

TENTATIVA DE APLICAÇÃO AO SERTÃO CENTRAL (Quixeramobim) DE UM MODELO DE COMPORTAMENTO HÍDRICO DO SISTEMA SOLO-PLANTA EM RELAÇÃO AO CLIMA.

P. AUDRY\*

PLANO

I. INTRODUÇÃO

Assunto. Motivações e objetivos.

II. METODOLOGIA

2.1. Estrutura e funcionamento do modelo.

1. Esquema e princípios gerais
2. Clima: variáveis P e ETP
3. Planta - esquematização do ciclo vegetativo em 4 fases.  
- parâmetro Kc:  $ETM = Kc \times ETP / \text{significação de } Kc$  (1)
4. Solo e solo x planta - Reservatório utilizável = RU  
- Evolução da RU no ciclo: parâmetro RUINI.
5. Lei de esvaziamento da RU ou Lei de ETR.
6. Exemplos de funcionamento.

2.2. Simulações: realização e interpretação dos resultados.

1. Realização: - entradas: dados climáticos - parâmetros - limites de varredura.  
- trabalho do programa  
- saída: tabela de sucesso em função das datas simuladas do plantio.
2. Elementos de interpretação estatística.  
- Princípio  
- Índice global de realização  
- Data ótima do plantio + proba. max. do modelo  
- Limite superior (climático) da proba. de sucesso.

---

(\*) ORSTOM/UFC - Laboratório de Solos - DENAE  
Centro de Ciências Agrárias - UFC  
Fortaleza-Ce. - Seminários 30/10 e 06/11/1979.

III. Primeira Possibilidade de Utilização: Instrumento de previsão e decisão à disposição do agricultor.

3.1. Condições: modelo calibrado (não realizado em nosso caso)

3.2. Exemplos fictícios de utilização. Discussão.

IV. Segunda Possibilidade de Utilização: Instrumento de estudo, instrumento de avaliação relativa ou absoluta das potencialidades a disposição do Pesquisador, do Agrônomo, do Planificador.

4.1. Exemplo de utilização como instrumento de estudo: estudo geral das condições de alimentação hídrica em Quixeramobim por simulações.

1. Avaliação da importância relativa dos diferentes fatores.

a) Plano de experiência

b) Estudo do par "RU x comprimento do ciclo"

c) Efeito dos outros parâmetros:

- repartição das chuvas no passo de tempo

- nível da ETP

- RUINI

- REDUC

d) Conclusões: - lei do mínimo

- existência de uma assintota climática.

2. Estimativa frequencial da seca agrônômica.

4.2. Outros tipos de Utilização.

1. Decisão técnica: escolha duma planta, duma técnica tal como a irrigação...

2. Índices agroclimáticos: globais, específicos.

3. Instrumentos de estimativas da seca anual, de advertência...

4.3. Discussão a respeito dos limites dessas aplicações em função dos dados e parâmetros disponíveis e da calibragem do modelo por referência ao campo. Problema das avaliações absolutas ou só relativas.

V. CONCLUSÕES: Discussão Sobre a Utilização e a Extensão Possíveis Dessa Metodologia Modelo + Análise Frequencial para os Problemas Ligados à Seca.

### 5.1. Limites atuais relativos aos dados disponíveis.

Possibilidades de hierarquização.

### 5.2. Exemplo rápido de mais uma possibilidade: estimativa frequencial dos defeitos hídricos anuais como primeira avaliação das necessidades de água para uma irrigação de complemento.

## RESUMO

I. INTRODUÇÃO: Os resultados apresentados se relacionam à uma pesquisa empreendida sobre o tema da seca agrícola. Se trata duma tentativa, essencialmente metodológica nesse estágio. Os resultados ainda são parciais e em fase de interpretação.

A seca do Nordeste Brasileiro apresenta duas principais características:

- Uma variabilidade muito grande do total pluviométrico anual, com anos de totais muito baixo, impedindo praticamente qualquer planta realizar seu ciclo vegetativo. Exemplo: em Quixeramobim com 63 anos, temos: total pluvio médio = 788mm; mini = 209; maxi = 1451;  $\sigma$  = 291; cv = 37%.
- uma grande variabilidade da posição da estação chuvosa no tempo, e uma re-partição muito irregular das chuvas dentro dessa estação; com períodos de morados sem chuvas durante os quais a alimentação das culturas arrisca ser reduzida gravemente ou interrompida definitivamente, no caso o armazenamento de água no solo for insuficiente para cobrir o déficit de chuva. Nessas condições, as consequências de seca são complexas; a avaliação das possibilidades reais do meio e a determinação das regras para uma exploração racional e ótima são mais defíceis, mas também mais urgentes.

Com essa motivação geral, essa pesquisa metodológica tem em vista dois objetivos:

- construir um modelo conceitual fundado sobre um esquema das relações clima-solo-plantas, com um conjunto de equações exprimindo cada uma das transferências hídricas do esquema indo das chuvas até à satisfação das necessidades da planta. Esse modelo permitirá de simular as condições de alimentação hídrica, respeitando os efeitos dos vários fatores e as condições do meio, que na realidade são interligadas e constituem um conjunto, um sistema. Nos poderemos usar esse modelo para estudar por simulações o efeito de vários fatores, varias intervenções, em condições definidas.

- responder as diversas perguntas a respeito da satisfação das necessidades hídricas das culturas em termos de probabilidade, levando em conta a variabilidade do clima. Por exemplo fornecer resposta à: usando tais técnicas em tais condições de meio, qual é a probabilidade de sucesso para tal planta? Se intervir-se de tanto sobre tal fator, como vai mudar essa probabilidade?

Para isso, precisa duma série de dados pluviométricos completos de pelo menos 30 a 40 anos. Para cada ano, nos aplicaremos o modelo para avaliar as condições de alimentação hídrica das plantas, em função de varias datas de plantio simulados. Para o conjunto dos anos, poderemos estabelecer a estatística dessas condições de alimentação hídrica e com o princípio básico que o futuro vai assemelhar ao passado, obteremos as probabilidades procuradas a partir das frequências calculadas.

## II. METODOLOGIA

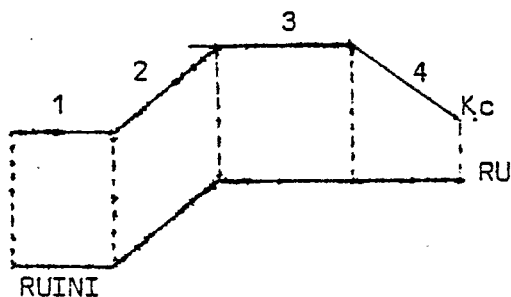
- 2.1. Estrutura do modelo. O modelo tem por fim de reproduzir a seqüência das transferências das chuvas até a planta todo ao longo do ciclo vegetativo para concluir, se - usando a água armazenada no solo - as necessidades das plantas ficam cobradas de modo suficiente e contínuo a partir do abastecimento descontínuo das chuvas.

Será um modelo tipo THORNWAITHE, mais sofisticado, no qual o solo constitui um reservatório enchido pelas chuvas e esvaziado pela evapotranspiração: quanto a quantidade de chuvas trazidas ultrapassar a capacidade do reservatório, o excedente é drenado fora do alcance o raízes; quando o reservatório se torna vazio e não pode mais cobrar as necessidades da planta, o ciclo vegetativo vai ser considerado definitivamente interrompido.

Esse balanço hídrico será estudado todo ao longo do ciclo da planta; num primeiro ensaio, trabalharemos com um peço de tempo de 10 dias (chamado aqui década).

As variáveis, ao parâmetro e as características esenciais do modelo são as seguintes:

- Clima: duas variáveis essenciais em totais decadários: chuva e evapotranspiração potencial ETP.
- Planta: O modelo só trata do caso das plantas anuais. O ciclo vegetativo e esquematizado em quatro fases, durante as quais admite-se que, segundo o caso, os parâmetros ficam constantes ou variam linearmente (veja figura ao lado).



- (1) = germinação
- (2) = crescimento
- (3) = vegetação ativa (com floração)
- (4) = maturação

Assim é modelizado o parâmetro Kc usado para calcular, todo ao longo do ciclo, as necessidades hídricas específicas da planta:

- Evapotranspiração máxima da planta  $ETM$  ("use consumptive") =  $Kc \cdot ETP$

Precisa notar a mais que  $Kc(1)$  é a taxa de evaporação do solo descoberto; é uma característica do conjunto solo X clima.

- Solo: O principal parâmetro do solo é sua capacidade de armazenamento para a água. Na realidade, em função da profundidade e da repartição das raízes, só uma fração dessa capacidade constituirá : "reservatório utilizável" (RU) pela planta: é um parâmetro solo x planta.

Esse reservatório utilizável também depende do desenvolvimento da planta e a sua evolução é esquematizada na figura acima.  $RUINI$ , valor inicial da RU é um parâmetro que integra as condições hídricas superficiais oferecidas pelo solo à plantula e também a resistência dessa planta em frente à seca durante os primeiros estágios de desenvolvimento - a lei de esvaziamento da reserva utilizável ou lei de ETR é o último elemento indispensável para poder executar os cálculos do balanço constituindo a base do modelo: na realidade, à medida que o reservatório vai se esvaziar pela evapotranspiração, a água restante é ligada mais energeticamente ao solo e a cobrança das necessidades se torna mais parcial: a razão  $ETR(ET\ real)/ETM$  vai diminuindo. Nosso modelo faremos a simplificação que o reservatório se esvazia sempre à taxa  $ETM$  até esgotamento e que a ruptura do ciclo é definitiva logo que as necessidades se tornam não cobradas. Essa hipótese superestima o consumo de água e adianta talvez a ruptura do ciclo; pois de um outro lado ela sobestima o stress do vegetal em frente à seca e atrasa a manifestação desse que na realidade é progressiva; numa primeira aproximação, admitiremos uma certa compensação.

Depois desse estudo das bases do modelo, uns exemplos de funcionamento:

- tabelas de cálculo, gráficos - são apresentados.

## 2.2. Simulações: realização e interpretação dos resultados.

O modelo foi transformado num programa FORTRAN e a realização das simulações com o computador é simples e rápida:

- as entradas necessárias são: os dados climáticos - os parâmetros caracterizando a simulação - as "limites de varredura" definindo o intervalo de tempo dentro do qual quer se estudar todas as possibilidades de plantio: uma por passo de tempo.
- as saídas - para uma planta e um valor de RU (o programa pode evidentemente trabalhar em série com M plantas x N RU) - se apresentam como uma tabela idêntica à junta, onde a varredura foi realizada de dezembro até julho (24 décadas):

Para cada ano/sucessivamente, e dentro desse intervalo, o modelo testa se o ciclo vegetativo estudado (aqui no exemplo 100 dias é ou não é inteiramente cumprido sem ruptura de alimentação hídrica, para cada uma das 24 hipóteses dum plantio realizado ao início de cada uma das 24 décadas; a codificação é a seguinte:

- numa coluna significa: o plantio sendo realizado nessa década o ciclo não foi cumprido a falta de água.
- \* numa coluna significa: idem..... o ciclo foi totalmente cumprido
- . numa coluna significa: simulação não realizada: data fora dos limites de varredura.

A tabela então apresenta para os n anos - aqui 63 - todas as datas onde o plantio teria condições de ser realizado com sucesso (\*) segundo os critérios do modelo.

Os totais desses sucessos ou casos favoráveis são calculados também:

- por linhas e escritos na coluna TA (totais anuais) em baixo, o total anual médio é fornecido.
- por colunas: os resultados são escritos nas linhas inferiores da tabela em efetivos, e em frequências.

No exemplo junto, os parâmetros estatísticos calculados depois do ajustamento do histograma dessas frequências, são manuscritos:

- prob. max = 52,14%
- data correspondente = data ótimo de plantio segundo o modelo = 10.07 (em nº de década + decimal, seja 1ª década de março)

A significação desses dois parâmetros estatísticos é evidente. O TA médio constitui um índice global de sucesso ou de realização característico do conjunto "Clima + sol + planta".

Afinal a tabela fornece - na última linha - um limite superior da probabilidade de sucesso; nesse caso =  $45/63 = 71.4\%$ . Essa corresponde à frequência dos anos onde existe pelo menos um caso de sucesso; então constitui o limite absoluto de probabilidade de sucesso; e um limite climático nas condições de simulação. Esse

PLANTA  
100 MGS

3/ RU = 120.

	DECE			JANV			FEVR			MARS			AVRI			MAI			JUN			JUIL			AOUT			SEPT			OCTO			NOV			TA
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
1/12-13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	
2/13-14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
3/14-15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
4/15-16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
5/16-17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10		
6/17-18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
7/18-19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
8/19-20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4		
9/20-21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
10/21-22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
11/22-23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
12/23-24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9		
13/24-25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
14/25-26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4		
15/26-27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3		
16/27-28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
17/28-29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
18/29-30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
19/30-31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
20/31-32	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2		
21/32-33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
22/33-34	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
23/34-35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2		
24/35-36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
25/36-37	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
26/37-38	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4		
27/38-39	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
28/39-40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
29/40-41	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
30/41-42	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
31/42-43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
32/43-44	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2		
33/44-45	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4		
34/45-46	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
35/46-47	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
36/47-48	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3		
37/48-49	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
38/49-50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
39/50-51	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
40/51-52	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
41/52-53	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
42/53-54	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
43/54-55	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
44/55-56	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
45/56-57	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2		
46/57-58	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
47/58-59	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3		
48/59-60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3		
49/60-61	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7		
50/61-62	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2		
51/62-63	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
52/63-64	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9		
53/64-65	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4		
54/65-66	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
55/66-67	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
56/67-68	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
57/68-69	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
58/69-70	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8		
59/70-71	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0		
60/71-72	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
61/72-73	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
62/73-74	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10		
63/74-75	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
64/75-76	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2		
65/76-77	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8		
66/77-78	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3		

TOTAUX	0	0	3	1	6	9	17	21	21	33	30	23	19	12	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FREQU.	0.0	1.6		9.5	21.0	42.4	42.6	30.2	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0.0	1.6	14.3	36.5	52.4	36.5	19.0		1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			

PARAM. ESTADÍSTICOS: Prob. max = 52.44 %  
 Data ótima de plantio = 10.07  
 Límite SUPER DE PROBA = 34.43 % (45/63).

NUMERO MOYEN ANUEL DE FOSIBILITES = 3.30  
 ECART-TYPE = 2.96

valor é maior do que a proba maxi do histograma das frequências, porque no primeiro caso é uma probabilidade de sucesso independentemente da posição no tempo; no segundo caso, se trata duma probabilidade para uma data definida, o que introduz uma condição restritiva. A diferença entre as duas indica o que pode ser obtido melhor do que estritamente pelo modelo; também é uma medição indireta da irregularidade da posição no tempo da estação chuvosa ou pelo menos das consequências agrônômicas dessa.

III. PRIMEIRA POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO: instrumento de previsão e decisão à disposição do agricultor.

Para uma utilização desse tipo, é melhor usar um modelo mais sofisticado sobretudo a respeito das possibilidades para estas características das plantas mais precisas, e a respeito da lei de ETR. Mas esse modelo pode ser usado assim, e um exemplo dessa utilização tem vantagem de deixar ressaltar para a discussão as possibilidades, mais também os limites e as condições de utilização desse método modelização + análise frequencial.

É claro que para uma utilização a fim de previsão - decisão, o modelo deve ter sido calibrado previamente com a realidade que ele pretende reproduzir: medições dos parâmetros mensuráveis e calibragem direta por confrontação com o campo.

Essas condições sendo realizadas, o modelo deverá ser utilizado com clareza e sabedoria; deverá ser combinado com outros dados; e deverá ser acrescentado da experiência e do conhecimento do campo: assim poderá prestar serviço e as suas próprias possibilidades se tornarão desse modo aumentadas.

Dois exemplos são estudados correspondendo à tabela junta (plano de 100 dias x RU de 120mm). O primeiro mostra que respeitando a data de plantio ótimo do modelo com uma aproximação de só + uma década, pode-se esperar - com um bom julgamento - aumentar a probabilidade de sucesso na margem de 52 à 65%.

O outro exemplo mostra como - mesmo com condições de plantio muito boas acontecendo em 20 de janeiro - o modelo indica categoricamente de não plantar, mas esperar mais um mês.

IV: SEGUNDA POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO: instrumento de estudo, instrumento de avaliação das potencialidades, à disposição do pesquisador, do agrônomo, do planejador.

O modelo foi usado como instrumento de estudo para pesquisar sobre as condições da alimentação hídrica sob o clima de Quixeramobim. O plano da experiência, levada por simulações, primeiro consiste em o estudo sistemático dos dois fatores reservatório utilizável do solo ( 5 RU experimentados, escalonados de 60 a 180mm de 30 em 30mm) e comprimento de ciclo vegetativo da planta (9 ciclos experimentados, escalonados de 70 a 150 dias, de 10 em 10 dias).



O estudo confirma que a alimentação hídrica, dum modo muito geral, obedece a uma lei do tipo "lei do mínimo": cada um dos fatores apresenta, no seu intervalo de variação, um domínio onde ele se torna fator limitante e ele, só, regra a alimentação hídrica mantendo-a baixa. Com a conjugação dos dois fatores nas margens limitantes, a proba max. de sucesso vai tender para zero. Do outro lado, além dum certo valor, a proba max. é especialmente a limite superior da proba. max apresenta uma tendência assimótica. Mais adicionando os efeitos os mais favoráveis dos dois fatores a assintota não tende para 100%: assim são criadas as condições para o efeito do clima aparecer como fator limitante; efeito limite que pode ser avaliado pelo nível dessa assintota.

Antes de tentar uma estimativa desse tipo, um estudo complementar foi realizado sobre os parâmetros seguintes:

- 1) repartição das chuvas dentro do passo de tempo (parâmetro KCH): esta repartição tem um papel muito importante. O que deixa concluir a necessidade absoluta de completar esse primeiro trabalho com um estudo utilizando um passo de tempo menor.
- 2) nível da ETP, porque se dispõe-se duma avaliação calculada para esta variável. Também é um parâmetro muito importante: uma variação  $\pm 10\%$  provoca uma variação de  $\pm 10\%$  da proba max. de sucesso. O que coloca em relêvo a urgência de conhecer melhor essa ETP.
- 3) O parâmetro RUINI que mostra igualmente um valor abaixo do qual ele se torna mais limitante.
- 4) A final um parâmetro REDUC com o qual a planta pode aceitar no modelo uma alimentação mais ou menos reduzida sem morrer quando a quantidade de água na RU não pode cobrir as necessidades totais. Precisa duma taxa de redução muito importante para modificar sensivelmente a probabilidade de sucesso.

Depois disso, dando aos parâmetros KCH, RUINI e REDUC valores suficientes para criar todas as condições favoráveis, deixando uma expressão mais pura da assintota climática, uma avaliação frequencial dessa foi realizada e é discutida: se trata duma estimativa, simplesmente indicativa, relativa do fato da incerteza a respeito dos valores de certas variáveis e parâmetros como por exemplo a ETP...

Outras aplicações e possibilidades de utilização são rapidamente apresentadas:

- 1) Em assistência à decisão técnica, assim como a escolha duma planta adaptada às condições locais de solo + clima; o estudo do interesse duma nova técnica, por exemplo a utilização da irrigação de complemento para regularizar e intensificar e intensificar a produção.

- 2) Se pode encarar a elaboração de vários índices climáticos ou agroclimáticos, de diversos graus de generalidade ou, ao contrário, de especificidade: índice global para caracterizar uma potencialidade climática regional ou estacional; índice 'clima x solo adaptável a varias superfícies...
- 3) também pode-se encarar a elaboração dum instrumento de simulação anual das consequências das condições climáticas sobre a alimentação hídrica a fim de avaliar a intensidade de seca, ou dar advertência técnica... etc.

Uma discussão é proposta sobre os limites dessas possibilidades de utilização em função da precisão dos fatores e parâmetros que devem ser introduzidas no modelo e em função do grau de precisão da calibragem em refe-rência direta com o campo, que pode ser progressivamente melhorado a medida da utilização.

V. CONCLUSÕES: Discussão sobre a utilização e a extensão possíveis da metodologia modelo + análise frequencial.

Atualmente um dos limites para a utilização desses modelos pa-rece ser a insuficiência de dados precisos para certas variáveis (ETP o-mente) ou certos parâmetros como RU ou REDUC; existe também um limite de to a respeito de certos mecanismos (RUINI). Com esse trabalho o autor espera-contribuir e salientar melhor os diversos problemas e fornecer alguns elemento de ajuda para hierarquiza-las, em vista da procura de soluções mais racionais.

Afinal, à título de exemplo de extensão possível, o resultado dum tratamento realizado sobre a mesma sequência climática é apresentado. Se trata desta vez, dum modelo utilizando uma lei de ETR decrescente que permite, em particular, de calcular o déficit de alimentação hídrica ETM - ETR. Uma análise frequencial é possível diretamente sobre o déficit. Isso foi realizado sobre os déficit anuais dum planta de 120 dias; os resultados podem constituir uma primeira indicação a respei-to das necessidades anuais de água para um estudo de irrigação de complemento.