</b>						
aplicação de herbicida barra	hora	MF-265	0.60		100%	
cultivo mec.	"	MF-265	0.90		20%	
gradeação de curvas de nível	"	CBT-2105	0.15		20%	
enleiradeira	"	MF-265	1.00		60%	
subs-adub-cult	"	D6-SA	1.00		100%	
aplicação de herb. costal	"	MF-265	0.60		30%	
aplicação de herb. semi	"	MF-265	0.30		15%	
aplic. aérea	ha	avião	1.00		100%	

continuação...

5. TRANSPORTES						
pessoal	dia	caminhão	18.65		100%	
abastecimento						
adubos-maquinas	ton.	caminhão	0.333		"	
insumos	ton.	caminhão	0.405		"	
bagacilho	ton.	caminhão	25.00		"	
6. INSUMOS						
adubo 30-00-20	kg		330.0		50%	
ureia(avião)	kg .		75.00		100%	
ureia	kg		223.0		100%	
2,4 D Amina 720	litro		2.00		35%	
diuron 80	kg		2.00		50%	
gesapax 500 FW	litro		3.00		20%	
isca granulada	kg		0.40		100%	
adubo 20-00-32	kg		380.0		50%	
perflan 80	litro		1.30		15%	
simbar	kg		0.80		10%	
roundup	litro		5.00		15%	
MSMA	litro		5.00		30%	
SOMA						

## CUSTO DOS TRATOS CULTURAIS CANA-SOCA

mínimo com vinhaças:

operação	unidade	equip.	coef. técnico	valor	% das áreas	custo p/ha
<b>1. MÃO-DE-OBRA COMUM</b>						
carpa manual	dia	homem	11.00		100%	
combate erosão	dia	homem	0.30		"	
matar formigas	dia	homem	0.15		"	
arrancar capim	dia	homem	0.20		"	
remoção pedras	dia	homem	0.20		"	
aplicação de herbicida semi	dia	homem	3.50		15%	
aplicação de herbicida barra	dia	homem	0.05		100%	
enleiramento	dia	homem	0.35		60%	
entrega de água	dia	homem	0.20		100%	
apontadores	dia	homem	0.30		100%	
aplicação de herb. costal	dia	homem	1.20		30%	
<b>2. MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA</b>						
fiscais agric.	dia	homem	0.30		100%	
<b>3. MÃO-DE-OBRA ADMINIST.</b>						
fiscais gerais	dia	homem	0.20		100%	
<b>4. MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</b>						
aplicação de herbicida barra	hora	MF-265	0.60		100%	
cultivo mec.	"	MF-265	0.90		20%	
gradeação de curvas de nível	"	CBT-2105	0.15		20%	
enleiradeira	"	MF-265	1.00		60%	
subs-adub-cult	"	D6-SA	1.00		100%	
aplicação de herb. costal	"	MF-265	0.60		30%	
aplicação de herb. semi	"	MF-265	0.30		15%	
abertura de canal vinhaça	"	D6-D	0.10		50%	
distribuição de vinhaça	m <sup>3</sup>	Bombas	213.00		50%	
aplic. aérea	ha	avião	1.00		100%	



continuação...

5. TRANSPORTES						
pessoal	dia	caminhão	18.65		100%	
insumos	ton.	caminhão	0.405		100%	
bagacilho	ton.	caminhão	25.00		15%	
vinhaça	m <sup>3</sup> .	caminhão	106.83		50%	
6. INSUMOS						
uréia(avião)	kg .		75.00		100%	
uréia	kg		223.0		100%	
2,4 D Amina 720	litro		2.00		35%	
diuron 80	kg		2.00		50%	
gesapax 500 FW	litro		3.00		20%	
isca granulada	kg		0.40		100%	
roundup	litro		5.00		15%	
MSMA	litro		5.00		30%	
SOMA						

## CUSTO DOS TRATOS CULTURAIS CANA-SOCA

mínimo sem vinhaça:

operação	unidade	equip.	coef. técnico	valor	% das áreas	custo p/ha
<b>1. MÃO-DE-OBRA COMUM</b>						
carpa manual	dia	homem	11.00		100%	
aplicação de adubos	dia	homem	0.30		"	
combate erosão	dia	homem	0.30		"	
matar formigas	dia	homem	0.15		"	
arrancar capim	dia	homem	0.20		"	
remoção pedras	dia	homem	0.20		"	
aplicação de herbicida semi	dia	homem	3.50		15%	
aplicação de herbicida barra	dia	homem	0.05		100%	
enleiramento	dia	homem	0.35		60%	
entrega de água	dia	homem	0.20		100%	
apontadores	dia	homem	0.30		100%	
aplicação de herb. costal	dia	homem	1.20		30%	
abastecimento adubo no avião	dia	homem	0.40		100%	
<b>2. MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA</b>						
fiscais agric.	dia	homem	0.30		100%	
<b>3. MÃO-DE-OBRA ADMINIST.</b>						
fiscais gerais	dia	homem	0.20		100%	
<b>4. MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</b>						
aplicação de herbicida barra	hora	MF-265	0.60		100%	
cultivo mec.	"	MF-265	0.90		20%	
gradeação de curvas de nível	"	CBT-2105	0.15		20%	
enleiradeira	"	MF-265	1.00		60%	
subs-adub-cult	"	D6-SA	1.00		100%	
aplicação de herb. costal	"	MF-265	0.60		30%	
aplicação de herb. semi	"	MF-265	0.30		15%	
aplic. aérea	ha	avião	1.00		100%	

continuação...

5. TRANSPORTES						
pessoal	dia	caminhão	18.65		100%	
insumos	ton.	caminhão	0.405		100%	
bagacilho	ton.	caminhão	25.00		15%	
6. INSUMOS						
uréia(avião)	kg		75.00		100%	
uréia	kg		223.0		100%	
2,4 D Amina 720	litro		2.00		35%	
diuron 80	kg		2.00		50%	
gesapax 500 FW	litro		3.00		20%	
isca granulada	kg		0.40		100%	
adubo 20-00-32	kg		380.0		100%	
roundup	litro		5.00		15%	
MSMA	litro		5.00		30%	
SOMA						

**APÊNDICE 2**

**DADOS DE CUSTOS E CAPACIDADE DO USUÁRIO PARA A SITUAÇÃO FICTÍCIA**

## - Dados do Usuario :

- Nome do Usuario	:	Usina da Barra
- Local e Sigla do Estado	:	sp
- Numero de Frentes de Corte	:	3
- Periodo de Tempo Operacional (meses)	:	8
- Periodo de Tempo de Parada (meses)	:	4
- Taxa de Minima de Atratividade (% mensal)	:	0.03
- Numero de caminhos do tipo 1	:	5
- Numero de caminhos do tipo 2	:	5
- Numero de caminhos do tipo 3	:	5
- Capacidade da Frente de Corte numero 1	:	15000.00
- Capacidade da Frente de Corte numero 2	:	20000.00
- Capacidade da Frente de Corte numero 3	:	20000.00
- Capacidade de moagem da usina em abril	:	20000.00
- Capacidade de moagem da usina em maio	:	20000.00
- Capacidade de moagem da usina em junho	:	25000.00
- Capacidade de moagem da usina em julho	:	25000.00
- Capacidade de moagem da usina em agosto	:	30000.00
- Capacidade de moagem da usina em setembro	:	30000.00
- Capacidade de moagem da usina em outubro	:	30000.00
- Capacidade de moagem da usina em novembro	:	30000.00

## - Dados de Insumos :

- Adubo 5-25-25 ( Cz\$/ton )	:	35904.00
- Adubo 5-16-36 ( Cz\$/ton )	:	31920.00
- Adubo 20-00-32 ( Cz\$/Kg )	:	26.21
- Adubo 30-00-20 ( Cz\$/Kg )	:	27.54
- Biagro 40 ( Cz\$/Litro )	:	756.84
- Calcario dolomitico ( Cz\$/ton )	:	176.40
- 2,4 - Damina 720 ( Cz\$/Litro )	:	759.76
- Dioron ( Cz\$/Kg )	:	1070.40
- Extravion ( Cz\$/Litro )	:	164.40
- Gesapax 500 ( Cz\$/Litro )	:	894.00
- Isca granulada ( Cz\$/Kg )	:	59.28
- MSMA ( Cz\$/Litro )	:	831.60
- Nitrato de amonia ( Cz\$/Kg )	:	18036.00
- Perflan ( Cz\$/lit )	:	3337.00
- Roundup ( Cz\$/Litro )	:	1436.40
- Simbar 80 ( Cz\$/Litro )	:	5120.55
- Ureia ( Cz\$/Kg )	:	26.76

## - Dados Operacionais :

- Abertura do canal de vinhaca	(Cz\$/hr) :	4958.00
- Acabamento de plantio	(Cz\$/hr) :	4088.00
- Aplicacao de calcario dolomitico	(Cz\$/hr) :	1582.00
- Aplicacao de herbicida barra	(Cz\$/hr) :	1582.00
- Aplicacao de herbicida costal	(Cz\$/hr) :	1582.00
- Aplicacao de herbicida semi	(Cz\$/hr) :	1582.00
- Aplicacao de torte de filtro	(Cz\$/hr) :	1582.00
- Aplicacao de ureia	(Cz\$/hr) :	1568.12
- Carregamento de mudas	(Cz\$/ton) :	124.00
- Carregamento de calcareo dolomitico	(Cz\$/hr) :	4060.00
- Cobertura com inseticida	(Cz\$/hr) :	1582.00
- Carregamento de torte de filtro	(Cz\$/hr) :	3343.00
- Cultivador	(Cz\$/hr) :	1582.00
- Distribuicao de vinhaca	(Cz\$/hr) :	18.70
- Enleiradeira	(Cz\$/hr) :	1582.00
- Gradeacao de curvas de nivel	(Cz\$/hr) :	1875.00
- Gradeacao intermediaria 1	(Cz\$/hr) :	4441.00
- Gradeacao intermediaria 2	(Cz\$/hr) :	4441.00
- Gradeacao leve 1	(Cz\$/hr) :	4441.00
- Gradeacao leve 2	(Cz\$/hr) :	4441.00
- Gradeacao pesada 1	(Cz\$/hr) :	4958.00
- Gradeacao pesada 2	(Cz\$/hr) :	4649.00
- Mao de obra administrativa	(Cz\$/dia) :	2412.00
- Mao de obra comun	(Cz\$/dia) :	2412.00
- Mao de obra especializada	(Cz\$/dia) :	2412.00
- Subsolador - Adubacao - Cultivo	(Cz\$/hr) :	4649.00
- Subsolador	(Cz\$/hr) :	4958.00
- Sulcacao e Adubacao	(Cz\$/hr) :	4649.00
- Sulcacao e Repontas	(Cz\$/hr) :	1875.00
- Terraceamento	(Cz\$/hr) :	4088.00
- Terraplenagem	(Cz\$/hr) :	4958.00
- Transporte de adubo	(Cz\$/ton) :	773.00
- Transporte de bagacilho	(Cz\$/ton) :	252.00
- Transporte de insumos do deposito a lavoura	(Cz\$/ton) :	773.00
- Transporte de mudas	(Cz\$/ton) :	582.00
- Transporte de nitrato de amonia	(Cz\$/ton) :	773.00
- Transporte de pessoal	(Cz\$/homen) :	113.77
- Transporte de vinhaca	(Cz\$/m3) :	124.01
- Transporte de calcario dolomitico	(Cz\$/ton) :	1380.00
- Const. Correspondente a operacao de corte	(Cz\$/ton) :	355.00
- Custo horario da carregadeira	(Cz\$/hr) :	2814.00
- Capacidade da carregadeira	(ton/hr) :	42.00
- Custo medio por caminhao 1	(Cz\$/Km) :	125.38
- Custo medio por caminhao 2	(Cz\$/Km) :	172.01
- Custo medio por caminhao 3	(Cz\$/Km) :	219.95
- Capacidade media do caminhao 1	(ton) :	14.00
- Capacidade media do caminhao 2	(ton) :	27.00
- Capacidade media do caminhao 3	(ton) :	45.00

- Dados dos custos Indiretos :

- Fator de roteamento	:	0.00
- Existencia de arrendamento	:	SIM
- Existencia de terra propria	:	SIM
- Despesas administrativas totais ( Cz\$ )	:	0.00
- Juros sobre capital fixo (% ao ano)	:	0.00
- Quantidade de participacao ( ton )	:	0.00
- Servicos de apoio a lavoura ( Cz\$ )	:	0.00
- Total da area arrendada ( Ha )	:	104.40
- Total da area propria ( Ha )	:	69.80
- Taxa de remuneracao sobre a terra propria (% ao Ano)	:	0.00
- Valor de um hectare para arrendamento a preco de mercado da regioao ( Cz\$ )	:	0.00
- Valor das benfeitorias das terras ou usinas ( Cz\$ )	:	0.00
- Vida util das benfeitorias da usina ou fazenda ( anos )	:	1

- Dados Complementares :

- Assistencia social	:	0.01
- Ano Base	:	80
- Finsocial	:	0.00
- Funrural	:	0.02
- ICM	:	0.17
- Numero de Socas a Considerar	:	3
- Preco do Acucar (Cz\$/Kg)	:	1.00
- Preco do Alcool (Cz\$/L)	:	1.00
- Preco da Cana no Campo (Cz\$/T)	:	1800.00
- Preco da Cana na Esteira (Cz\$/T)	:	2000.00
- PIS	:	0.01
- Pureza do caldo	:	83.87
- Preco basico da cana	:	1800.00
- Tempo Minimo de Maturacao soca (meses)	:	10
- Tempo Maximo de Maturacao soca (meses)	:	15
- Tempo Min. de Maturacao planta (meses)	:	17
- Tempo Max. de Maturacao planta (meses)	:	21
- Transporte	:	200.00

**APÊNDICE 3**

**DADOS REFERENTES AS VARIEDADES UTILIZADAS NA SITUAÇÃO FICTÍCIA**



Variedade: NA56-79

SOLO: Ruim

ESTADO CANA-PLANTA:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC17)	14,50	TPHC17)	107,03
POLC18)	14,85	TPHC18)	107,03
POLC19)	15,00	TPHC19)	107,03
POLC20)	15,10	TPHC20)	107,03
POLC21)	15,04	TPHC21)	107,03

ESTADO CANA-SOCA1:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC10)	12,67	TPHC10)	104,00
POLC11)	14,10	TPHC11)	104,00
POLC12)	14,70	TPHC12)	104,00
POLC13)	14,70	TPHC13)	104,00
POLC14)	14,13	TPHC14)	104,00
POLC15)	13,40	TPHC15)	104,00

ESTADO CANA-SOCA2:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC10)	12,67	TPHC10)	100,76
POLC11)	14,10	TPHC11)	100,76
POLC12)	14,70	TPHC12)	100,76
POLC13)	14,70	TPHC13)	100,76
POLC14)	14,13	TPHC14)	100,76
POLC15)	13,40	TPHC15)	100,76

ESTADO CANA-SOCA3:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC10)	12,67	TPHC10)	83,90
POLC11)	14,10	TPHC11)	83,90
POLC12)	14,70	TPHC12)	83,90
POLC13)	14,70	TPHC13)	83,90
POLC14)	14,13	TPHC14)	83,90
POLC15)	13,40	TPHC15)	83,90

Variedade: NA56-79

SOLO: Bom

ESTADO CANA-PLANTA:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC17)	13,92	TPHC17)	172,82
POLC18)	14,31	TPHC18)	172,82
POLC19)	14,30	TPHC19)	172,82
POLC20)	14,13	TPHC20)	172,82
POLC21)	14,10	TPHC21)	172,82

ESTADO CANA-SOCA1:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC10)	11,47	TPHC10)	144,60
POLC11)	12,89	TPHC11)	144,60
POLC12)	14,00	TPHC12)	144,60
POLC13)	14,61	TPHC13)	144,60
POLC14)	14,89	TPHC14)	144,60
POLC15)	14,80	TPHC15)	144,60

ESTADO CANA-SOCA2:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC10)	11,47	TPHC10)	128,05
POLC11)	12,89	TPHC11)	128,05
POLC12)	14,00	TPHC12)	128,05
POLC13)	14,61	TPHC13)	128,05
POLC14)	14,89	TPHC14)	128,05
POLC15)	14,80	TPHC15)	128,05

ESTADO CANA-SOCA3:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC10)	11,47	TPHC10)	109,50
POLC11)	12,89	TPHC11)	109,50
POLC12)	14,00	TPHC12)	109,50
POLC13)	14,61	TPHC13)	109,50
POLC14)	14,89	TPHC14)	109,50
POLC15)	14,80	TPHC15)	109,50

Variedade: SP71-1406

SOLO: Médio

ESTADO CANA-PLANTA:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC17)	14,16	TPHC17)	122,78
POLC18)	15,22	TPHC18)	122,78
POLC19)	16,00	TPHC19)	122,78
POLC20)	16,56	TPHC20)	122,78
POLC21)	16,30	TPHC21)	122,78

ESTADO CANA-SOCA1:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC10)	10,78	TPHC10)	116,50
POLC11)	13,22	TPHC11)	116,50
POLC12)	14,54	TPHC12)	116,50
POLC13)	15,27	TPHC13)	116,50
POLC14)	15,29	TPHC14)	116,50
POLC15)	14,67	TPHC15)	116,50

ESTADO CANA-SOCA2:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC10)	10,78	TPHC10)	116,00
POLC11)	13,22	TPHC11)	116,00
POLC12)	14,54	TPHC12)	116,00
POLC13)	15,27	TPHC13)	116,00
POLC14)	15,29	TPHC14)	116,00
POLC15)	14,67	TPHC15)	116,00

ESTADO CANA-SOCA3:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POLC10)	10,78	TPHC10)	115,00
POLC11)	13,22	TPHC11)	115,00
POLC12)	14,54	TPHC12)	115,00
POLC13)	15,27	TPHC13)	115,00
POLC14)	15,29	TPHC14)	115,00
POLC15)	14,67	TPHC15)	115,00

Variedade: CB47-355

SOLO: Bom

ESTADO CANA-PLANTA:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POL(17)	12,97	TPHC(17)	159,52
POL(18)	14,12	TPHC(18)	159,52
POL(19)	14,95	TPHC(19)	159,52
POL(20)	15,05	TPHC(20)	159,52
POL(21)	14,80	TPHC(21)	159,52

ESTADO CANA-SOCA1:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POL(10)	09,02	TPHC(10)	151,57
POL(11)	11,01	TPHC(11)	151,57
POL(12)	12,38	TPHC(12)	151,57
POL(13)	13,36	TPHC(13)	151,57
POL(14)	14,16	TPHC(14)	151,57
POL(15)	14,62	TPHC(15)	151,57

ESTADO CANA-SOCA2:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POL(10)	09,02	TPHC(10)	122,25
POL(11)	11,01	TPHC(11)	122,25
POL(12)	12,38	TPHC(12)	122,25
POL(13)	13,36	TPHC(13)	122,25
POL(14)	14,16	TPHC(14)	122,25
POL(15)	14,62	TPHC(15)	122,25

ESTADO CANA-SOCA3:

COEF. ENTRADA	VALOR	COEF. ENTRADA	VALOR
POL(10)	09,02	TPHC(10)	108,90
POL(11)	11,01	TPHC(11)	108,90
POL(12)	12,38	TPHC(12)	108,90
POL(13)	13,36	TPHC(13)	108,90
POL(14)	14,16	TPHC(14)	108,90
POL(15)	14,62	TPHC(15)	108,90

#### **APÊNDICE 4**

**DADOS REFERENTES AOS 45 BLOCOS UTILIZADOS PARA A SITUAÇÃO FICTÍCIA**

- Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco : 1  
 - Tipo de Solo : bom  
 - Variedade : NA56-79  
 - Data do Plantio : 84  
 - Estado : 3  
 - Data do ultimo corte : 7  
 - Distancia : 25.00  
 - Area : 30.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 1  
 - Numero de viagens por dia : 9  
 - Zona : 1  
 - Cultivo : Convencional

- Codigo do Bloco : 2  
 - Tipo de Solo : bom  
 - Variedade : CB47-355  
 - Data do Plantio : 85  
 - Estado : 2  
 - Data do ultimo corte : 9  
 - Distancia : 20.00  
 - Area : 18.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 1  
 - Numero de viagens por dia : 12  
 - Zona : 1  
 - Cultivo : Convencional

- Codigo do Bloco : 3  
 - Tipo de Solo : ruim  
 - Variedade : NA56-79  
 - Data do Plantio : 83  
 - Estado : 4  
 - Data do ultimo corte : 6  
 - Distancia : 45.00  
 - Area : 40.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 2  
 - Numero de viagens por dia : 8  
 - Zona : 2  
 - Cultivo : Convencional

## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco	:	4
- Tipo de Solo	:	medio
- Variedade	:	SP71-1406
- Data do Plantio	:	84
- Estado	:	3
- Data do ultimo corte	:	9
- Distancia	:	37.00
- Area	:	40.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	10
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	5
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	83
- Estado	:	4
- Data do ultimo corte	:	11
- Distancia	:	50.00
- Area	:	46.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	7
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	6
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	88
- Estado	:	0
- Data do ultimo corte	:	2
- Distancia	:	50.00
- Area	:	55.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	7
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Convencional

- Dados referentes aos blocos =

- Código do Bloco : 7  
- Tipo de Solo : medio  
- Variedade : SP71-1406  
- Data do Plantio : 85  
- Estado : 2  
- Data do ultimo corte : 8  
- Distancia : 30.00  
- Area : 27.00  
- Vinhaca : SIM  
- Tipo de caminhao : 2  
- Numero de viagens por dia : 9  
- Zona : 2  
- Cultivo : Convencional

- Código do Bloco : 8  
- Tipo de Solo : bom  
- Variedade : CB47-355  
- Data do Plantio : 85  
- Estado : 2  
- Data do ultimo corte : 8  
- Distancia : 20.00  
- Area : 25.00  
- Vinhaca : SIM  
- Tipo de caminhao : 1  
- Numero de viagens por dia : 10  
- Zona : 1  
- Cultivo : Convencional

- Código do Bloco : 9  
- Tipo de Solo : ruim  
- Variedade : NA56-79  
- Data do Plantio : 83  
- Estado : 4  
- Data do ultimo corte : 10  
- Distancia : 25.00  
- Area : 30.00  
- Vinhaca : SIM  
- Tipo de caminhao : 1  
- Numero de viagens por dia : 11  
- Zona : 1  
- Cultivo : Minimo



## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco	:	10
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	88
- Estado	:	0
- Data do ultimo corte	:	0
- Distancia	:	30.00
- Area	:	25.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	1
- Numero de viagens por dia	:	12
- Zona	:	1
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	11
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	83
- Estado	:	4
- Data do ultimo corte	:	9
- Distancia	:	45.00
- Area	:	49.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	7
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	12
- Tipo de Solo	:	medio
- Variedade	:	SP71-1406
- Data do Plantio	:	84
- Estado	:	3
- Data do ultimo corte	:	10
- Distancia	:	30.00
- Area	:	25.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	1
- Numero de viagens por dia	:	9
- Zona	:	1
- Cultivo	:	Convencional

## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco	:	13
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	CB47-355
- Data do Plantio	:	88
- Estado	:	0
- Data do ultimo corte	:	10
- Distancia	:	50.00
- Area	:	55.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	6
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	14
- Tipo de Solo	:	ruim
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	87
- Estado	:	1
- Data do ultimo corte	:	2
- Distancia	:	59.00
- Area	:	40.00
- Vinhaca	:	NAO
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	10
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Minimo

- Codigo do Bloco	:	15
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	0
- Estado	:	0
- Data do ultimo corte	:	0
- Distancia	:	60.00
- Area	:	50.00
- Vinhaca	:	NAO
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	7
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Convencional

## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco	:	16
- Tipo de Solo	:	medio
- Variedade	:	SP71-1406
- Data do Plantio	:	85
- Estado	:	2
- Data do ultimo corte	:	7
- Distancia	:	48.00
- Area	:	50.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	9
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	17
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	CB47-355
- Data do Plantio	:	83
- Estado	:	4
- Data do ultimo corte	:	6
- Distancia	:	35.00
- Area	:	39.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	10
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	18
- Tipo de Solo	:	ruim
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	88
- Estado	:	0
- Data do ultimo corte	:	0
- Distancia	:	37.00
- Area	:	30.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	9
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional

## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco : 19  
 - Tipo de Solo : bom  
 - Variedade : NA56-79  
 - Data do Plantio : 84  
 - Estado : 3  
 - Data do ultimo corte : 10  
 - Distancia : 28.00  
 - Area : 34.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 2  
 - Numero de viagens por dia : 8  
 - Zona : 2  
 - Cultivo : Convencional

- Codigo do Bloco : 20  
 - Tipo de Solo : medio  
 - Variedade : SP71-1406  
 - Data do Plantio : 84  
 - Estado : 3  
 - Data do ultimo corte : 8  
 - Distancia : 15.00  
 - Area : 25.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 1  
 - Numero de viagens por dia : 11  
 - Zona : 1  
 - Cultivo : Convencional

- Codigo do Bloco : 21  
 - Tipo de Solo : bom  
 - Variedade : CB47-355  
 - Data do Plantio : 87  
 - Estado : 1  
 - Data do ultimo corte : 2  
 - Distancia : 45.00  
 - Area : 50.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 3  
 - Numero de viagens por dia : 6  
 - Zona : 3  
 - Cultivo : Convencional

## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco : 22  
 - Tipo de Solo : ruim  
 - Variedade : NA56-79  
 - Data do Plantio : 85  
 - Estado : 2  
 - Data do ultimo corte : 8  
 - Distancia : 25.00  
 - Area : 30.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 2  
 - Numero de viagens por dia : 9  
 - Zona : 2  
 - Cultivo : Convencional

- Codigo do Bloco : 23  
 - Tipo de Solo : medio  
 - Variedade : SP71-1406  
 - Data do Plantio : 84  
 - Estado : 3  
 - Data do ultimo corte : 9  
 - Distancia : 20.00  
 - Area : 30.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 1  
 - Numero de viagens por dia : 10  
 - Zona : 1  
 - Cultivo : Convencional

- Codigo do Bloco : 24  
 - Tipo de Solo : bom  
 - Variedade : CB47-355  
 - Data do Plantio : 83  
 - Estado : 4  
 - Data do ultimo corte : 5  
 - Distancia : 15.00  
 - Area : 25.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 1  
 - Numero de viagens por dia : 13  
 - Zona : 1  
 - Cultivo : Convencional

## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco : 25  
 - Tipo de Solo : ruim  
 - Variedade : NA56-79  
 - Data do Plantio : 84  
 - Estado : 3  
 - Data do ultimo corte : 7  
 - Distancia : 40.00  
 - Area : 35.00  
 - Vinhaca : NAO  
 - Tipo de caminhao : 2  
 - Numero de viagens por dia : 10  
 - Zona : 2  
 - Cultivo : Minimo

- Codigo do Bloco : 26  
 - Tipo de Solo : bom  
 - Variedade : NA56-79  
 - Data do Plantio : 88  
 - Estado : 0  
 - Data do ultimo corte : 0  
 - Distancia : 15.00  
 - Area : 30.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 1  
 - Numero de viagens por dia : 15  
 - Zona : 1  
 - Cultivo : Convencional

- Codigo do Bloco : 27  
 - Tipo de Solo : medio  
 - Variedade : SP71-1406  
 - Data do Plantio : 85  
 - Estado : 2  
 - Data do ultimo corte : 8  
 - Distancia : 25.00  
 - Area : 25.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 2  
 - Numero de viagens por dia : 9  
 - Zona : 2  
 - Cultivo : Convencional

## - Dados referentes aos blocos =

- Codigo do Bloco	:	28
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	CB47-355
- Data do Plantio	:	84
- Estado	:	3
- Data do ultimo corte	:	10
- Distancia	:	37.00
- Area	:	25.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	10
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional
- Codigo do Bloco	:	29
- Tipo de Solo	:	ruim
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	83
- Estado	:	4
- Data do ultimo corte	:	11
- Distancia	:	50.00
- Area	:	45.00
- Vinhaca	:	NAO
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	6
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Minimo
- Codigo do Bloco	:	90
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	83
- Estado	:	4
- Data do ultimo corte	:	11
- Distancia	:	50.00
- Area	:	45.00
- Vinhaca	:	NAO
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	6
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Convencional

## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco	:	31
- Tipo de Solo	:	medio
- Variedade	:	SP71-1406
- Data do Plantio	:	87
- Estado	:	1
- Data do ultimo corte	:	2
- Distancia	:	23.00
- Area	:	28.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	1
- Numero de viagens por dia	:	8
- Zona	:	1
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	32
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	CB47-355
- Data do Plantio	:	85
- Estado	:	2
- Data do ultimo corte	:	9
- Distancia	:	30.00
- Area	:	28.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	8
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	33
- Tipo de Solo	:	ruim
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	83
- Estado	:	4
- Data do ultimo corte	:	5
- Distancia	:	20.00
- Area	:	25.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	1
- Numero de viagens por dia	:	10
- Zona	:	1
- Cultivo	:	Minimo



## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco : 34  
 - Tipo de Solo : bom  
 - Variedade : NA56-79  
 - Data do Plantio : 88  
 - Estado : 0  
 - Data do ultimo corte : 0  
 - Distancia : 35.00  
 - Area : 40.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 2  
 - Numero de viagens por dia : 7  
 - Zona : 2  
 - Cultivo : Convencional

- Codigo do Bloco : 35  
 - Tipo de Solo : medio  
 - Variedade : SP71-1406  
 - Data do Plantio : 88  
 - Estado : 0  
 - Data do ultimo corte : 0  
 - Distancia : 50.00  
 - Area : 55.00  
 - Vinhaca : NAO  
 - Tipo de caminhao : 3  
 - Numero de viagens por dia : 4  
 - Zona : 3  
 - Cultivo : Convencional

- Codigo do Bloco : 36  
 - Tipo de Solo : bom  
 - Variedade : CB47-355  
 - Data do Plantio : 84  
 - Estado : 3  
 - Data do ultimo corte : 8  
 - Distancia : 15.00  
 - Area : 25.00  
 - Vinhaca : SIM  
 - Tipo de caminhao : 1  
 - Numero de viagens por dia : 12  
 - Zona : 1  
 - Cultivo : Convencional

- Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco	:	37
- Tipo de Solo	:	ruim
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	83
- Estado	:	4
- Data do ultimo corte	:	9
- Distancia	:	43.00
- Area	:	50.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	7
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Minimo

- Codigo do Bloco	:	38
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	85
- Estado	:	2
- Data do ultimo corte	:	10
- Distancia	:	30.00
- Area	:	30.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	9
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	39
- Tipo de Solo	:	medio
- Variedade	:	SP71-1406
- Data do Plantio	:	87
- Estado	:	1
- Data do ultimo corte	:	2
- Distancia	:	28.00
- Area	:	35.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	12
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional

## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco	:	40
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	CB47-355
- Data do Plantio	:	88
- Estado	:	0
- Data do ultimo corte	:	0
- Distancia	:	20.00
- Area	:	25.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	1
- Numero de viagens por dia	:	13
- Zona	:	1
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	41
- Tipo de Solo	:	ruim
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	85
- Estado	:	2
- Data do ultimo corte	:	8
- Distancia	:	35.00
- Area	:	40.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	9
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	42
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	84
- Estado	:	3
- Data do ultimo corte	:	5
- Distancia	:	45.00
- Area	:	40.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	7
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Convencional

## - Dados referentes aos blocos :

- Codigo do Bloco	:	43
- Tipo de Solo	:	medio
- Variedade	:	SP71-1406
- Data do Plantio	:	84
- Estado	:	3
- Data do ultimo corte	:	7
- Distancia	:	15.00
- Area	:	25.00
- Vinhaca	:	SIM
- Tipo de caminhao	:	1
- Numero de viagens por dia	:	12
- Zona	:	1
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	44
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	CB47-355
- Data do Plantio	:	85
- Estado	:	2
- Data do ultimo corte	:	7
- Distancia	:	30.00
- Area	:	40.00
- Vinhaca	:	NAO
- Tipo de caminhao	:	2
- Numero de viagens por dia	:	8
- Zona	:	2
- Cultivo	:	Convencional

- Codigo do Bloco	:	45
- Tipo de Solo	:	bom
- Variedade	:	NA56-79
- Data do Plantio	:	86
- Estado	:	1
- Data do ultimo corte	:	2
- Distancia	:	50.00
- Area	:	48.00
- Vinhaca	:	NAO
- Tipo de caminhao	:	3
- Numero de viagens por dia	:	5
- Zona	:	3
- Cultivo	:	Convencional