**ZONEAMENTO DA PRODUTIVIDADE
POTENCIAL CLIMÁTICA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

MARIA INÊS MOREIRA DE ARAUJO
Meteorologista

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO ROBERTO PEREIRA

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração: Agrometeorologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Abril - 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

A663z Araujo, Maria Inês Moreira de
 Zoneamento da produtividade potencial climática
 da cana-de-açúcar no estado do Rio de Janeiro. Pirac-
 icaba, 1993.
 84p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Desenvolvimento - Efeito do
clima 2. Cana-de-açúcar - Produtividade - Rio de
Janeiro 3. Meteorologia agrícola - Rio de Janeiro
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Piracicaba

CDD 630.2515
633.61

ZONEAMENTO DA PRODUTIVIDADE POTENCIAL CLIMÁTICA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

MARIA INÊS MOREIRA DE ARAUJO

Aprovado em: 28 de maio de 1993

COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Antonio Roberto Pereira

ESALQ/USP

Prof. Dr. Luiz Roberto Angelocci

ESALQ/USP

Prof. Dr. José Marques

DCM/UERJ

Dr. Antonio Roberto Pereira

- Orientador -

ZONEAMENTO DA PRODUTIVIDADE POTENCIAL CLIMÁTICA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

MARIA INÊS MOREIRA DE ARAUJO

Aprovado em: 28 de maio de 1993

COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Antonio Roberto Pereira

ESALQ/USP

Prof. Dr. Luiz Roberto Angelocci

ESALQ/USP

Prof. Dr. José Marques

DCM/UERJ

Dr. Antonio Roberto Pereira

- Orientador -

A Deus

À minha mãe, Thereza

A meu esposo, Paulo Cesar

Aos meus filhos, Thais, Thiago e Thadeu

Ofereço.

As memórias de meu pai,

Paulo e do amigo David

Dedico.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Antonio Roberto Pereira pela orientação no desenvolvimento do presente trabalho.
- Ao Instituto Nacional de Meteorologia pela oportunidade oferecida para aprimorar meus conhecimentos profissionais.
- À Escola Superior de Agricultura " Luiz de Queiroz ", através do Departamento de Física e Meteorologia pela oportunidade de frequentar o Curso de Pós-graduação.
- Ao Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova, pelo apoio e sugestões concedidas durante a execução deste trabalho.
- Aos professores do Curso de Pós-graduação do Departamento de Física e Meteorologia pelo meu desenvolvimento profissional.
- Aos colegas e funcionários do Departamento de Física e Meteorologia pelo apoio e colaboração.
- A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

INDICE

	PÁGINA
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xv
 1. INTRODUÇÃO.....	 1
 2. REVISÃO DE LITERATURA.....	 5
2.1. Origem e difusão da cana-de-açúcar.....	5
2.2. Efeitos dos fatores físicos ambientais....	7
2.2.1. Temperatura.....	8
2.2.2. Luz (Radiação e Fotoperíodo).....	10
2.2.3. Chuva (Água).....	11
2.2.4. Vento.....	15
2.2.5. Fatores adversos que afetam a produtividade.....	15
2.3. Modelos agrometeorológicos de estimativa da produtividade.....	16
 3. MATERIAL E MÉTODO.....	 23
3.1. Material utilizado.....	23
3.1.1. Dados meteorológicos.....	23

3.1.2. Dados de produtividade.....	27
3.2. Modelo utilizado.....	27
3.2.1. Fator F.....	29
3.2.2. Produção média de matéria seca bruta em kg CH ₂ O/ha.dia.....	29
3.2.3. Fator de correção de temperatura (CT).....	30
3.2.4. Fator de correção do índice de área foliar (CL).....	31
3.2.5. Fator de correção da respiração de manutenção (r).....	34
3.3. Teste do modelo.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1. Aplicação do modelo para as condições normais (1961-1990).....	36
4.2. Aplicação do modelo quando há um aquecimento da região.....	37
4.3. Aplicação do modelo quando há um resfriamento da região.....	38
5. CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
APÊNDICE	75

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura		
nº		
1	Regiões agroclimatológicas do Estado do Rio de Janeiro.....	25
2	Zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro.....	26
3	Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961-1990) em ton/ha - ciclo: 18 meses.....	40
4	Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961-1990) em ton/ha - ciclo: 12 meses.....	41
5	Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961-1990), com acréscimo da temperatura média em 10% em ton/ha - ciclo: 18 meses.....	42

- 6 Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961 - 1990), com acréscimo de temperatura média em 10% em ton/ha - ciclo: 12 meses..... 43
- 7 Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961 - 1990), com decréscimo da temperatura média em 10% em ton/ha ciclo: 18 meses..... 44
- 8 Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961 - 1990), com decréscimo da temperatura média em 10% em ton/ha - ciclo: 12 meses..... 45

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela	
nº	
1 Relação da estações meteorológicas utilizadas.	24
2 Dados meteorológicos normais (1961 - 1990) das estações de Angra dos reis e Bangu.....	76
3 Dados meteorológicos normais (1961 - 1990) das estações de Campos e Cabo Frio.....	77
4 Dados meteorológicos normais (1961 - 1990) das estações de Ecologia Agrícola e Ilha Guaíba.....	78
5 Dados meteorológicos normais (1961 - 1990) das estações de Itaperuna e Macaé.....	79
6 Dados meteorológicos normais (1961 - 1990) das estações de Marambaia e Rio de Janeiro....	80
7 Dados meteorológicos normais (1961 - 1990) das estações de Santa Cruz e São Fidelis.....	81

8	Dados meteorológicos normais (1961 - 1990) das estações de Cataguases, MG e Cachoeira do Itapemirim, ES.....	82
9	Dados meteorológicos normais (1961 - 1990) das estações de Ubatuba, SP e Piraí.....	83
10	Dados meteorológicos normais (1961 - 1990) da estação de Vassouras.....	84
11	Produtividade de cana irrigada na localidade de Campos/RJ, para os períodos de abril/77 a setembro/78 e de setembro/78 a agosto/79.....	39
12	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Angra dos Reis.....	46
13	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Bangu.....	47
14	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Campos.....	48

15	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Cabo Frio.....	49
16	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Ecologia Agrícola.....	50
17	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Ilha Guaíba.....	51
18	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Itaperuna.....	52
19	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Macaé.....	53
20	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Marambaia.....	54

21	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Rio de Janeiro.....	55
22	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Santa Cruz.....	56
23	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para São Fidelis.....	57
24	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Cataguases, MG.....	58
25	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Cachoeira do Itapemirim, ES.....	59
26	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Ubatuba, SP.....	60

27	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Pirai.....	61
28	Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961 - 1990) para Vassouras	62
29	Produtividade real em ton/ha e produtividade estimada em ton/ha.....	63
30	Porcentagem da produtividade estimada normal (Pen) em ton/ha, produtividade potencial estimada acrescida à temperatura em 10% (Pea) em ton/ha e produtividade potencial com decréscimo de 10% na temperatura (Ped) em ton/ha.....	64

ZONEAMENTO DA PRODUTIVIDADE POTENCIAL CLIMÁTICA DA
CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Autora: MARIA INÊS MOREIRA DE ARAUJO

Orientador: ANTONIO ROBERTO PEREIRA

RESUMO

A produtividade potencial climática da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) foi estimada para diversas localidades do Estado do Rio de Janeiro utilizando um modelo matemático-fisiológico, do tipo dinâmico, proposto por De WIT (1965) e modificado por VILLA NOVA & BARBIERI (1991). O modelo utiliza dados meteorológicos mensais de temperaturas do ar máxima, mínima e média (°C), insolação e fotoperíodo (horas).

Os resultados mostram que a produtividade estimada pelo modelo foi bastante superior à produtividade atual relatada pelo IBGE, mas bem próxima da produtividade obtida em experimento de campos irrigados. Portanto, o fator mais limitante à produtividade da cana-de-açúcar na região é a falta de água, e isto indica que o uso adequado de irrigação pode aumentar significativamente a produtividade do estado.

Admitindo-se que uma mudança climática está ocorrendo, dois novos cenários climáticos foram também avaliados. Se a temperatura da região sofrer um acréscimo de 10% do valor atual, o modelo prevê que a produtividade potencial aumentará em mais de 20%, desde que a demanda por água seja plenamente atendida. Ao contrário, se houver um decréscimo de 10% na temperatura, a produtividade potencial será reduzida em mais de 25% não havendo restrição no suprimento de água.

SUGARCANE POTENTIAL CLIMATIC YIELD ZONING FOR THE
RIO DE JANEIRO STATE, BRAZIL

Author: MARIA INÊS MOREIRA DE ARAUJO

Adviser: ANTONIO ROBERTO PEREIRA

SUMMARY

The climatic potential yield for the sugarcane (*Saccharum* spp) was estimated for several regions in the Rio de Janeiro State, Brazil, using a mathematical-physiological model proposed by De Wit (1965) and modified by VILLA NOVA & BARBIERI (1991). The model inputs are the monthly means of the maximum, minimum and mean air temperature, hours of sunshine and photoperiod.

The results indicate that the estimated potential yield for the region is well above the actual yield. For some regions the actual yield is only half of that climatically possible. However, when the model predictions are compared with experimental results from

irrigated fields the discrepancy is very small suggesting that the lack of irrigation is the single most restrictive factor to the sugarcane yield in the region.

Supposing that a climatic change is under way, two new scenarios were also used to simulate the response of the sugarcane plant to those possible changes. Assuming that the mean monthly temperature will change either way by as much as 10% of the current value it was found that the model predicts that the sugarcane yield will be more affected if the temperature drops. If the temperature increases, as predicted by many climatic models, the sugarcane yield will benefit with such change for the model indicates that a 10% increase in the temperature will improve the yield by more than 20% if the demand for water is fully satisfied. If the temperature decreases by 10% the potential yield will be reduced by as much as 25%, also under optimum water supply.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das culturas de maior expressão econômica no Estado do Rio de Janeiro, contribuindo na agroindústria açucareira como fonte alternativa na geração de energia, tornando-se a mais importante cultura alternativa na fabricação de etanol no Brasil.

Estatísticas mostram que a produtividade da cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro é considerada baixa, quando comparada com outras regiões produtoras do país e do mundo. Segundo estudos da Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional (FUNDENOR), citado por SOUZA et alii (1980), os fatores que concorrem para que a produtividade seja baixa naquela região são: o plantio em solos não adequadamente preparados; utilização de mudas não tratadas; controle ineficiente de ervas daninhas; uso inadequado de fertilizantes; cortes da cana em épocas fora do período ótimo de colheita, bem como a ocorrência de déficits hídricos nos períodos de seca, e problemas de drenagem nas épocas de chuvas.

A produção agrícola é dependente, dentre outros fatores, das condições climáticas sendo sua variação apontada como a principal responsável pela variação anual da produtividade.

As relações entre os elementos climáticos e a produtividade são bastante complexas, pois o ambiente pode afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas sob diferentes formas, nas diversas fases do ciclo da cultura. A temperatura, por exemplo, afeta diferentemente o processo de fotossíntese e de respiração resultando em ganhos e perdas diferentes de fitomassa.

Modelos matemático-fisiológicos estão sendo desenvolvidos para melhor entendimento das interações clima-planta. Tais modelos procuram descrever os efeitos climáticos sobre o desenvolvimento, o crescimento e a produtividade da cultura.

A interpretação numérica desses modelos tem sido usada para planejamento de uso da terra, para zoneamento agrícola, manejo da irrigação, estudos morfo-fisiológicos das culturas, engenharia genética da planta, avaliação do impacto das possíveis mudanças climáticas, previsões do desenvolvimento e rendimento das culturas.

Os modelos mais utilizados para estimativa da produtividade, conforme classificação de ROBERTSON (1983a), são os empírico-estatísticos, os físico-estatísticos e os dinâmicos. Os modelos empírico-estatísticos utilizam séries históricas de produtividade e de elementos meteorológicos, para estimativa de coeficientes, através de técnicas de regressão. Os físico-estatísticos descrevem matematicamente os processos envolvidos na formação do rendimento, também

através de regressão. Os modelos dinâmicos, diferem normalmente dos outros devido ao grau de detalhamento descrito por cada processo individualmente, e também pela quantidade de variáveis meteorológicas e biológicas necessárias ao modelo.

O presente trabalho utiliza o modelo matemático - fisiológico, do tipo dinâmico, proposto por De WIT (1965) e modificado por VILLA NOVA & BARBIERI (1991), para estimativa da produtividade potencial da cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro.

Entende-se por produtividade potencial àquela que pode ocorrer numa região se as condições de umidade do solo forem adequadas, e não houver nem impedimento nutricional nem ocorrência de moléstias e pragas.

As estimativas serão feitas em três cenários climáticos. O primeiro, considera o clima atual, isto é, média das variações interanuais obtidas no período 1961-1990. O segundo, admite que está havendo mudança climática com consequente aquecimento da região. O terceiro cenário, assume que a mudança climática é no sentido inverso, ou seja, haverá um resfriamento na região.

Previsões com modelos atmosféricos de circulação global indicam que a temperatura planetária aumentará algo em torno de 1° C a 5° C. Evidentemente esse aquecimento não será igual em todas as partes. Em algumas latitudes, principalmente as intermediárias no hemisfério

norte, parece que os efeitos serão maiores. Para o hemisfério sul, no entanto, a falta de informações reais aumentam o grau de incerteza das previsões para esta região. Essa incerteza é responsável pela utilização do terceiro cenário.

Para cada cenário climático será elaborado um mapa indicando regiões de idêntico potencial de produtividade, ou seja, um zoneamento da cana-de-açúcar para que se obtenha as regiões de maior produção do Estado do Rio de Janeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e difusão da cana-de-açúcar

A literatura é ampla mas bastante discordante sobre a origem da cana-de-açúcar. BISWAS (1988) cita que BARBER¹ e CHATURVEDI² são da opinião que a origem da cana-de-açúcar é a Índia, e que a cultura já era mencionada desde 1400 a 1000 a.C, e que BRANDES³, após estudar vários registros concluiu que a cana pode ter sido originada na Nova Guiné.

Segundo BARBER (1931), a cana-de-açúcar foi levada da Índia para a China em torno do ano 400. Os chineses levaram-na para o Japão, Java e Filipinas, e esses países difundiram a cultura em pequenas ilhas como o Havaí, no Pacífico. No final do século XVIII foi levada para a Austrália.

¹BARBER, C.A., 1931: Proc. I.M.P. Sugarcane Res. Conf., London

²CHATURVEDI, H. S., 1951: The sugar industry of India. Ind. Sugar-cane Jour. March edition.

³BRANDES, E.W., 1956: Origin, dispersal and use in breeding of the Melanesian Garden sugar-canes and their derivative. Proc. 9th Cong. Int. Soc. Sugar-cane Technol., 709 - 750.

Para o Oriente Médio (Egito, Irã e norte da Arábia Saudita), a cana-de-açúcar foi levada por Alexandre, O Grande, sendo ali cultivada por algum tempo; mas a cultura fracassou devido ao clima ser inapto.

A cultura alcançou a Espanha em torno do ano 600, propagando-se por outros países europeus. Em 1494, Colombo introduziu a planta em São Domingos, dali espalhando-se para Cuba e outras ilhas do Caribe.

No início do século XV, a cultura foi estabelecida no México, com rendimentos elevados devido ao clima. Hoje, muitos desses países possuem prósperas indústrias açucareiras devido à qualidade do açúcar produzido, sendo suas economias dependentes da produção de cana-de-açúcar e indústrias associadas. No século XVIII a cultura estava estabelecida em aproximadamente 50 países.

No Brasil, a indústria açucareira data do século XVI. Foi trazida da Ilha da Madeira e cultivada quase simultaneamente em Pernambuco e São Paulo. Os primeiros engenhos foram construídos perto de Santos (SP). Durante 150 anos a cana-de-açúcar foi o principal produto agrícola brasileiro. A cana-de-açúcar é cultivada em todos os Estados brasileiros, mas é no Estado de São Paulo que se concentra a maioria das lavouras dessa cultura.

2.2. Efeitos dos fatores físicos do ambiente

A cana-de-açúcar é uma cultura essencialmente tropical. Atualmente ela é cultivada em mais de 90 países localizados entre os paralelos 37°N e 32°S, sendo assim adaptada em diversas condições de clima e solo. A duração de seu período de crescimento varia de 10 meses, em alguns países, a 24 meses em outros e, no Havaí, de 2 a 3 anos, dependendo do solo, das condições climáticas e das características varietais. O rendimento da cana varia consideravelmente de lugar para lugar e também de estação para estação. Um dos principais fatores que contribui para esta variação é o clima, que tem influência direta na germinação, crescimento, rendimento e no conteúdo de açúcar. O Brasil é, possivelmente, o único país com duas colheitas anuais de cana-de-açúcar. Uma, na região Norte-Nordeste, que começa em setembro estendendo-se até abril. Outra, na região Centro-Sul, que vai de junho a dezembro. Isso se deve à sua grande extensão territorial no sentido norte-sul, a qual proporciona ao desenvolvimento da cultura canavieira as mais variadas condições climáticas.

Os elementos climáticos, tais como: temperatura, chuva, radiação solar, vento e fenômenos meteorológicos adversos como, geada, granizo e ventos tornádicos têm influências decisivas no crescimento e desenvolvimento de uma cultura.

2.2.1. Temperatura

A temperatura é um dos elementos do clima que controlam o crescimento e desenvolvimento das plantas. Existe uma temperatura abaixo da qual a planta não mais se desenvolve, e a esse limite inferior define-se como temperatura base. Existe também uma faixa considerada ótima para o seu desenvolvimento.

Para a cana-de açúcar alguns autores chegaram a resultados como: FAUCONIER⁴, citado por BARBIERI & VILLA NOVA (1981), cita que em temperatura abaixo de 25°C e acima de 35°C o crescimento da cana é muito lento, e que o crescimento é máximo quando a temperatura varia de 30 a 34°C, sendo praticamente nulo para temperatura superior a 38°C. BACCHI & SOUZA (1977) determinaram que o crescimento torna-se praticamente nulo para temperaturas inferiores a 19-20°C para cana não irrigada, e 18 - 19°C, para condições irrigadas. BARBIERI et alii (1979) encontraram que a temperatura base para a cana-de-açúcar está em torno de 20°C e que seu ponto ótimo para a fase de germinação esta por volta de 32°C, sendo a temperatura base para esta fase 21°C.

Para que ocorra o florescimento da cana é necessário a ocorrência de uma sequência de dias com temperaturas mínimas acima de 18°C e máximas abaixo de 31°C no

⁴FAUCONIER, R. & BASSEREAU, D. La caña de azucar. Barcelona, Blume, 1975. 433p.

período indutivo, conforme concluíram PEREIRA et alii (1983), quando estudaram os efeitos da temperatura sobre o florescimento da cana-de-açúcar, variedade NA56-79, para a região de Araras-SP.

A ação da temperatura no desenvolvimento da planta pode ser quantificada pelo acúmulo diário da temperatura média descontando-se a temperatura base da cultura. A esse acúmulo de temperatura denomina-se de graus-dia, unidades térmicas ou unidades de calor. Neste trabalho utilizar-se-á a nomenclatura de graus-dia e considerar-se-á a temperatura base para a cana-de-açúcar igual a 18°C.

VILLA NOVA et alii (1972) obtiveram graficamente equações para estimativa do graus-dia em função das temperaturas base, máxima e mínima.

Para estimativa de graus-dia acumulados, MANIERO (1980) utilizou os métodos propostos por VILLA NOVA et alii (1972), por THOM (1954) e o método que utiliza a diferença entre a temperatura média do ar e a temperatura base da cultura. Correlacionou estatisticamente os valores de graus-dia acumulados pelos três métodos citados com a altura da planta, altura do colmo e a área foliar para algumas variedades de cana-de-açúcar, concluindo que o método proposto por VILLA NOVA et alii (1972), foi o que apresentou-se mais correlato com o desenvolvimento da cultura.

2.2.2. Luz (Radiação e fotoperíodo)

A cana-de-açúcar é uma das culturas de maior eficiência fotossintética e ponto de saturação luminosa elevado. Logo, quanto maior a quantidade de energia luminosa, maior será a taxa de fotossíntese realizada pela planta, ocasionando, maior crescimento e acúmulo de açúcares.

Segundo BARBIERI & VILLA NOVA (1981), o comprimento do colmo aumenta quando o comprimento do dia varia entre 10 e 14 horas, mas se os fotoperíodos forem muito longos entre 16 e 18 horas, o comprimento do colmo é reduzido.

Um modelo de avaliação do crescimento da cana-de-açúcar, em função da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar foi testado por VILLA NOVA et alii (1983), para Piracicaba-SP. Concluíram que esse modelo quando comparado com o desenvolvimento vegetativo real, representado pela variação de altura das plantas, mostrou-se bastante viável, para períodos de 30 dias.

Para a maioria das variedades de cana-de-açúcar, são necessárias entre 12 e 12,5 horas de fotoperíodo para a indução do florescimento (PEREIRA et alii, 1983). BARBIERI et alii (1984), apresentaram a época de ocorrência desse período favorável para latitudes de 0° a 30°S, e mostraram que esse período é maior nas baixas latitudes.

2.2.3. Água

Um adequado suprimento de umidade é essencial para o crescimento da cana-de-açúcar e a sua origem pode ser tanto da chuva como da irrigação.

A cultura é cultivada amplamente sob diversos regimes de chuva. Em algumas partes do Peru por exemplo, a chuva é praticamente nula, sendo a cultura de completa dependência de irrigação. Em algumas áreas do Havaí, onde a cana-de-açúcar é cultivada, a média anual de chuva está em torno de 3500mm.

A cana-de-açúcar necessita em média de 1200 a 1500mm de chuva por ano, mas esta quantidade deve ser bem distribuída durante todo ano, sendo importante que a precipitação seja maior no período de crescimento vegetativo e menor durante a época de maturação, pois o período seco ajuda o acúmulo maior de sacarose.

Existe correlação positiva marcante entre a produtividade da cana-de-açúcar e a disponibilidade hídrica, conforme os resultados de PEREIRA Jr. (1984), que estudando o efeito da irrigação na produtividade de três variedades de cana-de-açúcar, concluiu que a irrigação acarretou acréscimos médios na produtividade da cana e de açúcar da ordem de 40%, para as variedades estudadas. TULLER et alii (1987), avaliando o comportamento de três variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar, concluíram que

houve efeito significativo da irrigação na produtividade da cana-da-açúcar em todas as variedades, chegando a obter uma variação na produtividade de 96% a mais do que a parcela não irrigada.

Os efeitos da seca no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar têm sido enfatizadas por vários autores. BRINHOLI (1975), em experimento de campo, estudando nove variedades de cana concluiu que o comportamento, em relação à seca, foi diferente nas diversas variedades e que a maior ou menor resistência das plantas à seca foi afetada pela idade. Estudando o comportamento à seca de três variedades de cana-de-açúcar, com a finalidade de determinar as variações do estado hídrico da planta, SANTOS FILHO (1984) mostrou que as respostas das plantas foram semelhantes com relação à diminuição do crescimento à medida que o déficit hídrico se desenvolveu e tal comportamento foi associado à maior ou menor diminuição do potencial da água da folha. ROSENFELD (1989), estudando o comportamento da cana-de-açúcar quando submetida a período de deficiência hídrica acentuada em diversos estádios de crescimento e diferentes épocas do ano, concluiu que o início do estágio de máximo desenvolvimento da cana planta é o período mais sensível à déficit hídrico.

A evapotranspiração corresponde ao volume de água evaporada pela superfície do solo mais o transpirado pela planta. Essa perda de água pela cultura durante seu

ciclo vegetativo é função de sua área foliar, estágio fisiológico e densidade do sistema radicular; sendo definida como evapotranspiração real. Quando a perda de água é de uma superfície plana coberta de grama em solo na capacidade de campo, denomina-se evapotranspiração potencial. Na prática a evapotranspiração real é também chamada de evapotranspiração da cultura. É de grande importância o conhecimento da evapotranspiração real para projetos de irrigação, pois representa a quantidade de água que deve ser adicionada ao solo para que seja mantido o crescimento e a produção em condições ideais, mas sua determinação é difícil, podendo acarretar muitos erros. Por isso, utiliza-se estimativas da evapotranspiração potencial para gramado, corrigidas por um coeficiente de cultura (K_c). Esse coeficiente de ajuste representa o quociente entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração potencial, sendo variável com o estágio de desenvolvimento. DOORENBOS & KASSAN (1979) apresentaram os valores de K_c para a cana-de-açúcar em diferentes etapas do desenvolvimento, sendo que estes valores variam de 0,4 a 1,30, dependendo do estágio de desenvolvimento. BARBIERI (1981) determinou valores de K_c para a cana-de-açúcar, ao longo do ciclo, em relação à diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial e mostrou que os valores de K_c encontrados pelos diferentes métodos não diferiram estatisticamente entre si.

Segundo CAMARGO (1962), a evapotranspiração potencial pode ser definida como a precipitação teoricamente necessária às plantas, ou como a chuva ideal para atender às necessidades de água da superfície vegetada de forma a não provocar nem excedentes nem deficiências de umidade no solo.

A evapotranspiração da cana-de-açúcar tem sido estimada por diversos autores. TULLER et alii (1981), em experimento de campo, determinaram a evapotranspiração da cana-de-açúcar em diferentes níveis de água do solo em Campos-RJ, utilizando a equação apresentada por SLATYER⁵ e correlacionaram-na com a evaporação do tanque Classe A e com outros métodos empíricos, encontrando como valores médios da evapotranspiração medida 3,5, 3,6 e 3,7mm/dia para a cana planta, soca e ressoca, respectivamente e valores médios de Kc de 0,79, 0,84 e 0,87 para a cana planta, soca e ressoca, respectivamente.

Para a contabilização da quantidade de água retida no solo, utiliza-se o balanço hídrico. Um dos métodos de cálculo do balanço hídrico mais utilizado é o de THORNTHWAITE & MATHER (1955), devido a facilidade na obtenção dos parâmetros climáticos utilizados no seu procedimento.

⁵SLATYER, R.O. Methodology of a water balance study conducted on a desert woodland (*Acacia anema* F. Moell) community in Central Austrália, 1967. UNESCO. Arid Zone Res., 16:15-16.

2.2.4. Vento

O vento quando considerado em microescala, influi diretamente no crescimento e desenvolvimento das culturas. Os ventos locais alteram a umidade do ar e do solo e são influenciados pela topografia da área cultivada.

WARREN & WADSWORTH⁶, citado por BISWAS (1988), observaram que ventos com velocidade próxima de 30 cm/s, ajudam a cana a alcançar seu crescimento máximo, enquanto que velocidades superiores tendem a reduzir a taxa de crescimento. Ventos fortes prejudicam a cultura provocando o acamamento, especialmente quando a cultura está completamente desenvolvida, pois esta provoca uma resistência ao movimento do ar.

2.2.5. Fatores adversos que afetam a produtividade

Alguns dos fatores meteorológicos adversos importantes que afetam o cultivo da cana-de-açúcar são inundações, seca, geada e granizo. Mais recentemente, estudos têm sido feito sobre o impacto do El Niño na produção de açúcar mundial, sendo mostrado que o evento El Niño ocorrido

⁶WARREN, W.J., & WADSWORTH, R.M., 1958: The effect of wind speed on assimilation rate: a reassessment. *Annals of Botany*, 22, 285 - 290.

em 1972/73 resultou em redução significativa na produção da cana-de-açúcar na Índia, África do Sul e Austrália. Em 1983, provocou seca no sul e oeste da África, Austrália e Índia, e inundações no sul da China e em partes da América do Sul prejudicando a cana-de-açúcar. O El Niño 1991/92 começou fraco, mas desde dezembro de 1991 tem mostrado aumento na sua severidade. Isto deverá ter importantes implicações para a produção de cana-de-açúcar de 1992/93 (MARCUS, 1992).

2.3. Modelos agrometeorológicos de estimativa de produtividade.

Um modelo matemático é a representação quantitativa das hipóteses feitas à respeito do sistema real. Os modelos matemáticos podem ser excelentes mecanismos de previsão. A experiência tem mostrado que o modelo deve ser suficientemente simples para permitir sua manipulação e entendimento; e suficientemente complexo para permitir extrapolação das conclusões (PEREIRA, 1987).

Os modelos têm muitas utilizações práticas nas atividades agrícolas e agrometeorológicas. Cartas e mapas dos resultados de vários modelos têm sido usados para planejamento de uso da terra e zoneamento agrícola. Os modelos têm sido utilizados também para caracterizar a duração dos ciclos das culturas, permitindo assim planejamento das semeaduras e monitoramento das épocas de

colheita, e estimativa de produção de safra baseado nos efeitos de vários elementos meteorológicos (ROBERTSON, 1983b).

Diversas aproximações têm sido sugeridas para modelar o efeito da variabilidade climática na produção vegetal. Neste trabalho comentar-se-á apenas as aproximações feitas por ROBERTSON (1983a) que definiu três tipos de modelos agroclimáticos:

a) modelo empírico-estatístico, em que as variáveis meteorológicas correspondem normalmente às condições pluviométricas reinantes durante o ciclo da cultura, como no trabalho de FISHER (1924), que desenvolveu uma técnica estatística especial para analisar a influência da chuva na produção de trigo em Rothamsted, na Inglaterra. A referida técnica leva em conta não somente o total de precipitação em um determinado período, mas também a sua distribuição.

b) modelo físico-estatístico, onde se procura descrever matematicamente os processos envolvidos na formação do rendimento da cultura através de análises de regressão, como o trabalho de BAIER (1973), usando o modelo para avaliação do rendimento do trigo de primavera no Canadá.

A desvantagem principal na utilização de equações lineares de regressão é que os efeitos das variáveis são considerados independentemente, enquanto na natureza existe interações entre precipitação, radiação solar

e temperatura. Existe ainda o perigo de que tais relações sejam usadas fora dos limites para os quais foram determinados. Extrapolações conduzem a resultados não confiáveis.

c) modelo dinâmico, que se diferencia dos demais através do grau de detalhamento individual para cada processo envolvido, necessitando ainda de um número muito maior de informações climatológicas, como o trabalho de SPLINTER (1974) em milho.

Os modelos dinâmicos, também denominados de matemáticos-fisiológicos, são baseados nos processos fisiológicos e foram desenvolvidos visando-se simular o crescimento e o desenvolvimento das culturas.

A aplicação de alguns modelos de estimativa da produtividade será apresentada a seguir englobando tanto modelos estatísticos como modelos fisiológicos.

Utilizando como variáveis evapotranspiração, temperatura, insolação e umidade do ar, OMETTO (1974), aplicando o método de análise de regressão múltipla, encontrou uma equação para a previsão de rendimento agrícola e outra para rendimento industrial para a cana-de-açúcar na região de Piracicaba/SP.

DOORENBOS & KASSAN (1979), apresentaram dois métodos que permitem quantificar a produtividade potencial de distintas regiões determinando assim as mais convenientes para a produtividade de um dado cultivo. Os dois métodos

utilizam-se do conceito de De WIT (1965), o qual também é a base do presente estudo, e propuseram também um método para estimar a produtividade, o qual quantifica o efeito da falta de água no solo sobre o decréscimo da produtividade.

A partir de informações meteorológicas, MACHADO (1981) desenvolveu um modelo matemático-fisiológico para simular o acúmulo de matéria seca na cultura de cana-de-açúcar, mostrando que o modelo obteve um resultado teórico consistente com os resultados obtidos experimentalmente, embora nas fases inicial e final do desenvolvimento da cultura, o modelo subestime ligeiramente os resultados e na fase intermediária superestime.

SEGOVIA & ANDRADE (1982) propuseram um modelo que evidencia a redução da produtividade máxima de uma cultura qualquer, quando a umidade do solo se afasta da que seria considerada ideal. O principal objetivo dos autores foi o de explicar as variações que uma cultura apresenta em sua produtividade, considerando-se os valores da precipitação pluvial. Tal modelo permite assim estimar as variações na safra, uma vez que se conheça a distribuição da precipitação e os limites de água disponível no solo que afetam o desenvolvimento da cultura.

Um modelo matemático-fisiológico para simulação dinâmica diária do crescimento da cana-de-açúcar foi desenvolvido por PEREIRA & MACHADO (1986). O SIMCANA, como é denominado, condensa praticamente todos os conhecimentos

sobre os processos fisiológicos da cultura da cana-de-açúcar. Através da radiação solar global, da temperatura máxima e mínima e da umidade do ar, o SIMCANA estima as taxas de fotossíntese, de respiração e de crescimento da cultura, as taxas de senescência das folhas e das raízes, a massa seca das folhas, dos colmos e das raízes e o índice de área foliar.

SILVA et alii (1987) apresentaram previsões dos rendimentos de diversas culturas, obtidas através de modelos estatísticos com variáveis climáticas, comparando-as interativamente com levantamento de campo. Os resultados indicaram que, via de regra, é possível obter boas indicações sobre a adaptação desses modelos às culturas anuais.

Desenvolvendo um modelo a ser utilizado na pré-colheita para a previsão do rendimento da cana-de-açúcar através de técnica de regressão múltipla e na seleção das características do rendimento utilizando a técnica de regressão Stepwise, SINGH & BAPAT (1988) observaram que o número de canas, a altura da planta e o diâmetro da cana podem ser usados para a previsão de rendimento da cana-de-açúcar em torno de quatro meses antes da colheita.

GUPTA & SINGH (1988) estabeleceram uma equação de regressão linear múltipla para estimativa da produtividade da cana-de-açúcar (cv.co.419), baseada em dados de produtividade, em dados do início dos diferentes estádios fenoló-

gicos, dados semanais de temperatura máxima e mínima, duração do brilho solar, chuva, número de dias de chuva, sendo previsto valores de rendimento de 120,1 e 128,4 ton/ha e o rendimento real foi 134,3 e 138,3 ton/ha, respectivamente.

Estudos foram conduzidos por INMAN-BAMBER & THOMPSON (1989) sobre o acúmulo de matéria seca no crescimento da cana-de-açúcar sem restrição de água e fertilizantes. Eles validaram dois modelos de fotossíntese e respiração e desenvolveram um modelo simples para as variedades N.CO.376 e N.14. Mostraram que os modelos ajustaram bem para a variedade N.CO.376 e indicaram que a eficiência fotossintética total desse cultivar está entre 8,2 - 8,8 % da radiação fotossinteticamente ativa, pelo menos quando a cultura é jovem. A respiração de manutenção apresentou-se em torno de 0,3 % da massa seca. Mas eles afirmam que muitos aspectos dos modelos requerem novas validações e refinamentos e concluem que os modelos podem ser usados para cálculo de produtividade potencial em relação a diferentes plantios e variações espaciais e temporais da radiação solar.

Um trabalho para avaliação do rendimento potencial da cana-de-açúcar foi apresentado por MUCHOW et alii (1991) em diferentes locais da Austrália. Calcularam os rendimentos de cana (ton/ha) para ciclos de 18 e 12 meses, usando dados de temperatura e radiação solar. A conclusão principal a que chegaram foi que a cana planta é

biologicamente menos eficiente que a soca, mas dá alta produtividade por apresentar um ciclo maior e consequentemente maior acúmulo de energia.

O modelo matemático-fisiológico proposto por De WIT (1965) foi modificado por VILLA NOVA & BARBIERI (1991), para a cultura da cana-de-açúcar. Esse modelo apresenta uma equação para relacionar a produtividade mensal de fitomassa e alguns elementos climáticos (as temperaturas extremas do ar, o fotoperíodo, a insolação) aliados a índices de déficit hídrico ao longo do ciclo. Aplicando esse modelo para a região de Araras/SP, com onze anos de dados experimentais de produção de cana irrigada, concluíram que o modelo adotado sugere uma razoável consistência, visto que, com o modelo estimou-se a produção de cana irrigada de 138 ton/ha e os dados experimentais mostram que a produção oscilou entre 132 e 140 ton/ha.

Neste trabalho é aplicada a metodologia proposta por De WIT (1965) e modificada por VILLA NOVA & BARBIERI (1991) visando a estimativa da produtividade potencial da cana-de-açúcar e a sua aplicação para o Estado do Rio de Janeiro.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Material utilizado

3.1.1. Dados meteorológicos.

Os dados meteorológicos mensais foram obtidos das estações meteorológicas pertencentes ao Centro Regional de Meteorologia e Climatologia do Rio de Janeiro (CRMC/RJ) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da publicação NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1961 - 1990).

A localização das estações meteorológicas, assim como o período estudado encontram-se na tabela 1, e na figura 1 é apresentada a localização das estações meteorológicas nas regiões agroclimatológicas do Estado do Rio de Janeiro.

Os dados meteorológicos utilizados no trabalho foram temperaturas extremas (máxima e mínima), temperatura média, insolação e fotoperíodo. Estes dados se encontram nas tabelas de 2 a 10.

Do Zoneamento Agroclimático da cana-de-açúcar (regiões aptas) do Estado do Rio de Janeiro, selecionou-se as estações meteorológicas a serem usadas no estudo (Figura 2).

Tabela 1: Relação das estações meteorológicas utilizadas

ESTAÇÕES	UF	LATITUDE(S)	LONGITUDE(W)	PERÍODO
1 ANGRA DOS REIS	RJ	23°01'	44°19'	61/90
2 BANGU	RJ	22°52'	43°28'	61/90
3 CABO FRIO	RJ	22°59'	42°02'	70/87
4 C. ITAPEMIRIM	ES	20°51'	41°06'	61/90
5 CAMPOS	RJ	21°45'	41°20'	61/90
6 CATAGUASES	MG	21°23'	42°41'	61/79
7 ECOL. AGRÍCOLA	RJ	22°46'	43°41'	61/90
8 ILHA GUAÍBA	RJ	23°00'	44°02'	72/90
9 ITAPERUNA	RJ	21°12'	41°53'	68/90
10 MACAÉ	RJ	22°33'	41°46'	79/90
11 MARAMBAIA	RJ	23°03'	43°36'	84/90
12 PIRAÍ	RJ	22°38'	43°54'	61/90
13 RIO DE JANEIRO	RJ	22°55'	43°10'	73/90
14 SANTA CRUZ	RJ	22°55'	43°40'	64/90
15 SÃO FIDELIS	RJ	21°39'	41°15'	73/90
16 UBATUBA	SP	24°26'	45°06'	61/90
17 VASSOURAS	RJ	22°20'	43°40'	61/90

Fonte: INMET

- A - Norte-Fluminense
- B - Baixada Campista
- C - Baixada Litorânea
- D - Vale Médio do Paraíba
- E - Serrana
- F - Baixada Metropolitana
- G - Litoral Sul

Figura 1. Regiões agroclimatológicas do Estado do Rio de Janeiro.
Os números correspondem as estações contidas na tabela 1.
Fonte: VALENÇA et alii (1992)

A	APTO	- condições térmicas e hídricas satisfatórias
B	APT0	- em baixadas, condições térmicas ótimas -
limitações hídricas no período vegetativo
irrigação recomendável
C	MARGINAL	- limitação térmica moderada
D	INAPTO	- limitação térmica
E	APT0	- com irrigação

Figura 2. Zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro.
Fonte: ORTOLANI et alii (1970)

3.1.2. Dados de produtividade

Utilizou-se os dados de produtividade da cana-de-açúcar da localidade de Campos/RJ, com a finalidade de validar o modelo. Os dados de produtividade utilizados correspondem aos de cana irrigada para o período de abril/77 a setembro/78 para o ciclo de 18 meses e de setembro/78 a agosto/79 para o ciclo de 12 meses, dados estes encontrados por TULLER (1987), em experimento de campo. Estes dados encontram-se na tabela 11.

3.2. Modelo utilizado

O modelo aplicado, neste trabalho, parte do conceito de De WIT (1965), onde a produtividade bruta é ponderada pelas condições de nebulosidade, ou seja, pela disponibilidade de energia solar, isto é,

$$P_p = F \cdot Y_o + (1 - F) \cdot Y_c \quad (1)$$

onde: P_p = produção bruta de matéria seca de um determinado cultivo (kg CH_2O /ha.dia);

F = fração do tempo em que o dia está nublado;

Y_o = produção de matéria seca bruta em condições de céu encoberto (kg CH_2O /ha.dia);

Y_c = produção de matéria seca bruta em condições de céu claro (kg CH_2O /ha.dia).

Essa equação, completada pelas correções de temperatura (CT), de índice de área foliar (CL) e de respiração de manutenção (r) permite estimar a produção potencial corrigida (P_{pc}) de uma cultura, desde que esta esteja em condições ótimas de água disponível e de nutrientes e sem ocorrência de pragas e doenças.

No presente trabalho, a estimativa será feita para o período de um mês e serão utilizados valores médios mensais. Desse modo, facilita-se a aplicação do modelo visando o zoneamento da produtividade potencial visto que valores diários são disponíveis apenas para algumas localidades. Optou-se pela utilização de outras estações além das contidas nas normais climatológicas para que um número maior de localidades pudesse ser utilizado melhorando sobremodo o zoneamento.

As modificações feitas por VILLA NOVA & BARBIERI (1991), para a cultura da cana-de-açúcar, encontram-se na equação:

$$P_{pc} = (F \cdot Y_o + (1 - F) \cdot Y_c) \cdot ND \cdot CT \cdot CL \cdot r \quad (2)$$

onde: ND = número de dias do mês;

Esta equação dá a produção de matéria seca bruta corrigida em kg de $CH_2O/ha.mês$, e precisa ser convertida em matéria seca elaborada. Para tanto, é necessário multiplicá-la por um fator de conversão, que leva em consideração a qualidade da matéria seca formada, isto é, sua

composição química. No caso da cana-de-açúcar, onde predomina a presença de carboidrato, MACHADO (1981) determinou que são necessários 1,27g de CH₂O fotossintetizado para produzir 1g de matéria seca.

3.2.1. Fator F

O fator F corresponde à fração do dia em que o tempo está nublado e é dado pela seguinte expressão:

$$F = (1 - \frac{INS}{N}) \quad (3)$$

onde: INS = insolação média (brilho solar) do mês (horas);

N = fotoperíodo ou duração média do dia (horas)

3.2.2. Produção média de matéria seca bruta em kg CH₂O/ha.dia

A produção média mensal de matéria seca bruta tanto em condições de céu claro (Y_c) como em condições de céu encoberto (Y_o) é dada em tabelas por De WIT (1965) em função da latitude. Para facilitar os cálculos, VILLA NOVA & BARBIERI (1991) utilizaram equações que substituem as tabelas.

Sob condições de céu encoberto, a produção média mensal de matéria seca bruta é dada pela equação

$$Y_o = 409,1 \cdot \ln \frac{(1 + 0,001305 \cdot \frac{Q_o}{N})}{(1 + 0,000065 \cdot \frac{Q_o}{N})} \cdot N \quad (4)$$

onde: $\ln$ = logarítmo neperiano;

Q_o = radiação solar extraterrestre média
(cal/cm².dia);

N = fotoperíodo médio em horas.

Para um dia totalmente claro, a produção média mensal de matéria seca bruta pode ser estimada através da equação

$$Y_c = 409,1 \cdot \ln \frac{(1 + 0,003479 \cdot \frac{Q_o}{N})}{(1 + 0,0001732 \cdot \frac{Q_o}{N})} \cdot N \quad (5)$$

3.2.3. Fator de correção de temperatura (CT)

A taxa de fotossíntese em plantas de cana-de-açúcar aproximadamente dobra a cada aumento de 10°C, em temperaturas variando de 15 a 30°C, segundo medidas efetuadas por GLOVER (1974) em plantas inteiras.

MACHADO (1981), construiu um gráfico do efeito instantâneo da temperatura do ar sobre a fotossíntese, onde se verifica que entre as temperaturas de 30 e 35°C, o fator é 1,0 (fotossíntese máxima), de 0 a 12°C o fator é 0,0 e entre

12 e 30°C, o fator é descrito por uma equação, que neste trabalho é dado pela seguinte expressão:

$$CT = 0,0495 \cdot TMD - 0,51 \quad (6)$$

onde: TMD = temperatura média mensal (°C)

3.2.4. Fator de correção do índice de área foliar (CL)

É aplicado devido a diferentes intensidades de radiação solar que interage com o dossel vegetativo, pois a taxa de fotossíntese é menor nas folhas inferiores que nas superiores, pois com o sombreamento as folhas inferiores recebem menos radiação. A taxa de fotossíntese total de uma comunidade aumenta com o índice de área foliar (IAF), mas em razão do autossombreamento, há um declínio na taxa de fotossíntese média por unidade de área foliar. Este declínio é compensado, até determinado limite, pelo contínuo aumento no IAF. Foi utilizada a equação dada por VILLA NOVA & BARBIERI (1991).

$$CL = [1 - \exp (- 0,8 \cdot IAF)] \quad (7)$$

O IAF representa a superfície disponível para a fotossíntese, isto é, o tamanho do aparelho transformador da energia solar em carboidratos. Sua evolução com a idade da cultura foi estimada em função do graus-dia. Dessa forma, substitui-se a escala temporal (dias) pela escala térmica

(GDC), pois dias com condições térmicas diferentes têm efeitos distintos sobre os processos fisiológicos. Utilizando dados de MACHADO (1981) foi encontrada a seguinte equação.

$$IAF = 4,093 - \left(\frac{555,16}{SGDC} \right) \quad (8)$$

onde: SGDC = somatório dos graus-dia corrigido em função do fotoperíodo desde a data do plantio.

Para o cálculo mensal de graus-dia foi utilizada a seguinte fórmula:

$$GD = ND (TMD - T_b) \quad (9)$$

onde: GD = graus-dia acumulado no mês;

T_b = temperatura base para a cana-de-açúcar (igual a 18°C).

Para os casos em que a TMD foi menor que 18°C, calculou-se os graus-dia pelo método proposto por VILLA NOVA et alii (1972), usando a seguinte expressão:

$$GD = ND \cdot \frac{(TX - T_b)^2}{2 (TX - TM)} \quad (10)$$

onde: TX = média das temperaturas máximas diárias do mês (°C)

TM = média das temperaturas mínimas diárias do mês (°C)

Graus-dia pode ter efeito tanto amplificador como redutor. Isso depende das condições do fotoperíodo, isto é, se o fotoperíodo for crescente durante o mês, então, graus-dia terá efeito amplificador sobre o processo fisiológico. Se, ao contrário, o fotoperíodo estiver

decrecendo durante o mês, daí o efeito será redutor. Para levar esse fato em consideração VILLA NOVA (1992)⁷ sugere a utilização de uma correção que é dada pela seguinte expressão:

$$GDC = GD \cdot C \quad (11)$$

onde: C = fator de correção.

C é dado pela seguinte equação:

$$C = \left(\frac{N_f}{N_i} \right)^2 \quad (12)$$

onde: N_f = fotoperíodo do último dia do mês;

N_i = fotoperíodo do primeiro dia do mês.

Para aplicação do modelo foi utilizado o índice de área foliar médio do período (IAFM), calculado pela média aritmética do IAF do mês e o IAF do mês anterior. Isso porque o IAF calculado pela equação (8), superestima o valor do IAF no início e no fim do ciclo da cultura. Tal equação é válida para valores de SGDC > 120. Para valores menores, o IAF é considerado igual a zero.

⁷VILLA NOVA, N.A. (ESALQ/USP - Departamento de Física e Meteorologia), comunicação pessoal, 1992.

3.2.5. Fator de correção da respiração de manutenção (r)

A respiração de manutenção se aplica a matéria seca originária do carboidrato bruto corrigido. Ocorre devido ao consumo de energia para manutenção dos processos fisiológicos vitais da planta. A correção de respiração é multiplicativa e expressa por:

$$r = 1 - 0,01 \left(\frac{P_{pc}}{SP_{pc}} \right) \quad (13)$$

onde: P_{pc} = produção bruta de matéria seca corrigida
(kg CH₂O/ha.mês)

SP_{pc} = produção bruta total de matéria seca corrigida
desde o início do ciclo da cultura
(kg CH₂O/ha.ciclo).

Neste trabalho o fator de correção da respiração de manutenção foi considerado igual a 0,99. Mas esta correção deve ser introduzida na produção de matéria seca acumulada em cada período.

3.3. Teste do modelo

O modelo foi testado para a estação de Campos/RJ para os anos de 1977, 1978 e 1979, correspondendo aos ciclos de 18 meses que foi de abril/77 a setembro/78 e o de 12 meses de setembro/78 a agosto/79. Os resultados encontram-se na tabela 11.

A produtividade potencial estimada para a cana-de-açúcar no ciclo 77-78, foi de 154,7 ton /ha e para o ciclo 78-79, encontrou-se 102,2 ton/ha.

O modelo foi aplicado em 17 localidades dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo, para dois ciclos diferentes da cultura (18 e 12 meses).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando os valores de produtividade estimada com a produtividade da cana irrigada (tabela 11), para os dois ciclos, verifica-se que estes valores estiveram bem próximos, mostrando a boa consistência do modelo, permitindo assim a extrapolação do mesmo para outras localidades do estado onde não se tem dados disponíveis para comparação.

Os resultados das estimativas da produtividade utilizando o modelo de De WIT (1965), modificado por VILLA NOVA & BARBIERI (1991), são apresentados separadamente para cada cenário estudado.

4.1. Aplicação do modelo para as condições médias normais (1961-1990).

Os resultados encontram-se nas tabelas de 12 a 28, e nas figuras 3 e 4.

Analisando os resultados observou-se que os maiores valores de produtividade potencial para os dois ciclos estudados são encontrados no norte Fluminense e nas Baixadas Campista, Litorânea e Metropolitana, e os menores são encontrados no Vale médio do Paraíba e litoral sul do

estado. As produtividades potenciais variaram de 123 a 151 ton/ha na cana planta e de 88 a 108 ton/ha na cana soca.

Quando se compara os resultados da produtividade potencial estimada com a produtividade média ocorrida nas diversas regiões do Estado verifica-se que os valores estimados são bastante superiores a produtividade real, sendo que esta variação chega até mais do dobro em algumas localidades (tabela 29). Os valores estimados superiores ao real é fato esperado porque o modelo estima a produtividade potencial, ou seja, aquela que a cultura não sofre nem deficiência hídrica, nem nutricional e não há ocorrência de pragas e doenças. No campo não acontece a alta produtividade devido a não existência de bons métodos de preparo do solo, de plantio, épocas de plantio e colheita e sobre tudo na utilização adequada da irrigação (SOUZA et alii, 1980).

4.2. Aplicação do modelo quando há um aquecimento da região.

Para tal foi necessário elevar a temperatura média mensal de cada localidade em 10% do seu valor, aumento este que correspondeu a uma elevação de mais de 2,0°C.

Os resultados são encontrados nas figuras 5 e 6 para os dois ciclos estudados.

Observou-se um aumento na produtividade potencial em torno de 21% para a cana com ciclo de 18 meses e de 24% para a cana de 12 meses (tabela 30).

A produtividade potencial variou de 150 a 182 ton/ha na cana planta e 106 a 134 ton/ha na cana soca.

4.3. Aplicação do modelo quando há um resfriamento da região.

Efetuuou-se um decréscimo de 10% na temperatura média mensal em todo o ciclo da cultura, correspondendo um decréscimo de mais de 2,0°C.

Os resultados encontram-se nas figuras 7 e 8, para os ciclos de 18 e 12 meses respectivamente.

Analisando os resultados encontrados observa-se que há um decréscimo na produtividade potencial em torno de 26% tanto para a cana com ciclo de 18 meses como para a de 12 meses (tabela 30).

Os valores de produtividade potencial variaram de 88 a 115 ton/ha na cana planta e de 64 a 83 ton/ha na cana soca.

Tabela 11. Dados de produtividade de cana irrigada e produtividade estimada da localidade de Campos/RJ, para os períodos de abril/77 a setembro/78 e setembro/78 a agosto/79 em ton/ha.

CICLO	VARIEDADE	PRODUTIVIDADE	
		CANA IRRIGADA*	ESTIMADA
18	CB45-3	153,8	
	NA56-79	143,6	154,7
	CP51-22	138,9	
12	CB45-3	100,2	
	NA56-79	109,8	102,2
	CP51-22	99,6	

* Fonte: TULLER (1987).

MARGINAL - limitação térmica moderada

INAPTO - limitação térmica

Figura 3. Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961-1990) em ton/ha - ciclo: 18 meses.

Figura 4. Isolinhas de produtividade potencial estimada da
 cana-de-açúcar para dados normais (1961-1990) em
 ton/ha - ciclo: 12 meses.

MARGINAL - limitação térmica moderada
INAPTO - limitação térmica

Figura 5. Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961-1990), com acréscimo da temperatura média em 10% em ton/ha - ciclo: 18 meses.

MARGINAL - limitação térmica moderada
INAPTO - limitação térmica

Figura 6. Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961-1990), com acréscimo da temperatura média em 10% em ton/ha - ciclo: 12 meses.

MARGINAL - limitação térmica moderada
INAPTO - limitação térmica

Figura 7. Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961-1990), com decréscimo da temperatura média em 10% em ton/ha - ciclo: 13 meses.

MARGINAL - limitação térmica moderada
INAFITO - limitação térmica

Figura 8. Isolinhas de produtividade potencial estimada da cana-de-açúcar para dados normais (1961-1990), com decréscimo de temperatura média em 10% em ton/ha - ciclo: 12 meses

Tabela 12: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: ANGRA DOS REIS-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	162	0,67	0,34	0,57	181	561	10319	0,68	0,24	1645	1629
MAI	31	283	2,13	1,40	0,53	153	478	9516	0,59	0,67	3775	5349
JUN	30	361	2,55	2,34	0,54	138	432	8234	0,51	0,85	3553	8813
JUL	31	433	2,81	2,68	0,52	143	448	8950	0,49	0,88	3872	12558
AGO	31	526	3,04	2,92	0,57	165	515	9800	0,51	0,90	4557	16944
SET	30	638	3,22	3,13	0,67	196	604	9970	0,54	0,92	4984	21708
OUT	31	784	3,38	3,30	0,69	223	683	11303	0,59	0,93	6235	27664
NOV	30	958	3,51	3,45	0,67	243	739	12140	0,65	0,94	7428	34741
DEZ	31	1173	3,62	3,57	0,69	250	762	12666	0,72	0,94	8624	42932
JAN	31	1410	3,70	3,66	0,58	249	757	14400	0,78	0,95	10590	52986
FEV	28	1626	3,75	3,73	0,51	236	718	13240	0,80	0,95	10014	62370
MAR	31	1841	3,79	3,77	0,53	213	653	13067	0,77	0,95	9533	71184
ABR	30	2002	3,82	3,80	0,57	181	561	10319	0,68	0,95	6662	77068
MAI	31	2124	3,83	3,82	0,53	153	478	9516	0,59	0,95	5341	81585
JUN	30	2201	3,84	3,84	0,54	138	432	8234	0,51	0,95	4002	84731
JUL	31	2273	3,85	3,45	0,52	143	448	8950	0,49	0,94	4108	87950
AGO	31	2366	3,86	3,07	0,57	165	515	9800	0,51	0,91	4610	91634
SET	30	2479	3,87	2,68	0,67	196	604	9970	0,54	0,88	4791	95461

Produtividade (kg/ha):123145

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	113	0,00	0,00	0,67	196	604	9970	0,54	0,00	000	000
OUT	31	258	1,94	0,97	0,69	223	683	11303	0,59	0,54	3623	3587
NOV	30	433	2,81	2,38	0,67	243	739	12140	0,65	0,85	6746	10230
DEZ	31	648	3,24	3,02	0,69	250	762	12666	0,72	0,91	8336	18381
JAN	31	885	3,47	3,35	0,58	249	757	14400	0,78	0,93	10422	28515
FEV	28	1100	3,59	3,53	0,51	236	718	13240	0,80	0,94	9922	38052
MAR	31	1315	3,67	3,63	0,53	213	653	13067	0,77	0,95	9474	47051
ABR	30	1477	3,72	3,69	0,57	181	561	10319	0,68	0,95	6632	53146
MAI	31	1598	3,75	3,73	0,53	153	478	9516	0,59	0,95	5321	57882
JUN	30	1676	3,76	3,75	0,54	138	432	8234	0,51	0,95	3988	61252
JUL	31	1747	3,78	3,38	0,52	143	448	8950	0,49	0,93	4091	64689
AGO	31	1841	3,79	3,00	0,57	165	515	9800	0,51	0,91	4585	68582

Produtividade (kg/ha): 88470

Tabela 13: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: BANGU-RJ.

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	167	0,77	0,39	0,48	181	561	11380	0,69	0,27	2075	2054
MAI	31	282	2,13	1,45	0,42	153	478	10612	0,58	0,69	4215	6207
JUN	30	375	2,61	2,37	0,45	138	432	9033	0,53	0,85	4103	10206
JUL	31	456	2,88	2,74	0,45	143	448	9624	0,50	0,89	4317	14378
AGO	31	588	3,15	3,01	0,42	165	515	11358	0,57	0,91	5883	20059
SET	30	741	3,34	3,25	0,53	196	604	11674	0,60	0,93	6523	26316
OUT	31	921	3,49	3,42	0,62	223	683	12269	0,64	0,94	7380	33359
NOV	30	1123	3,60	3,54	0,56	243	739	13844	0,70	0,94	9093	42028
DEZ	31	1367	3,69	3,64	0,58	250	762	14371	0,77	0,95	10426	51930
JAN	31	1633	3,75	3,72	0,54	249	757	14937	0,83	0,95	11716	63009
FEV	28	1866	3,80	3,77	0,49	236	718	13472	0,83	0,95	10654	72927
MAR	31	2098	3,83	3,81	0,45	213	653	14152	0,80	0,95	10742	82832
ABR	30	2265	3,85	3,84	0,48	181	561	11380	0,69	0,95	7465	89394
MAI	31	2381	3,86	3,85	0,42	153	478	10612	0,58	0,95	5863	94304
JUN	30	2473	3,87	3,86	0,45	138	432	9033	0,53	0,95	4608	97923
JUL	31	2555	3,88	3,48	0,45	143	448	9624	0,50	0,94	4558	101457
AGO	31	2686	3,89	3,09	0,42	165	515	11358	0,57	0,92	5920	106303
SET	30	2839	3,90	2,70	0,53	196	604	11674	0,60	0,89	6238	111415

Produtividade (kg/ha):143725

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	154	0,49	0,25	0,53	196	604	11674	0,60	0,18	1254	1241
OUT	31	333	2,43	1,46	0,62	223	683	12269	0,64	0,69	5434	6609
NOV	30	536	3,06	2,74	0,56	243	739	13844	0,70	0,89	8583	15040
DEZ	31	779	3,38	3,22	0,58	250	762	14371	0,77	0,92	10185	24972
JAN	31	1046	3,56	3,47	0,54	249	757	14937	0,83	0,94	11577	36184
FEV	28	1279	3,66	3,61	0,49	236	718	13472	0,83	0,94	10578	46294
MAR	31	1511	3,73	3,69	0,45	213	653	14152	0,80	0,95	10688	56413
ABR	30	1678	3,76	3,74	0,48	181	561	11380	0,69	0,95	7437	63211
MAI	31	1793	3,78	3,77	0,42	153	478	10612	0,58	0,95	5844	68364
JUN	30	1886	3,80	3,79	0,45	138	432	9033	0,53	0,95	4595	72229
JUL	31	1967	3,81	3,41	0,45	143	448	9624	0,50	0,93	4541	76002
AGO	31	2098	3,83	3,03	0,42	165	515	11358	0,57	0,91	5891	81074

Produtividade (kg/ha):104586

Tabela 14: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: CAMPOS-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	179	0,99	0,50	0,41	181	561	12194	0,71	0,33	2825	2797
MAI	31	318	2,35	1,67	0,37	153	478	11063	0,62	0,74	5045	7764
JUN	30	420	2,77	2,56	0,42	138	432	9297	0,55	0,87	4448	12090
JUL	31	511	3,01	2,89	0,40	143	448	10061	0,52	0,90	4709	16631
AGO	31	634	3,22	3,11	0,39	165	515	11722	0,56	0,92	6011	22415
SET	30	776	3,38	3,30	0,56	196	604	11215	0,59	0,93	6132	28262
OUT	31	954	3,51	3,44	0,61	223	683	12425	0,64	0,94	7485	35390
NOV	30	1157	3,61	3,56	0,57	243	739	13701	0,70	0,94	9008	43953
DEZ	31	1388	3,69	3,65	0,55	250	762	14851	0,75	0,95	10501	53910
JAN	31	1634	3,75	3,72	0,45	249	757	16336	0,79	0,95	12278	65525
FEV	28	1860	3,79	3,77	0,39	236	718	14812	0,82	0,95	11505	76260
MAR	31	2094	3,83	3,81	0,39	213	653	14954	0,80	0,95	11351	86734
ABR	30	2273	3,85	3,84	0,41	181	561	12194	0,71	0,95	8229	94014
MAI	31	2413	3,86	3,86	0,37	153	478	11063	0,62	0,95	6530	99539
JUN	30	2514	3,87	3,87	0,42	138	432	9297	0,55	0,95	4875	103370
JUL	31	2605	3,88	3,48	0,40	143	448	10061	0,52	0,94	4905	107192
AGO	31	2729	3,89	3,09	0,39	165	515	11722	0,56	0,92	6002	112062
SET	30	2870	3,90	2,70	0,56	196	604	11215	0,59	0,88	5844	116727

Produtividade (kg/ha):150578

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	142	0,18	0,09	0,56	196	604	11215	0,59	0,07	459	454
OUT	31	320	2,36	1,27	0,61	223	683	12425	0,64	0,64	5103	5501
NOV	30	523	3,03	2,70	0,57	243	739	13701	0,70	0,88	8454	13816
DEZ	31	754	3,36	3,19	0,55	250	762	14851	0,75	0,92	10236	23811
JAN	31	1000	3,54	3,45	0,45	249	757	16336	0,79	0,94	12115	35567
FEV	28	1227	3,64	3,59	0,39	236	718	14812	0,82	0,94	11410	46508
MAR	31	1460	3,71	3,68	0,39	213	653	14954	0,80	0,95	11286	57216
ABR	30	1640	3,75	3,73	0,41	181	561	12194	0,71	0,95	8194	64757
MAI	31	1779	3,78	3,77	0,37	153	478	11063	0,62	0,95	6508	70552
JUN	30	1880	3,80	3,79	0,42	138	432	9297	0,55	0,95	4860	74658
JUL	31	1971	3,81	3,41	0,40	143	448	10061	0,52	0,93	4886	78748
AGO	31	2095	3,83	3,03	0,39	165	515	11722	0,56	0,91	5973	83874

Produtividade (kg/ha):108197

Tabela 15: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: CABO FRIO-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	167	0,77	0,38	0,43	181	561	11981	0,69	0,26	2182	2160
MAI	31	306	2,28	1,52	0,36	153	478	11159	0,62	0,70	4861	6951
JUN	30	413	2,75	2,51	0,37	138	432	9715	0,56	0,87	4705	11539
JUL	31	521	3,03	2,89	0,35	143	448	10605	0,54	0,90	5200	16571
AGO	31	631	3,21	3,12	0,41	165	515	11514	0,54	0,92	5699	22047
SET	30	744	3,35	3,28	0,57	196	604	11194	0,54	0,93	5652	27422
OUT	31	886	3,47	3,41	0,54	223	683	13403	0,59	0,93	7376	34450
NOV	30	1054	3,57	3,52	0,52	243	739	14469	0,64	0,94	8750	42767
DEZ	31	1257	3,65	3,61	0,51	250	762	15449	0,70	0,94	10252	52489
JAN	31	1467	3,71	3,68	0,41	249	757	16953	0,73	0,95	11765	63611
FEV	28	1656	3,76	3,74	0,34	236	718	15465	0,75	0,95	10975	73840
MAR	31	1860	3,79	3,78	0,39	213	653	14909	0,75	0,95	10598	83594
ABR	30	2028	3,82	3,81	0,43	181	561	11981	0,69	0,95	7850	90530
MAI	31	2166	3,84	3,83	0,36	153	478	11159	0,62	0,95	6580	96139
JUN	30	2274	3,85	3,84	0,37	138	432	9715	0,56	0,95	5181	100307
JUL	31	2381	3,86	3,46	0,35	143	448	10605	0,54	0,94	5410	104660
AGO	31	2491	3,87	3,07	0,41	165	515	11514	0,54	0,91	5678	109234
SET	30	2604	3,88	2,68	0,57	196	604	11194	0,54	0,88	5381	113470

Produtividade (kg/ha):146376

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	113	0,00	0,00	0,57	196	604	11194	0,54	0,00	000	000
OUT	31	255	1,92	0,96	0,54	223	683	13403	0,59	0,54	4231	4189
NOV	30	423	2,78	2,35	0,52	243	739	14469	0,64	0,85	7886	11954
DEZ	31	626	3,21	2,99	0,51	250	762	15449	0,70	0,91	9866	21602
JAN	31	836	3,43	3,32	0,41	249	757	16953	0,73	0,93	11543	32814
FEV	28	1026	3,55	3,49	0,34	236	718	15465	0,75	0,94	10849	43226
MAR	31	1230	3,64	3,60	0,39	213	653	14909	0,75	0,94	10514	53203
ABR	30	1397	3,70	3,67	0,43	181	561	11981	0,69	0,95	7804	60397
MAI	31	1535	3,73	3,71	0,36	153	478	11159	0,62	0,95	6549	66277
JUN	30	1643	3,76	3,74	0,37	138	432	9715	0,56	0,95	5161	70723
JUL	31	1750	3,78	3,37	0,35	143	448	10605	0,54	0,93	5382	75345
AGO	31	1861	3,79	2,99	0,41	165	515	11514	0,54	0,91	5642	80177

Produtividade (kg/ha):103428

Tabela 16: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: ECOLOGIA AGRICOLA-RJ
CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	156	0,53	0,27	0,45	181	561	11671	0,67	0,19	1490	1475
MAI	31	269	2,03	1,28	0,40	153	478	10797	0,57	0,64	3972	5393
JUN	30	349	2,50	2,26	0,39	138	432	9482	0,51	0,84	4083	9381
JUL	31	424	2,78	2,64	0,39	143	448	10229	0,49	0,88	4451	13693
AGO	31	534	3,05	2,92	0,43	165	515	11290	0,54	0,90	5500	19002
SET	30	668	3,26	3,16	0,59	196	604	10960	0,57	0,92	5788	24542
OUT	31	830	3,42	3,34	0,63	223	683	12246	0,62	0,93	7053	31280
NOV	30	1020	3,55	3,49	0,59	243	739	13458	0,68	0,94	8564	39445
DEZ	31	1248	3,65	3,60	0,60	250	762	14111	0,74	0,94	9886	48838
JAN	31	1494	3,72	3,68	0,53	249	757	15187	0,79	0,95	11395	59631
FEV	28	1717	3,77	3,75	0,47	236	718	13788	0,81	0,95	10632	69560
MAR	31	1932	3,81	3,79	0,46	213	653	13960	0,77	0,95	10191	78954
ABR	30	2088	3,83	3,82	0,45	181	561	11671	0,67	0,95	7429	85519
MAI	31	2201	3,84	3,83	0,40	153	478	10797	0,57	0,95	5910	90515
JUN	30	2281	3,85	3,85	0,39	138	432	9482	0,51	0,95	4655	94218
JUL	31	2356	3,86	3,46	0,39	143	448	10229	0,49	0,94	4744	97972
AGO	31	2467	3,87	3,07	0,43	165	515	11290	0,54	0,91	5569	102505
SET	30	2600	3,88	2,69	0,59	196	604	10960	0,57	0,88	5558	106982

Produtividade (kg/ha):138007

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	133	0,00	0,00	0,59	196	604	10960	0,57	0,00	000	000
OUT	31	295	2,21	1,11	0,63	223	683	12246	0,62	0,59	4446	4401
NOV	30	485	2,95	2,58	0,59	243	739	13458	0,68	0,87	7967	12245
DEZ	31	713	3,31	3,13	0,60	250	762	14111	0,74	0,92	9620	21646
JAN	31	959	3,51	3,41	0,53	249	757	15187	0,79	0,93	11243	32560
FEV	28	1182	3,62	3,57	0,47	236	718	13788	0,81	0,94	10547	42676
MAR	31	1397	3,70	3,66	0,46	213	653	13960	0,77	0,95	10135	52284
ABR	30	1553	3,74	3,72	0,45	181	561	11671	0,67	0,95	7398	59085
MAI	31	1666	3,76	3,75	0,40	153	478	10797	0,57	0,95	5889	64324
JUN	30	1746	3,78	3,77	0,39	138	432	9482	0,51	0,95	4640	68275
JUL	31	1821	3,79	3,39	0,39	143	448	10229	0,49	0,93	4725	72270
AGO	31	1932	3,81	3,01	0,43	165	515	11290	0,54	0,91	5542	77034

Produtividade (kg/ha):99373

Tabela 17: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: ILHA GUAIBA-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	164	0,71	0,36	0,51	181	561	11070	0,68	0,25	1869	1850
MAI	31	297	2,22	1,47	0,45	153	478	10240	0,61	0,69	4303	6091
JUN	30	395	2,69	2,46	0,43	138	432	9174	0,54	0,86	4294	10281
JUL	31	500	2,98	2,84	0,41	143	448	10010	0,54	0,90	4840	14970
AGO	31	617	3,19	3,09	0,48	165	515	10706	0,55	0,92	5383	20150
SET	30	726	3,33	3,26	0,63	196	604	10470	0,54	0,93	5232	25128
OUT	31	865	3,45	3,39	0,64	223	683	11988	0,58	0,93	6536	31347
NOV	30	1042	3,56	3,51	0,62	243	739	12890	0,66	0,94	7971	38924
DEZ	31	1251	3,65	3,60	0,65	250	762	13270	0,71	0,94	8928	47373
JAN	31	1479	3,72	3,68	0,55	249	757	14782	0,76	0,95	10674	57467
FEV	28	1687	3,76	3,74	0,48	236	718	13693	0,78	0,95	10171	66961
MAR	31	1894	3,80	3,78	0,51	213	653	13350	0,75	0,95	9555	75751
ABR	30	2058	3,82	3,81	0,51	181	561	11070	0,68	0,95	7202	82123
MAI	31	2191	3,84	3,83	0,45	153	478	10240	0,61	0,95	5942	87185
JUN	30	2289	3,85	3,85	0,43	138	432	9174	0,54	0,95	4763	91029
JUL	31	2394	3,86	3,46	0,41	143	448	10010	0,54	0,94	5060	95128
AGO	31	2511	3,87	3,07	0,48	165	515	10706	0,55	0,91	5377	99501
SET	30	2620	3,88	2,69	0,63	196	604	10470	0,54	0,88	4988	103444

Produtividade (kg/ha):133443

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	109	0,00	0,00	0,63	196	604	10470	0,54	0,00	000	000
OUT	31	248	1,85	0,93	0,64	223	683	11988	0,58	0,52	3660	3624
NOV	30	425	2,79	2,32	0,62	243	739	12890	0,66	0,84	7157	10673
DEZ	31	634	3,22	3,00	0,65	250	762	13270	0,71	0,91	8600	19080
JAN	31	862	3,45	3,33	0,55	249	757	14782	0,76	0,93	10483	29268
FEV	28	1070	3,57	3,51	0,48	236	718	13693	0,78	0,94	10062	38937
MAR	31	1276	3,66	3,62	0,51	213	653	13350	0,75	0,94	9486	47939
ABR	30	1441	3,71	3,68	0,51	181	561	11070	0,68	0,95	7163	54551
MAI	31	1574	3,74	3,72	0,45	153	478	10240	0,61	0,95	5916	59862
JUN	30	1672	3,76	3,75	0,43	138	432	9174	0,54	0,95	4745	63962
JUL	31	1776	3,78	3,37	0,41	143	448	10010	0,54	0,93	5036	68307
AGO	31	1894	3,80	2,99	0,48	165	515	10706	0,55	0,91	5345	72916

Produtividade (kg/ha):94061

Tabela 18: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: ITAPERUNA-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	166	0,75	0,37	0,44	181	561	11812	0,68	0,26	2088	2067
MAI	31	285	2,14	1,45	0,42	153	478	10538	0,58	0,69	4220	6224
JUN	30	363	2,56	2,35	0,42	138	432	9290	0,51	0,85	4015	10136
JUL	31	431	2,80	2,68	0,43	143	448	9853	0,48	0,88	4220	14212
AGO	31	543	3,07	2,94	0,44	165	515	11201	0,54	0,90	5516	19531
SET	30	677	3,27	3,17	0,56	196	604	11212	0,58	0,92	5978	25254
OUT	31	855	3,44	3,36	0,59	223	683	12715	0,64	0,93	7623	32548
NOV	30	1057	3,57	3,51	0,56	243	739	13870	0,70	0,94	9093	41225
DEZ	31	1279	3,66	3,61	0,56	250	762	14683	0,73	0,94	10157	50868
JAN	31	1523	3,73	3,69	0,45	249	757	16362	0,79	0,95	12205	62442
FEV	28	1742	3,77	3,75	0,39	236	718	14789	0,80	0,95	11267	72972
MAR	31	1964	3,81	3,79	0,43	213	653	14446	0,77	0,95	10616	82753
ABR	30	2130	3,83	3,82	0,44	181	561	11812	0,68	0,95	7688	89536
MAI	31	2249	3,85	3,84	0,42	153	478	10538	0,58	0,95	5869	94450
JUN	30	2327	3,85	3,85	0,42	138	432	9290	0,51	0,95	4518	97978
JUL	31	2395	3,86	3,46	0,43	143	448	9853	0,48	0,94	4479	101433
AGO	31	2507	3,87	3,08	0,44	165	515	11201	0,54	0,91	5577	105940
SET	30	2641	3,88	2,69	0,56	196	604	11212	0,58	0,88	5737	110561

Produtividade (kg/ha):142623

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	134	0,00	0,00	0,56	196	604	11212	0,58	0,00	000	000
OUT	31	312	2,32	1,16	0,59	223	683	12715	0,64	0,60	4946	4897
NOV	30	514	3,01	2,66	0,56	243	739	13870	0,70	0,88	8530	13292
DEZ	31	736	3,34	3,18	0,56	250	762	14683	0,73	0,92	9907	22967
JAN	31	980	3,53	3,43	0,45	249	757	16362	0,79	0,94	12049	34666
FEV	28	1199	3,63	3,58	0,39	236	718	14789	0,80	0,94	11180	45388
MAR	31	1421	3,70	3,67	0,43	213	653	14446	0,77	0,95	10559	55387
ABR	30	1587	3,74	3,72	0,44	181	561	11812	0,68	0,95	7657	62413
MAI	31	1706	3,77	3,76	0,42	153	478	10538	0,58	0,95	5849	67579
JUN	30	1784	3,78	3,77	0,42	138	432	9290	0,51	0,95	4504	71363
JUL	31	1852	3,79	3,40	0,43	143	448	9853	0,48	0,93	4463	75067
AGO	31	1964	3,81	3,02	0,44	165	515	11201	0,54	0,91	5551	79812

Produtividade (kg/ha):102957

Tabela 19: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: MACAÉ-RJ.

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR 30	168	0,79	0,40	0,48	181	561	11385	0,69	0,27	2122	2101	
MAI 31	302	2,25	1,52	0,44	153	478	10362	0,61	0,70	4438	6473	
JUN 30	385	2,65	2,45	0,43	138	432	9123	0,52	0,86	4074	10442	
JUL 31	463	2,89	2,77	0,42	143	448	9913	0,50	0,89	4415	14709	
AGO 31	562	3,11	3,00	0,50	165	515	10594	0,52	0,91	5053	19564	
SET 30	670	3,26	3,19	0,65	196	604	10215	0,54	0,92	5079	24397	
OUT 31	828	3,42	3,34	0,63	223	683	12221	0,61	0,93	6983	31066	
NOV 30	1018	3,55	3,49	0,58	243	739	13530	0,68	0,94	8609	39278	
DEZ 31	1231	3,64	3,59	0,64	250	762	13502	0,72	0,94	9143	47937	
JAN 31	1459	3,71	3,68	0,53	249	757	15174	0,76	0,95	10954	58302	
FEV 28	1673	3,76	3,74	0,42	236	718	14376	0,79	0,95	10811	68422	
MAR 31	1884	3,80	3,78	0,49	213	653	13609	0,76	0,95	9804	77444	
ABR 30	2053	3,82	3,81	0,48	181	561	11385	0,69	0,95	7460	84055	
MAI 31	2186	3,84	3,83	0,44	153	478	10362	0,61	0,95	6013	89167	
JUN 30	2270	3,85	3,84	0,43	138	432	9123	0,52	0,95	4522	92752	
JUL 31	2348	3,86	3,46	0,42	143	448	9913	0,50	0,94	4643	96421	
AGO 31	2447	3,87	3,07	0,50	165	515	10594	0,52	0,91	5081	100487	
SET 30	2555	3,88	2,69	0,65	196	604	10215	0,54	0,88	4867	104300	

Produtividade (kg/ha):134548

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET 30	108	0,00	0,00	0,65	196	604	10215	0,54	0,00	000	000	
OUT 31	266	2,01	1,01	0,63	223	683	12221	0,61	0,55	4143	4102	
NOV 30	456	2,88	2,44	0,58	243	739	13530	0,68	0,86	7872	11854	
DEZ 31	669	3,26	3,07	0,64	250	762	13502	0,72	0,91	8857	20504	
JAN 31	897	3,47	3,37	0,53	249	757	15174	0,76	0,93	10783	30974	
FEV 28	1110	3,59	3,53	0,42	236	718	14376	0,79	0,94	10710	41267	
MAR 31	1322	3,67	3,63	0,49	213	653	13609	0,76	0,95	9742	50499	
ABR 30	1490	3,72	3,70	0,48	181	561	11385	0,69	0,95	7425	57344	
MAI 31	1624	3,75	3,74	0,44	153	478	10362	0,61	0,95	5990	62701	
JUN 30	1707	3,77	3,76	0,43	138	432	9123	0,52	0,95	4506	66535	
JUL 31	1785	3,78	3,38	0,42	143	448	9913	0,50	0,93	4623	70447	
AGO 31	1885	3,80	3,00	0,50	165	515	10594	0,52	0,91	5054	74746	

Produtividade (kg/ha):96422

Tabela 20: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: MARAMBAIA-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	186	1,11	0,56	0,51	181	561	10960	0,72	0,36	2839	2811
MAI	31	330	2,41	1,76	0,52	153	478	9534	0,63	0,76	4527	7264
JUN	30	426	2,79	2,60	0,47	138	432	8825	0,54	0,88	4166	11315
JUL	31	517	3,02	2,90	0,50	143	448	9125	0,52	0,90	4277	15437
AGO	31	631	3,21	3,12	0,58	165	515	9663	0,54	0,92	4825	20060
SET	30	740	3,34	3,28	0,66	196	604	10103	0,54	0,93	5054	24862
OUT	31	896	3,47	3,41	0,59	223	683	12808	0,61	0,93	7286	31827
NOV	30	1079	3,58	3,53	0,55	243	739	13958	0,67	0,94	8770	40190
DEZ	31	1289	3,66	3,62	0,61	250	762	13921	0,71	0,94	9373	49068
JAN	31	1537	3,73	3,70	0,56	249	757	14674	0,80	0,95	11085	59551
FEV	28	1758	3,78	3,75	0,53	236	718	12924	0,81	0,95	9908	68765
MAR	31	1976	3,81	3,79	0,53	213	653	12977	0,77	0,95	9537	77519
ABR	30	2162	3,84	3,82	0,51	181	561	10960	0,72	0,95	7547	84216
MAI	31	2306	3,85	3,84	0,52	153	478	9534	0,63	0,95	5716	89033
JUN	30	2401	3,86	3,86	0,47	138	432	8825	0,54	0,95	4542	92639
JUL	31	2493	3,87	3,47	0,50	143	448	9125	0,52	0,94	4446	96115
AGO	31	2606	3,88	3,08	0,58	165	515	9663	0,54	0,92	4814	99919
SET	30	2716	3,89	2,69	0,66	196	604	10103	0,54	0,88	4818	103690

Produtividade (kg/ha):133760

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	109	0,00	0,00	0,66	196	604	10103	0,54	0,00	000	000
OUT	31	265	1,99	1,00	0,59	223	683	12808	0,61	0,55	4279	4236
NOV	30	448	2,85	2,42	0,55	243	739	13958	0,67	0,86	7984	12099
DEZ	31	657	3,25	3,05	0,61	250	762	13921	0,71	0,91	9057	20944
JAN	31	906	3,48	3,36	0,56	249	757	14674	0,80	0,93	10900	31526
FEV	28	1127	3,60	3,54	0,53	236	718	12924	0,81	0,94	9812	40924
MAR	31	1344	3,68	3,64	0,53	213	653	12977	0,77	0,95	9474	49894
ABR	30	1530	3,73	3,71	0,51	181	561	10960	0,72	0,95	7510	56830
MAI	31	1675	3,76	3,75	0,52	153	478	9534	0,63	0,95	5693	61898
JUN	30	1770	3,78	3,77	0,47	138	432	8825	0,54	0,95	4527	65761
JUL	31	1861	3,79	3,39	0,50	143	448	9125	0,52	0,93	4427	69486
AGO	31	1975	3,81	3,01	0,58	165	515	9663	0,54	0,91	4787	73531

Produtividade (kg/ha):94855

Tabela 21: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: RIO DE JANEIRO-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	175	0,92	0,46	0,51	181	561	10970	0,70	0,31	2373	2349
MAI	31	319	2,35	1,64	0,49	153	478	9878	0,63	0,73	4533	6814
JUN	30	424	2,78	2,57	0,48	138	432	8733	0,55	0,87	4220	10924
JUL	31	531	3,05	2,92	0,45	143	448	9589	0,54	0,90	4713	15481
AGO	31	662	3,25	3,15	0,48	165	515	10715	0,57	0,92	5608	20878
SET	30	792	3,39	3,32	0,62	196	604	10531	0,57	0,93	5574	26187
OUT	31	955	3,51	3,45	0,60	223	683	12651	0,62	0,94	7331	33183
NOV	30	1151	3,61	3,56	0,57	243	739	13674	0,69	0,94	8861	41624
DEZ	31	1376	3,69	3,65	0,61	250	762	13862	0,74	0,95	9670	50781
JAN	31	1619	3,75	3,72	0,52	249	757	15271	0,79	0,95	11404	61563
FEV	28	1836	3,79	3,77	0,42	236	718	14400	0,80	0,95	10980	71817
MAR	31	2057	3,82	3,81	0,48	213	653	13734	0,78	0,95	10163	81161
ABR	30	2232	3,84	3,83	0,51	181	561	10970	0,70	0,95	7350	87626
MAI	31	2376	3,86	3,85	0,49	153	478	9878	0,63	0,95	5923	92614
JUN	30	2481	3,87	3,86	0,48	138	432	8733	0,55	0,95	4620	96262
JUL	31	2588	3,88	3,48	0,45	143	448	9589	0,54	0,94	4897	100147
AGO	31	2719	3,89	3,09	0,48	165	515	10715	0,57	0,92	5583	104672
SET	30	2849	3,90	2,70	0,62	196	604	10531	0,57	0,88	5302	108874

Produtividade (kg/ha):140448

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	130	0,00	0,00	0,62	196	604	10531	0,57	0,00	000	000
OUT	31	292	2,19	1,10	0,60	223	683	12651	0,62	0,58	4567	4521
NOV	30	489	2,96	2,58	0,57	243	739	13674	0,69	0,87	8208	12601
DEZ	31	713	3,31	3,14	0,61	250	762	13862	0,74	0,92	9390	21771
JAN	31	956	3,51	3,41	0,52	249	757	15271	0,79	0,93	11234	32675
FEV	28	1174	3,62	3,57	0,42	236	718	14400	0,80	0,94	10879	43119
MAR	31	1395	3,69	3,66	0,48	213	653	13734	0,78	0,95	10099	52686
ABR	30	1570	3,74	3,72	0,51	181	561	10970	0,70	0,95	7315	59401
MAI	31	1714	3,77	3,75	0,49	153	478	9878	0,63	0,95	5900	64648
JUN	30	1819	3,79	3,78	0,48	138	432	8733	0,55	0,95	4605	68560
JUL	31	1926	3,80	3,40	0,45	143	448	9589	0,54	0,93	4876	72702
AGO	31	2057	3,82	3,02	0,48	165	515	10715	0,57	0,91	5553	77472

Produtividade (kg/ha):99938

Tabela 22: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: SANTA CRUZ-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	156	0,53	0,27	0,51	181	561	10970	0,67	0,19	1400	1386
MAI	31	269	2,03	1,28	0,49	153	478	9878	0,57	0,64	3634	4970
JUN	30	361	2,56	2,29	0,48	138	432	8733	0,53	0,84	3921	8802
JUL	31	449	2,86	2,71	0,45	143	448	9589	0,51	0,89	4369	13039
AGO	31	577	3,13	2,99	0,48	165	515	10715	0,56	0,91	5494	18347
SET	30	724	3,33	3,23	0,62	196	604	10531	0,59	0,92	5781	23887
OUT	31	876	3,46	3,39	0,60	223	683	12651	0,60	0,93	7132	30709
NOV	30	1050	3,56	3,51	0,57	243	739	13674	0,65	0,94	8394	38712
DEZ	31	1275	3,66	3,61	0,61	250	762	13862	0,74	0,94	9653	47881
JAN	31	1518	3,73	3,69	0,52	249	757	15271	0,79	0,95	11390	58679
FEV	28	1738	3,77	3,75	0,42	236	718	14400	0,81	0,95	11038	69020
MAR	31	1953	3,81	3,79	0,48	213	653	13734	0,77	0,95	10028	78257
ABR	30	2109	3,83	3,82	0,51	181	561	10970	0,67	0,95	6984	84388
MAI	31	2222	3,84	3,84	0,49	153	478	9878	0,57	0,95	5407	88897
JUN	30	2315	3,85	3,85	0,48	138	432	8733	0,53	0,95	4453	92416
JUL	31	2402	3,86	3,46	0,45	143	448	9589	0,51	0,94	4626	96072
AGO	31	2530	3,87	3,08	0,48	165	515	10715	0,56	0,91	5529	100585
SET	30	2677	3,89	2,69	0,62	196	604	10531	0,59	0,88	5526	105049

Produtividade (kg/ha):135513

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	147	0,32	0,16	0,62	196	604	10531	0,59	0,12	751	743
OUT	31	299	2,24	1,28	0,60	223	683	12651	0,60	0,64	4888	5575
NOV	30	473	2,92	2,58	0,57	243	739	13674	0,65	0,87	7797	13239
DEZ	31	698	3,30	3,11	0,61	250	762	13862	0,74	0,92	9372	22384
JAN	31	941	3,50	3,40	0,52	249	757	15271	0,79	0,93	11225	33274
FEV	28	1161	3,61	3,56	0,42	236	718	14400	0,81	0,94	10943	43774
MAR	31	1376	3,69	3,65	0,48	213	653	13734	0,77	0,95	9968	53205
ABR	30	1533	3,73	3,71	0,51	181	561	10970	0,67	0,95	6952	59555
MAI	31	1645	3,76	3,74	0,49	153	478	9878	0,57	0,95	5387	64292
JUN	30	1738	3,77	3,76	0,48	138	432	8733	0,53	0,95	4438	68043
JUL	31	1826	3,79	3,39	0,45	143	448	9589	0,51	0,93	4607	71923
AGO	31	1953	3,81	3,01	0,48	165	515	10715	0,56	0,91	5500	76648

Produtividade (kg/ha):98876

Tabela 23: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: SAO FIDELIS-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	171	0,85	0,43	0,43	181	561	11944	0,69	0,29	2385	2361
MAI	31	284	2,14	1,49	0,47	153	478	10113	0,57	0,70	4047	6344
JUN	30	365	2,57	2,36	0,44	138	432	9057	0,51	0,85	3953	10194
JUL	31	446	2,85	2,71	0,42	143	448	9956	0,50	0,89	4451	14498
AGO	31	573	3,12	2,99	0,40	165	515	11586	0,56	0,91	5937	20231
SET	30	714	3,32	3,22	0,56	196	604	11266	0,59	0,92	6130	26097
OUT	31	893	3,47	3,39	0,60	223	683	12594	0,64	0,93	7566	33326
NOV	30	1092	3,58	3,53	0,60	243	739	13221	0,69	0,94	8616	41523
DEZ	31	1317	3,67	3,63	0,56	250	762	14755	0,74	0,95	10283	51288
JAN	31	1563	3,74	3,70	0,39	249	757	17307	0,79	0,95	12997	63642
FEV	28	1782	3,78	3,76	0,37	236	718	15141	0,80	0,95	11540	74430
MAR	31	2016	3,82	3,80	0,41	213	653	14593	0,80	0,95	11071	84646
ABR	30	2187	3,84	3,83	0,43	181	561	11944	0,69	0,95	7889	91609
MAI	31	2300	3,85	3,85	0,47	153	478	10113	0,57	0,95	5537	96175
JUN	30	2381	3,86	3,86	0,44	138	432	9057	0,51	0,95	4448	99617
JUL	31	2462	3,87	3,47	0,42	143	448	9956	0,50	0,94	4712	103286
AGO	31	2589	3,88	3,08	0,40	165	515	11586	0,56	0,92	5981	108174
SET	30	2730	3,89	2,69	0,56	196	604	11266	0,59	0,88	5865	112899

Produtividade (kg/ha):145640

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	142	0,18	0,09	0,56	196	604	11266	0,59	0,07	461	456
OUT	31	320	2,36	1,27	0,60	223	683	12594	0,64	0,64	5172	5572
NOV	30	520	3,02	2,69	0,60	243	739	13221	0,69	0,88	8097	13533
DEZ	31	745	3,35	3,19	0,56	250	762	14755	0,74	0,92	10030	23327
JAN	31	991	3,53	3,44	0,39	249	757	17307	0,79	0,94	12830	35796
FEV	28	1209	3,63	3,58	0,37	236	718	15141	0,80	0,94	11449	46772
MAR	31	1443	3,71	3,67	0,41	213	653	14593	0,80	0,95	11011	57205
ABR	30	1614	3,75	3,73	0,43	181	561	11944	0,69	0,95	7857	64411
MAI	31	1728	3,77	3,76	0,47	153	478	10113	0,57	0,95	5519	69230
JUN	30	1808	3,79	3,78	0,44	138	432	9057	0,51	0,95	4435	72928
JUL	31	1889	3,80	3,79	0,42	143	448	9956	0,50	0,95	4784	76935
AGO	31	2016	3,82	3,81	0,40	165	515	11586	0,56	0,95	6226	82329

Produtividade (kg/ha):106205

Tabela 24: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: CATAGUASES-MG

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	147	0,32	0,16	0,45	181	561	11712	0,65	0,12	912	903
MAI	31	228	1,66	0,99	0,42	153	478	10612	0,52	0,55	3013	3877
JUN	30	276	2,08	1,87	0,42	138	432	9274	0,46	0,78	3313	7118
JUL	31	328	2,40	2,24	0,47	143	448	9446	0,46	0,83	3624	10634
AGO	31	416	2,76	2,58	0,42	165	515	11365	0,51	0,87	5057	15535
SET	30	554	3,09	2,93	0,57	196	604	11192	0,58	0,90	5906	21226
OUT	31	742	3,34	3,22	0,64	223	683	11977	0,66	0,92	7282	28223
NOV	30	878	3,46	3,40	0,61	243	739	13045	0,59	0,93	7237	35106
DEZ	31	1034	3,56	3,51	0,51	250	762	15488	0,63	0,94	9146	43809
JAN	31	1257	3,65	3,60	0,52	249	757	15268	0,75	0,94	10843	54106
FEV	28	1456	3,71	3,68	0,52	236	718	13138	0,76	0,95	9486	62956
MAR	31	1677	3,76	3,74	0,45	213	653	14084	0,77	0,95	10327	72550
ABR	30	1824	3,79	3,78	0,45	181	561	11712	0,65	0,95	7223	78975
MAI	31	1906	3,80	3,80	0,42	153	478	10612	0,52	0,95	5249	83382
JUN	30	1953	3,81	3,81	0,42	138	432	9274	0,46	0,95	4065	86572
JUL	31	2005	3,82	3,42	0,47	143	448	9446	0,46	0,94	4066	89732
AGO	31	2094	3,83	3,04	0,42	165	515	11365	0,51	0,91	5284	94066
SET	30	2231	3,84	2,66	0,57	196	604	11192	0,58	0,88	5756	98824

Produtividade (kg/ha):127482

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	137	0,04	0,04	0,57	196	604	11192	0,58	0,03	206	204
OUT	31	325	2,39	1,21	0,64	223	683	11977	0,66	0,62	4898	5050
NOV	30	461	2,89	2,64	0,61	243	739	13045	0,59	0,88	6808	11739
DEZ	31	617	3,19	3,04	0,51	250	762	15488	0,63	0,91	8880	20413
JAN	31	840	3,43	3,31	0,52	249	757	15268	0,75	0,93	10675	30777
FEV	28	1039	3,56	3,50	0,52	236	718	13138	0,76	0,94	9402	39777
MAR	31	1261	3,65	3,61	0,45	213	653	14084	0,77	0,94	10266	49542
ABR	30	1408	3,70	3,68	0,45	181	561	11712	0,65	0,95	7192	56167
MAI	31	1489	3,72	3,71	0,42	153	478	10612	0,52	0,95	5230	60783
JUN	30	1537	3,73	3,73	0,42	138	432	9274	0,46	0,95	4051	64186
JUL	31	1589	3,74	3,35	0,47	143	448	9446	0,46	0,93	4050	67553
AGO	31	1677	3,76	2,98	0,42	165	515	11365	0,51	0,91	5257	72083

Produtividade (kg/ha):92987

Tabela 25: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: CACHOEIRA DO ITAPEMIRIM-ES
CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR 30	174	0,90	0,45	0,17	186	574	15268	0,70	0,30	3221	3189	
MAI 31	302	2,25	1,58	0,40	159	495	11148	0,60	0,72	4786	7895	
JUN 30	391	2,67	2,46	0,41	144	451	9758	0,53	0,86	4447	12218	
JUL 31	473	2,92	2,80	0,41	149	466	10441	0,50	0,89	4708	16757	
AGO 31	585	3,14	3,03	0,43	170	529	11651	0,54	0,91	5781	22312	
SET 30	722	3,32	3,23	0,56	199	614	11466	0,58	0,92	6192	28219	
OUT 31	904	3,48	3,40	0,60	224	685	12713	0,65	0,93	7699	35559	
NOV 30	1109	3,59	3,54	0,58	241	735	13453	0,70	0,94	8895	44010	
DEZ 31	1334	3,68	3,63	0,58	248	755	14279	0,74	0,95	9955	53425	
JAN 31	1587	3,74	3,71	0,44	247	750	16370	0,80	0,95	12450	65216	
FEV 28	1809	3,79	3,76	0,39	236	718	14778	0,81	0,95	11335	75785	
MAR 31	2038	3,82	3,80	0,41	216	660	14827	0,79	0,95	11111	86027	
ABR 30	2213	3,84	3,83	0,17	186	574	15268	0,70	0,95	10157	95222	
MAI 31	2341	3,86	3,85	0,40	159	495	11148	0,60	0,95	6368	100574	
JUN 30	2430	3,86	3,86	0,41	144	451	9758	0,53	0,95	4932	104451	
JUL 31	2511	3,87	3,47	0,41	149	466	10441	0,50	0,94	4943	108300	
AGO 31	2624	3,88	3,09	0,43	170	529	11651	0,54	0,92	5805	112964	
SET 30	2761	3,89	2,70	0,56	199	614	11466	0,58	0,88	5922	117697	

Produtividade (kg/ha):151829

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET 30	137	0,04	0,04	0,56	199	614	11466	0,58	0,03	211	209	
OUT 31	319	2,35	1,20	0,60	224	685	12713	0,65	0,62	5075	5231	
NOV 30	524	3,03	2,69	0,58	241	735	13453	0,70	0,88	8356	13452	
DEZ 31	749	3,35	3,19	0,58	248	755	14279	0,74	0,92	9711	22930	
JAN 31	1002	3,54	3,45	0,44	247	750	16370	0,80	0,94	12291	34869	
FEV 28	1224	3,64	3,59	0,39	236	718	14778	0,81	0,94	11246	45654	
MAR 31	1453	3,71	3,68	0,41	216	660	14827	0,79	0,95	11050	56138	
ABR 30	1628	3,75	3,73	0,17	186	574	15268	0,70	0,95	10116	65591	
MAI 31	1756	3,78	3,76	0,40	159	495	11148	0,60	0,95	6347	71218	
JUN 30	1845	3,79	3,78	0,41	144	451	9758	0,53	0,95	4917	75374	
JUL 31	1926	3,80	3,40	0,41	149	466	10441	0,50	0,93	4924	79495	
AGO 31	2039	3,82	3,02	0,43	170	529	11651	0,54	0,91	5777	84420	

Produtividade (kg/ha):108902

Tabela 26: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: UBATUBA-SP

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR 30	122	0,00	0,00	0,69	177	548	8748	0,60	0,00	000	000	
MAI 31	180	1,00	0,50	0,68	147	460	7710	0,48	0,33	1224	1212	
JUN 30	186	1,11	1,05	0,66	131	414	6779	0,39	0,57	1510	2695	
JUL 31	240	1,78	1,44	0,67	137	430	7249	0,36	0,68	1792	4442	
AGO 31	314	2,33	2,05	0,70	160	499	8122	0,42	0,81	2722	7092	
SET 30	398	2,70	2,51	0,78	193	595	8393	0,46	0,87	3345	10332	
OUT 31	500	2,98	2,84	0,81	222	679	9510	0,53	0,90	4516	14700	
NOV 30	621	3,20	3,09	0,79	244	743	10482	0,56	0,92	5415	19914	
DEZ 31	793	3,39	3,30	0,78	253	769	11358	0,65	0,93	6889	26534	
JAN 31	988	3,53	3,46	0,75	250	762	11796	0,71	0,94	7825	34015	
FEV 28	1186	3,62	3,58	0,70	235	718	10576	0,73	0,94	7255	40857	
MAR 31	1358	3,68	3,65	0,72	211	647	10356	0,69	0,95	6790	47171	
ABR 30	1480	3,72	3,70	0,69	177	548	8748	0,60	0,95	4967	51616	
MAI 31	1538	3,73	3,72	0,68	147	460	7710	0,48	0,95	3513	54578	
JUN 30	1544	3,73	3,73	0,66	131	414	6779	0,39	0,95	2516	56523	
JUL 31	1598	3,75	3,36	0,67	137	430	7249	0,36	0,93	2440	58374	
AGO 31	1673	3,76	2,98	0,70	160	499	8122	0,42	0,91	3066	60825	
SET 30	1756	3,78	2,61	0,78	193	595	8393	0,46	0,88	3382	63565	

Produtividade (kg/ha):81999

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET 30	83	0,00	0,00	0,78	193	595	8393	0,46	0,00	000	000	
OUT 31	185	1,09	0,55	0,81	222	679	9510	0,53	0,35	1781	1763	
NOV 30	306	2,28	1,69	0,79	244	743	10482	0,56	0,74	4379	6080	
DEZ 31	478	2,93	2,61	0,78	253	769	11358	0,65	0,88	6498	12452	
JAN 31	674	3,27	3,10	0,75	250	762	11796	0,71	0,92	7649	19900	
FEV 28	871	3,46	3,36	0,70	235	718	10576	0,73	0,93	7172	26801	
MAR 31	1043	3,56	3,51	0,72	211	647	10356	0,69	0,94	6742	33208	
ABR 30	1165	3,62	3,59	0,69	177	548	8748	0,60	0,94	4942	37768	
MAI 31	1223	3,64	3,63	0,68	147	460	7710	0,48	0,95	3498	40853	
JUN 30	1229	3,64	3,64	0,66	131	414	6779	0,39	0,95	2506	42925	
JUL 31	1283	3,66	3,28	0,67	137	430	7249	0,36	0,93	2428	44900	
AGO 31	1358	3,68	2,91	0,70	160	499	8122	0,42	0,90	3046	47467	

Produtividade (kg/ha):61232

Tabela 27: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: PIRAI-RJ.

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	104	0,00	0,00	0,58	181	561	10166	0,56	0,00	000	000
MAI	31	136	0,01	0,01	0,57	153	478	9116	0,44	0,01	032	031
JUN	30	198	1,28	0,65	0,56	138	432	8034	0,35	0,40	1140	1159
JUL	31	253	1,90	1,59	0,53	143	448	8887	0,32	0,72	2027	3155
AGO	31	260	1,96	1,93	0,59	165	515	9610	0,39	0,79	2955	6049
SET	30	316	2,34	2,15	0,67	196	604	9889	0,46	0,82	3735	9686
OUT	31	414	2,75	2,54	0,66	223	683	11700	0,52	0,87	5335	14871
NOV	30	551	3,09	2,92	0,67	243	739	12227	0,59	0,90	6503	21160
DEZ	31	714	3,32	3,20	0,69	250	762	12655	0,64	0,92	7454	28329
JAN	31	891	3,47	3,39	0,61	249	757	13927	0,68	0,93	8817	36774
FEV	28	1062	3,57	3,52	0,50	236	718	13335	0,68	0,94	8500	44821
MAR	31	1221	3,64	3,60	0,58	213	653	12378	0,66	0,94	7749	52045
ABR	30	1325	3,67	3,66	0,58	181	561	10166	0,56	0,95	5427	56897
MAI	31	1357	3,68	3,68	0,57	153	478	9116	0,44	0,95	3760	60051
JUN	30	1418	3,70	3,69	0,56	138	432	8034	0,35	0,95	2675	62099
JUL	31	1474	3,72	3,71	0,53	143	448	8887	0,32	0,95	2669	64121
AGO	31	1481	3,72	3,34	0,59	165	515	9610	0,39	0,93	3496	66941
SET	30	1537	3,73	2,96	0,67	196	604	9889	0,46	0,91	4126	70356

Produtividade (kg/ha):90760

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	56	0,00	0,00	0,67	196	604	9889	0,46	0,00	000	000
OUT	31	154	0,48	0,24	0,66	223	683	11700	0,52	0,17	1065	1055
NOV	30	291	2,18	1,33	0,67	243	739	12227	0,59	0,66	4717	5714
DEZ	31	454	2,87	2,53	0,69	250	762	12655	0,64	0,87	7009	12595
JAN	31	631	3,21	3,04	0,61	249	757	13927	0,68	0,91	8614	20997
FEV	28	802	3,40	3,31	0,50	236	718	13335	0,68	0,93	8400	29103
MAR	31	961	3,52	3,46	0,58	213	653	12378	0,66	0,94	7692	36427
ABR	30	1065	3,57	3,54	0,58	181	561	10166	0,56	0,94	5398	41407
MAI	31	1097	3,59	3,58	0,57	153	478	9116	0,44	0,94	3743	44698
JUN	30	1158	3,61	3,60	0,56	138	432	8034	0,35	0,94	2664	46889
JUL	31	1214	3,64	3,24	0,53	143	448	8887	0,32	0,92	2603	48997
AGO	31	1221	3,64	2,87	0,59	165	515	9610	0,39	0,90	3380	51853

Produtividade (kg/ha):66890

Tabela 28: Produtividade potencial simulada para os dados meteorológicos normais (1961-1990)

LOCAL: VASSOURAS-RJ

CICLO: 18 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
ABR	30	90	0,00	0,00	0,51	181	561	11045	0,54	0,00	000	000
MAI	31	119	0,57	0,29	0,47	153	478	10067	0,43	0,20	884	875
JUN	30	177	0,95	0,76	0,47	138	432	8835	0,36	0,46	1456	2307
JUL	31	233	1,71	1,33	0,45	143	448	9608	0,34	0,66	2152	4415
AGO	31	254	1,91	1,81	0,47	165	515	10879	0,41	0,77	3418	7755
SET	30	311	2,31	2,11	0,61	196	604	10664	0,47	0,81	4042	11679
OUT	31	409	2,73	2,52	0,63	223	683	12198	0,52	0,87	5548	17054
NOV	30	532	3,05	2,89	0,62	243	739	13016	0,57	0,90	6733	23549
DEZ	31	686	3,28	3,17	0,62	250	762	13836	0,62	0,92	7943	31177
JAN	31	851	3,44	3,36	0,54	249	757	14898	0,66	0,93	9140	39914
FEV	28	1006	3,54	3,49	0,48	236	718	13685	0,68	0,94	8710	48138
MAR	31	1151	3,61	3,58	0,49	213	653	13621	0,64	0,94	8198	55772
ABR	30	1240	3,65	3,63	0,51	181	561	11045	0,54	0,95	5682	60840
MAI	31	1269	3,66	3,65	0,47	153	478	10067	0,43	0,95	4100	64291
JUN	30	1327	3,67	3,67	0,47	138	432	8835	0,36	0,95	3021	66639
JUL	31	1384	3,69	3,68	0,45	143	448	9608	0,34	0,95	3108	69049
AGO	31	1404	3,70	3,69	0,47	165	515	10879	0,41	0,95	4236	72552
SET	30	1461	3,71	3,71	0,61	196	604	10664	0,47	0,95	4704	76484

Produtividade (kg/ha):98664

CICLO: 12 meses

MÊS	n	SGDC	IAF	IAFM	F	Yo	Yc	Pp	CT	CL	Ppc	SPpc*r
SET	30	57	0,00	0,00	0,61	196	604	10664	0,47	0,00	000	000
OUT	31	155	0,50	0,25	0,63	223	683	12198	0,52	0,18	1160	1148
NOV	30	278	2,10	1,30	0,62	243	739	13016	0,57	0,65	4826	5915
DEZ	31	444	2,84	2,47	0,62	250	762	13836	0,62	0,86	7431	13212
JAN	31	598	3,16	3,00	0,54	249	757	14898	0,66	0,91	8919	21910
FEV	28	743	3,35	3,26	0,48	236	718	13685	0,68	0,93	8593	30197
MAR	31	833	3,43	3,39	0,49	213	653	13621	0,64	0,93	8116	37930
ABR	30	862	3,45	3,44	0,51	181	561	11045	0,54	0,94	5628	43123
MAI	31	919	3,49	3,47	0,47	153	478	10067	0,43	0,94	4063	46714
JUN	30	976	3,52	3,51	0,47	138	432	8835	0,36	0,94	2998	49215
JUL	31	997	3,54	3,15	0,45	143	448	9608	0,34	0,92	3017	51710
AGO	31	1054	3,57	2,80	0,47	165	515	10879	0,41	0,89	3992	55145

Produtividade (kg/ha):71137

Tabela 29. Produtividade real em ton/ha e Produtividade potencial estimada em ton/ha.

ESTAÇÕES	PRODUTIVIDADE	
	REAL (*)	ESTIMADA
CABO FRIO	50	103
CAMPOS	25	108
ITAPERUNA	40	103
MACAÉ	34	96
PIRAÍ	22	67
RIO DE JANEIRO	77	100
SÃO FIDELIS	20	106
VASSOURAS	25	71

(*) Fonte: IBGE (1990)

Tabela 30. Porcentagem da Produtividade estimada normal (Pn) em ton/ha, Produtividade potencial estimada acrescida à temperatura em 10% (Pea) em ton/ha e Produtividade potencial com decréscimo de 10% na temperatura (Ped) em ton/ha.

ESTAÇÕES	18 meses			12 meses		
	Pen	Pea	%	Pen	Pea	%
A.dos Reis	123,1	150,4	22	88,5	106,7	20
Bangu	143,7	174,3	21	104,6	128,5	23
Cabo Frio	146,4	177,9	22	103,4	129,1	25
Campos	150,6	181,8	21	108,2	133,6	23
E. Agrícola	138,0	169,0	22	99,4	124,4	25
I. Guaíba	133,4	162,4	22	94,1	117,3	25
Itaperuna	142,6	173,5	22	103,0	128,5	25
Macaé	134,5	163,8	22	96,4	119,8	24
Marambaia	133,8	161,6	21	94,8	118,0	24
R. Janeiro	140,4	169,7	21	99,9	124,6	25
Santa Cruz	135,5	165,5	22	98,9	124,6	24
São Fidelis	145,6	176,6	21	106,2	131,5	24

ESTAÇÕES	18 meses			12 meses		
	Pen	Ped	%	Pen	Ped	%
A. dos Reis	123,1	88,8	28	88,5	64,2	27
Bangu	143,7	107,1	25	104,6	79,5	24
Cabo Frio	146,4	110,6	24	103,4	74,6	28
Campos	150,6	114,6	24	108,2	83,0	23
E. Agrícola	138,0	99,0	28	99,4	73,8	26
I. Guaíba	133,4	100,1	25	94,1	68,1	28
Itaperuna	142,6	103,0	28	103,0	78,4	24
Macaé	134,5	99,4	26	96,4	70,1	27
Marambaia	133,8	101,2	24	94,8	68,6	28
R. Janeiro	140,4	107,4	24	99,9	74,0	26
Santa Cruz	135,5	99,6	26	98,9	72,5	27
São Fidelis	145,6	107,6	26	106,2	81,2	24

5. CONCLUSÕES

- O modelo de De WIT (1965), modificado por VILLA NOVA & BARBIERI (1991) foi testado para a estação de Campos (RJ) e os resultados obtidos comparados com os dados experimentais em cana irrigada nesta mesma localidade, foram considerados consistentes.
- A produtividade estimada foi bastante superior à produtividade real relatada pelo IBGE, mas bem próximo da produtividade obtida em experimento de campos irrigados. Portanto o fator mais limitante à produtividade de cana-de-açúcar na região é a falta de água e que o uso adequado de irrigação pode aumentar significativamente a produtividade do estado.
- A produtividade estimada apresentou sensibilidade quanto a mudanças climáticas, mostrando a tendência da cana-de-açúcar ser mais sensível a decréscimo de temperatura, pois a produtividade foi mais afetada quando experimentou o decréscimo na temperatura média.
- Se as previsões com modelos atmosféricos se concretizarem e a temperatura da superfície da Terra se elevar, este aumento será benéfico para o cultivo da cana-de-açúcar, acarretando em aumentos superiores a 20% na produtividade do Estado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACCHI, O.O.S. & SOUZA, J.A.G.C. Minimum threshold temperature for sugarcane growth. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 15, São Paulo, 1977. *Proceedings*. p.1733-41.
- BAIER, W., Crop-weather analysis model. *International Journal of Biometeorol.*, 17: 313-20, 1973.
- BARBIERI, V. Medidas e estimativas de consumo hídrico em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Piracicaba, 1981. 82p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BARBIERI, V. & VILLA NOVA, N.A. Climatologia e a cana-de-açúcar. In: CURSO INTENSIVO SOBRE CANA-DE-AÇÚCAR, Araras, 1981. Araras, IAA/PLANALSUCAR, 1981. p.1-100.
- BARBIERI, V.; BACCHI, O.O.S.; VILLA NOVA, N.A. Análise do fator temperatura média do ar no desenvolvimento da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1., Mossoró, 1979. *Anais*. Mossoró, 1979. p. 192-7.

BARBIERI, V.; MANIERO, M.A.; MATSUOKA, S. O florescimento da cana-de-açúcar e suas implicações no manejo agrícola. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 3., São Paulo, 1984. **Anais**. São Paulo, STAB, 1984., p. 273-6.

BISWAS, B.C. **Agroclimatology of the sugar-cane crop**. Geneva, World Meteorological Organization, 1988. 90p. (Technical Note, 193. WMO, 703).

BRINHOLI, O. Resistência a seca de algumas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Piracicaba, 1975. 48p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia, *Normais climatológicas: 1961 - 1990*. Brasília, 1992. 84p.

CAMARGO, A.P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, 21(12): 163-213, 1962.

De WIT, C.T. **Photosynthesis of leaf canopies**. Wageningen, Pudoc, 1965. 57p. (Agricultural Research Report, 663).

DOORENBOS, J. & KASSAM, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma, F.A.O., 1979. 212p. (FAO. Estudio Riego Y Drenaje, 33).

FISHER, R.A. The influence of rainfall on the yield of wheat at Rothamsted. Phil. Trans. Roy. Soc. London. Ser. B., London, **213**: 89-142, 1924.

GLOVER, J., The rate of apparent photosynthesis of whole sugarcane plants. **Annals of Botany**, 38: 909-20, 1974.

GUPTA, B.R.D. & SINGH, K.K. Estimating sugarcane yield at Padegaon in Maharashtra. *Mausam*, India, 39 (4): 421-4, 1988. (Resumo)

IBGE. Produção agrícola municipal do Estado do Rio de Janeiro, 1990.

INMAN-BAMBER, N.G. & THOMPSON, G.D. Models of dry matter accumulation by sugar cane. In: ANUAL CONGRESS - SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGISTS. 63., South África, South Africa Sugar Technologists Association, 1989. p.212-6. (Resumo)

MACHADO, E.C. Um modelo matemático-fisiológico para simular o acúmulo de matéria seca na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Campinas, 1981. 115p. (Mestrado - Universidade Estadual de Campinas).

MANIERO, M.A. Aplicação de graus-dia em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). Piracicaba, 1980. 76p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

MARCUS, K.G. El Niño - its impact on 1992 world sugar production. **Sugar y Azucar**, New Jerseys, 87 (4): p. 23-8, abr. 1992.

MUCHOW, R.C.; HAMMER, G.L.; KINGSTON, G. Assessing the potential yield of sugar cane. AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS. 13., Austrália, 1991. *Proceedings*. Austrália, Watson Ferguson & Company, 1991. p.146-151.

OMETTO, J.C. Uma equação para a estimativa da evapotranspiração potencial; sua aplicação no cálculo das necessidades hídricas e do rendimento agroindustrial da cana-de-açúcar na região de Piracicaba. Piracicaba, 1974. 129p. (Livre-docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

OMETTO, J.C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo, Agrônômica Ceres, 1981. 425p.

ORTOLANI, A.A.; PINTO, H.S.; PEREIRA, A.R. Zoneamento agroclimático do Estado do Rio de Janeiro. In: Plano agropecuário de desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1970. p.39-85.

PEREIRA, A.R. Simulação do crescimento e da produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA. Campinas, 1987. *Anais*. Campinas, 1987. p. 200-9.

PEREIRA, A.R. & MACHADO, E.C. Um simulador dinâmico do crescimento de uma cultura de cana-de-açúcar. *Bragantia*, Campinas, 45(1):107-22, 1986.

PEREIRA, A.R.; BARBIERI, V.; VILLA NOVA, N.A. Condicionamento climático da indução ao florescimento em cana-de-açúcar. Boletim Técnico PLANALSUCAR, Piracicaba, 5(3):5-14, mar. 1983.

PEREIRA Jr, A.C. Efeitos da irrigação e do espaçamento no desenvolvimento e na produção de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Piracicaba, 1984.124p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- ROBERTSON, G.W. **Guidelines on crop-weather models**; World climate programme, Geneva, WMO, 1983a. v.50, 113p.
- ROBERTSON, G.W. **Weather - based mathematical models for estimating development and ripening of crops**. Geneva, WMO, 1983b. 158p. (WMO Agricultural Meteorology - CAgM, Report, 15).
- ROSENFELD, U. **Período crítico de deficiência hídrica para a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)**. Piracicaba, 1989. 89p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SANTOS FILHO, B.G. dos. **Parâmetros biofísicos e fisiológicos associados à economia de água em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) submetidas à estresse hídrico**. Campinas, 1984. 158p. (Doutorado - Universidade Estadual de Campinas).
- SEGÓVIA, R.M. & ANDRADE, E.G. de. **Um modelo de determinação do efeito da precipitação pluviométrica na produtividade agrícola**. **Coleção Análise e Pesquisa**, Brasília, 24: 11-8, ago. 1982.

SILVA, G.L.S.P. da; VICENTE, J.R.; CASER, D.V. Avaliação de previsões de rendimentos de culturas do Estado de São Paulo, fornecidas por modelos agrometeorológicos, anos agrícolas 1984/85 e 1985/86. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA ÁGUA NA AGRICULTURA, Campinas, 1987. **Anais**. Campinas, 1987. p. 210-26.

SINGH, B.H. & BAPAT, S.R. Pre-harvest forecast models for prediction of sugarcane yield. INDIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES, New Delhi, 58 (6):465-9, 1988.
(Resumo)

SOUZA, I.C.; LEME, E.J. A.; ROSENFELD, U.; BATISTELLA, J.R.; BARBIERI, V. Irrigação da cana-de-açúcar na região norte Fluminense: viabilidade técnica - econômica. **Boletim Técnico PLANALSUCAR**, Piracicaba, 2(3): 1-34, maio 1980.

SPLINTER, W.E. Modelling of plant growth for yield prediction. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, 14: 243-53, 1974.

THOM, H.C.S. The relational relationship between heating degree days and temperature. **Monthly Weather Review**, 82: 1-6, 1954.

- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance. Drexel Institute of Technology, 8 (1): 1-14, 1955.
- TULLER, V.V. Produtividade da cana-de-açúcar irrigada no norte fluminense. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4., Olinda, 1987. **Anais**. Olinda, STAB, 1987, p.150-4.
- TULLER, V.V.; NASCIF, D.; SOUZA, D. de; AZEVEDO, H.J. de. Determinação da evapotranspiração da cana-de-açúcar em solo de tabuleiro. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2., Rio de Janeiro, 1981. **Anais**. Rio de Janeiro, STAB, 1981, p.15-36.
- VALENÇA, A.S.; TAVARES, A.S.; DAMÁZIO, H.N.; MUELLER, K.E.K. Fatores ambientais redefinindo as regiões de um informativo agrometeorológico - melhores subsídios ao agricultor, extencionista rural e educador ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7, São Paulo, 1992. **Anais**. São Paulo, 1992, p.499-503.
- VILLA NOVA, N.A. & BARBIERI, V. Consideração sobre a viabilidade de irrigação da cana-de-açúcar na região de Piracicaba/SP. In: CURSO DE AGRICULTURA IRRIGADA. Piracicaba, 1991. p.76-82.

VILLA NOVA, N.A.; CARRETERO, M.V.; SCARDUA, R. Um modelo de avaliação do crescimento da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em termos da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3., Campinas, 1983. **Anais**. Campinas, 1983. p.31-48.

VILLA NOVA, N.A.; PEDRO Jr., M.J.; PEREIRA, A.R.; OMETTO, J.C. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima. Caderno de Ciências da Terra, São Paulo, (30): 1-8, 1972.

APÊNDICE

Dados meteorológicos das estações utilizadas, onde:

- TX - média das temperaturas máximas diárias do mês (°C)
- TM - média das temperaturas mínimas diárias do mês (°C)
- TMD - Temperatura média mensal (°C)
- INS - insolação média do mês (horas)
- N - fotoperíodo (horas)
- GD - graus-dia acumulado no mês (°C.dia)
- C - fator de correção do graus-dia
- GDC - graus-dia acumulado do mês corrigido (°C.dia)

TABELA 2: Dados meteorológicos normais (1961-1990)

ESTAÇÃO: ANGRA DOS REIS/RJ LAT:23°01'S LONG:44°19'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	29,8	22,6	26,0	5,60	13,20	248	0,96	237
FEV	30,4	23,1	26,4	6,29	12,80	235	0,91	215
MAR	29,5	22,5	25,8	5,72	12,07	242	0,89	215
ABR	27,6	20,8	24,0	4,88	11,38	180	0,90	162
MAI	26,2	18,9	22,2	5,14	10,85	130	0,93	121
JUN	25,0	17,1	20,6	4,92	10,60	78	1,00	78
JUL	24,6	16,5	20,2	5,16	10,80	68	1,05	72
AGO	25,0	17,2	20,7	4,81	11,14	84	1,11	93
SET	24,9	18,2	21,3	4,01	12,00	99	1,14	113
OUT	25,6	19,3	22,3	3,91	12,70	133	1,09	145
NOV	27,0	20,4	23,5	4,27	13,10	165	1,05	174
DEZ	28,6	21,7	24,9	4,15	13,40	214	1,01	216

ESTAÇÃO: BANGU/RJ LAT:22°52'S LONG:43°28'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	33,2	23,1	27,0	6,05	13,20	279	0,96	267
FEV	33,8	23,4	27,1	6,51	12,80	255	0,91	233
MAR	32,6	22,7	26,4	6,68	12,07	260	0,89	232
ABR	30,2	20,9	24,2	5,94	11,38	186	0,90	167
MAI	28,8	18,6	22,0	6,32	10,85	124	0,93	115
JUN	27,4	17,2	21,1	5,88	10,60	93	1,00	93
JUL	27,1	16,4	20,5	5,93	10,80	78	1,05	81
AGO	28,2	17,4	21,8	6,41	11,14	118	1,11	131
SET	28,3	18,4	22,5	5,68	12,00	135	1,14	154
OUT	29,1	19,8	23,3	4,77	12,70	164	1,09	179
NOV	30,7	21,1	24,4	5,77	13,10	192	1,05	203
DEZ	32,0	22,2	25,8	5,59	13,40	242	1,01	244

TABELA 3: Dados meteorológicos normais (1961-1990)

ESTAÇÃO: CAMPOS/RJ LAT:21°45'S LONG:41°20'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	32,0	22,5	26,3	7,19	13,14	257	0,96	246
FEV	32,6	22,9	26,8	7,72	12,70	246	0,92	226
MAR	32,3	22,5	26,4	7,39	12,07	260	0,90	234
ABR	30,3	20,9	24,6	6,77	11,41	198	0,90	179
MAI	28,7	19,0	22,8	6,85	10,92	149	0,94	139
JUN	27,4	17,5	21,4	6,25	10,69	102	1,00	102
JUL	26,7	16,9	20,8	6,47	10,87	87	1,05	91
AGO	27,5	17,5	21,6	6,82	11,20	112	1,11	123
SET	27,3	18,5	22,2	5,23	12,00	126	1,12	142
OUT	28,0	19,9	23,3	4,87	12,60	164	1,08	178
NOV	29,4	21,0	24,4	5,61	13,02	192	1,06	203
DEZ	30,6	21,9	25,4	5,95	13,30	229	1,01	231

ESTAÇÃO: CABO FRIO/RJ LAT:22°49'S LONG:42°02'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	28,7	22,3	25,1	7,74	13,20	220	0,96	210
FEV	29,1	22,7	25,4	8,40	12,80	207	0,91	190
MAR	28,8	22,7	25,4	7,35	12,07	229	0,89	204
ABR	27,4	21,5	24,2	6,54	11,38	186	0,90	167
MAI	26,1	20,0	22,8	6,91	10,85	149	0,93	139
JUN	24,9	18,8	21,6	6,70	10,60	108	1,00	107
JUL	24,7	18,6	21,3	7,05	10,80	102	1,05	108
AGO	24,3	18,7	21,2	6,57	11,14	99	1,11	110
SET	24,3	19,0	21,3	5,21	12,00	99	1,14	113
OUT	25,2	19,7	22,2	5,78	12,70	130	1,09	142
NOV	26,5	20,7	23,3	6,32	13,10	159	1,05	168
DEZ	27,9	21,8	24,5	6,50	13,40	202	1,01	203

TABELA 4: Dados meteorológicos normais (1961-1990)

ESTAÇÃO: ECOL. AGRÍCOLA/RJ LAT:22°46'S LONG:43°41'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	32,1	22,2	26,3	6,26	13,20	257	0,96	246
FEV	32,8	22,6	26,7	6,81	12,80	244	0,91	223
MAR	31,6	21,7	25,8	6,51	12,07	242	0,89	215
ABR	29,3	19,8	23,8	6,23	11,38	174	0,90	156
MAI	27,9	17,7	21,9	6,52	10,85	121	0,93	113
JUN	26,8	16,3	20,7	6,42	10,60	81	1,00	81
JUL	26,6	15,7	20,3	6,62	10,80	71	1,05	75
AGO	27,6	16,6	21,2	6,34	11,14	99	1,11	110
SET	27,8	17,7	21,9	4,98	12,00	117	1,14	133
OUT	28,2	18,9	22,8	4,75	12,70	149	1,09	162
NOV	29,4	20,1	24,0	5,43	13,10	180	1,05	190
DEZ	30,8	21,3	25,3	5,37	13,40	226	1,01	228

ESTAÇÃO: ILHA GUAIBA/RJ LAT:23°00'S LONG:44°02'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	30,1	22,4	25,7	5,92	13,20	239	0,96	228
FEV	30,6	22,9	26,1	6,72	12,80	227	0,91	208
MAR	29,5	22,5	25,5	5,97	12,07	233	0,89	207
ABR	27,8	21,1	24,1	5,63	11,38	183	0,90	164
MAI	26,2	19,6	22,6	5,92	10,85	143	0,93	133
JUN	25,0	18,4	21,3	6,05	10,60	99	1,00	99
JUL	25,1	18,0	21,2	6,37	10,80	99	1,05	104
AGO	25,3	18,3	21,4	5,74	11,14	105	1,11	117
SET	25,0	18,3	21,2	4,50	12,00	96	1,14	109
OUT	25,9	19,1	22,1	4,52	12,70	127	1,09	139
NOV	27,5	20,4	23,6	4,93	13,10	168	1,05	177
DEZ	28,9	21,4	24,7	4,66	13,40	208	1,01	209

TABELA 5: Dados meteorológicos normais (1961-1990)

ESTAÇÃO: ITAPERUNA/RJ LAT:21°12'S LONG:41°53'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	32,0	21,7	26,2	7,19	13,10	254	0,96	244
FEV	32,9	21,9	26,5	7,68	12,67	238	0,92	219
MAR	32,2	21,4	25,9	6,94	12,07	245	0,90	221
ABR	30,0	19,8	24,1	6,41	11,45	183	0,91	166
MAI	28,4	17,5	22,1	6,31	10,97	127	0,94	119
JUN	27,3	15,7	20,6	6,26	10,72	78	1,00	78
JUL	26,9	15,0	20,1	6,26	10,92	65	1,05	68
AGO	28,0	15,8	21,3	6,31	11,25	102	1,10	112
SET	27,9	17,4	22,0	5,21	11,96	120	1,12	134
OUT	28,9	19,1	23,3	5,11	12,56	164	1,08	178
NOV	29,9	20,2	24,4	5,74	12,98	192	1,05	202
DEZ	30,6	21,0	25,1	5,77	13,21	220	1,01	222

ESTAÇÃO: MACAÉ/RJ LAT:22°33'S LONG:41°46'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	30,7	21,9	25,7	6,22	13,14	239	0,96	228
FEV	31,6	22,4	26,3	7,31	12,70	232	0,92	214
MAR	30,6	21,6	25,6	6,20	12,07	236	0,90	212
ABR	29,1	20,5	24,2	5,96	11,41	186	0,90	168
MAI	27,8	18,6	22,6	6,09	10,92	143	0,94	134
JUN	26,5	16,6	20,8	6,04	10,69	84	1,00	84
JUL	26,1	16,2	20,4	6,30	10,87	74	1,05	78
AGO	26,4	16,9	20,9	5,66	11,20	90	1,11	99
SET	26,0	17,6	21,2	4,25	12,00	96	1,12	108
OUT	27,2	19,1	22,7	4,69	12,60	146	1,08	158
NOV	28,4	20,3	24,0	5,46	13,02	180	1,06	190
DEZ	29,4	21,3	24,8	4,82	13,30	211	1,01	213

TABELA 6: Dados meteorológicos normais (1961-1990)

ESTAÇÃO: MARAMBAIA/RJ LAT:23°03'S LONG:43°36'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	31,2	22,3	26,4	5,83	13,20	260	0,96	249
FEV	31,2	22,9	26,6	5,99	12,80	241	0,91	220
MAR	30,2	22,2	25,9	5,64	12,07	245	0,89	218
ABR	29,5	21,1	24,9	5,52	11,38	207	0,90	186
MAI	27,4	19,1	23,0	5,16	10,85	155	0,93	144
JUN	26,4	16,9	21,2	5,63	10,60	96	1,00	96
JUL	25,8	16,4	20,8	5,36	10,80	87	1,05	91
AGO	26,2	17,2	21,3	4,67	11,14	102	1,11	114
SET	25,6	17,3	21,2	4,14	12,00	96	1,14	109
OUT	27,0	18,5	22,6	5,25	12,70	143	1,09	156
NOV	28,5	19,8	23,8	5,87	13,10	174	1,05	184
DEZ	29,5	20,7	24,7	5,21	13,40	208	1,01	209

ESTAÇÃO: RIO DE JANEIRO/RJ LAT:22°55'S LONG:43°10'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	29,7	23,3	26,2	6,33	13,20	254	0,96	243
FEV	30,2	23,5	26,5	7,39	12,80	238	0,91	218
MAR	29,4	23,3	26,0	6,31	12,07	248	0,89	220
ABR	27,8	21,9	24,5	5,53	11,38	195	0,90	175
MAI	26,4	20,4	23,0	5,53	10,85	155	0,93	144
JUN	25,2	18,7	21,5	5,52	10,60	105	1,00	105
JUL	25,3	18,4	21,3	5,89	10,80	102	1,05	108
AGO	25,6	18,9	21,8	5,75	11,14	118	1,11	131
SET	25,0	19,2	21,8	4,56	12,00	114	1,14	130
OUT	26,0	20,2	22,8	5,11	12,70	149	1,09	162
NOV	27,4	21,4	24,2	5,62	13,10	186	1,05	196
DEZ	28,6	22,4	25,2	5,16	13,40	223	1,01	225

TABELA 7: Dados meteorológicos normais (1961-1990)

ESTAÇÃO: SANTA CRUZ/RJ LAT:22°55'S LONG:43°40'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	32,5	22,6	26,2	6,33	13,20	254	0,96	243
FEV	33,1	23,0	26,6	7,39	12,80	241	0,91	220
MAR	31,8	22,3	25,8	6,31	12,07	242	0,89	215
ABR	29,5	20,7	23,8	5,53	11,38	174	0,90	156
MAI	27,8	18,8	21,9	5,53	10,85	121	0,93	113
JUN	26,9	17,7	21,1	5,52	10,60	93	1,00	93
JUL	26,6	17,1	20,7	5,89	10,80	84	1,05	88
AGO	27,4	17,8	21,7	5,75	11,14	115	1,11	128
SET	27,2	18,3	22,3	4,56	12,00	129	1,14	147
OUT	28,0	19,4	22,5	5,11	12,70	140	1,09	152
NOV	29,6	20,4	23,5	5,62	13,10	165	1,05	174
DEZ	31,0	21,8	25,2	5,16	13,40	223	1,01	225

ESTAÇÃO: SÃO FIDELIS/RJ LAT:21°39'S LONG:41°15'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	33,0	21,6	26,3	8,00	13,14	257	0,96	246
FEV	33,9	21,8	26,5	8,03	12,70	238	0,92	219
MAR	33,3	21,1	26,4	7,07	12,07	260	0,90	234
ABR	31,3	19,6	24,3	6,52	11,41	189	0,90	171
MAI	29,6	17,6	21,9	5,82	10,92	121	0,94	113
JUN	28,1	15,6	20,7	5,96	10,69	81	1,00	81
JUL	27,8	15,4	20,5	6,35	10,87	78	1,05	81
AGO	29,0	16,2	21,7	6,68	11,20	115	1,11	127
SET	29,0	17,2	22,2	5,28	12,00	126	1,12	142
OUT	30,2	19,1	23,3	5,02	12,60	164	1,08	178
NOV	31,0	20,4	24,3	5,19	13,02	189	1,06	199
DEZ	31,7	21,2	25,2	5,87	13,30	223	1,01	225

TABELA 8: Dados meteorológicos normais (1961-1990)

ESTAÇÃO: CATAGUASES/MG LAT:21°23'S LONG:42°41'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	31,8	21,7	25,5	6,28	13,10	233	0,96	223
FEV	32,0	21,9	25,7	6,13	12,67	216	0,92	199
MAR	31,9	21,3	25,9	6,62	12,07	245	0,90	221
ABR	29,9	19,2	23,4	6,31	11,45	162	0,91	147
MAI	27,8	16,4	20,8	6,39	10,97	87	0,94	81
JUN	25,9	14,4	19,6	6,24	10,72	48	1,00	48
JUL	26,7	14,3	19,6	5,79	10,92	50	1,05	52
AGO	28,5	15,1	20,6	6,48	11,25	81	1,10	88
SET	29,0	17,2	22,1	5,19	11,96	123	1,12	137
OUT	29,8	19,4	23,6	4,46	12,56	174	1,08	188
NOV	30,5	21,3	22,3	5,02	12,98	129	1,05	136
DEZ	31,2	21,1	23,0	6,44	13,21	155	1,01	156

ESTAÇÃO: C. ITAPEMIRIM/ES LAT:20°51'S LONG:41°06'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	32,7	22,2	26,5	7,32	13,10	264	0,96	253
FEV	33,4	22,1	26,6	7,67	12,67	241	0,92	222
MAR	33,1	21,8	26,2	7,13	12,07	254	0,90	230
ABR	30,7	20,5	24,4	9,53	11,45	192	0,91	174
MAI	28,8	18,3	22,4	6,55	10,97	136	0,94	128
JUN	27,8	16,8	21,0	6,33	10,72	90	1,00	90
JUL	27,1	16,3	20,5	6,47	10,92	78	1,05	81
AGO	28,2	16,8	21,3	6,45	11,25	102	1,10	112
SET	28,4	18,0	22,1	5,28	11,96	123	1,12	137
OUT	29,0	19,7	23,4	5,07	12,56	167	1,08	182
NOV	30,2	20,6	24,5	5,45	12,98	195	1,05	205
DEZ	31,3	21,4	25,2	5,54	13,21	223	1,01	225

TABELA 9: Dados meteorológicos normais (1961-1990)

ESTAÇÃO: UBATUBA/SP LAT:24°26'S LONG:45°06'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	29,7	20,5	24,6	3,38	13,26	205	0,95	195
FEV	30,3	20,8	25,0	3,80	12,86	217	0,91	198
MAR	29,4	20,3	24,3	3,41	12,08	195	0,88	172
ABR	27,5	18,3	22,4	3,50	11,33	136	0,89	122
MAI	25,7	15,4	20,0	3,51	10,80	62	0,93	58
JUN	24,9	13,5	18,2	3,54	10,55	6	0,99	6
JUL	24,1	12,8	17,6	3,55	10,74	51	1,05	54
AGO	24,7	14,3	18,7	3,34	11,10	67	1,12	75
SET	24,5	15,5	19,6	2,59	12,00	73	1,15	83
OUT	25,4	17,3	21,0	2,36	12,72	93	1,10	102
NOV	26,1	18,0	21,7	2,78	13,16	115	1,06	121
DEZ	28,4	19,6	23,5	2,96	13,47	171	1,01	172

ESTAÇÃO: PIRAI/RJ LAT:22°38'S LONG:43°54'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	30,6	19,4	24,0	5,18	13,14	186	0,96	178
FEV	30,8	19,3	24,0	6,33	12,70	186	0,92	171
MAR	30,5	19,1	23,7	5,11	12,07	177	0,90	159
ABR	28,1	17,4	21,7	4,74	11,41	115	0,90	104
MAI	26,3	14,5	19,1	4,74	10,92	34	0,94	32
JUN	25,3	12,4	17,4	4,72	10,69	62	1,00	62
JUL	24,9	11,5	16,7	5,12	10,87	53	1,05	56
AGO	26,3	12,6	18,2	4,64	11,20	6	1,11	7
SET	26,5	14,6	19,6	3,93	12,00	50	1,12	56
OUT	27,1	16,4	20,9	4,23	12,60	90	1,08	98
NOV	28,3	17,7	22,2	4,32	13,02	130	1,06	137
DEZ	29,4	18,8	23,2	4,11	13,30	161	1,01	163

TABELA 10: Dados meteorológicos normais (1961-1990)

ESTAÇÃO: VASSOURAS/RJ LAT:22°20'S LONG:43°40'W

MESES	TX	TM	TMD	INS	N	GD	C	GDC
JAN	30,1	19,7	23,6	5,99	13,14	174	0,96	166
FEV	30,8	19,9	24,0	6,66	12,70	168	0,92	154
MAR	29,9	19,3	23,2	6,21	12,07	161	0,90	145
ABR	27,7	17,5	21,3	5,62	11,41	99	0,90	90
MAI	25,9	14,7	19,0	5,77	10,92	31	0,94	29
JUN	24,7	13,1	17,6	5,69	10,69	58	1,00	58
JUL	24,6	12,5	17,2	5,95	10,87	54	1,05	57
AGO	26,0	13,7	18,6	5,95	11,20	19	1,11	21
SET	26,3	15,4	19,7	4,69	12,00	51	1,12	57
OUT	27,2	17,1	20,9	4,67	12,60	90	1,08	98
NOV	28,0	18,1	21,9	5,01	13,02	117	1,06	123
DEZ	29,0	19,2	22,9	5,10	13,30	152	1,01	153