

MFN= 007410

01 SID/SCD

02 6066

03 INPE-6066-PRE/2181

04 MET

05 MC

06 am

10 Calheiros, Roberto V.

10 Antonio, Mauricio de A.

12 Uso do radar de tempo na agricultura paulista

14 7-16

18 Anais

40 Pt

41 Pt

42 <E>

53 Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 6

54 09-16 jul. <1989>

56 Maceio

57 BR

58 DCM

61 <CN>

64 <1989>

68 PRE

76 CIENCIAS METEOROLOGICAS

82 <SAO PAULO (ESTADO)>

83 Um dos principais objetivos operacionais do Projeto RADASP (Radar em Sao Paulo) e a aplicacao das observacoes do radar de tempo nas praticas agricolas. Ja na primeira fase de operacoes do radar de Bauru - meados da decada de 70 - teve inicio tal aplicacao, enfocando a cultura da cana-de-acucar. Ao longo da utilizacao das observacoes de radar na area central do Estado foram sendo definidas as operacoes relativas a cultura da cana que podem ser beneficiadas. No contexto a rede de radares do Projeto - prevista para a etapa ora em andamento denominado RADASP II - permitira um monitoramento das chuvas em toda a area do Estado. Foi efetuado um levantamento preliminar das diferentes culturas no Estado sob o aspecto dos beneficios que podem ser auferidos com o uso dos dados de radar e das operacoes em que os dados tem utilidade. Com base numa estimativa do valor economico que podem ser auferidos com o uso do radar de tempo nas atividades agropecuarias no Estado e na experiencia de outros paises ficam obtidas indicacoes de beneficio/custo bastante favoraveis para o presente caso. Esta em consideracao a problematica relativa a identificacao das necessidades dos agricultores, da avaliacao economica dos beneficios e da determinacao dos produtos mais adequados ao atendimento daquelas necessidades.

87 AGROMETEOROLOGIA

87 PROJETO RADASP

87 AGRICULTURA

87 CANA-DE-ACUCAR

87 CHUVA

87 MONITORAMENTO

87 RADAR

90 b

USO DO RADAR DE TEMPO NA AGRICULTURA PAULISTA

Roberto V. Calheiros e Maurício de A. Antonio
Instituto de Pesquisas Meteorológicas/UNESP e
Instituto de Pesquisas Espaciais/SCT

RESUMO

Um dos principais objetivos operacionais do Projeto RADASP (Radar em São Paulo) é a aplicação das observações do radar de tempo nas práticas agrícolas. Já na primeira fase de operações do radar de Bauru - meados da década de 70 - teve início tal aplicação, enfocando a cultura da cana-de-açúcar. Ao longo da utilização das observações de radar na área central do Estado foram sendo definidas as operações relativas à cultura da cana que podem ser beneficiadas. No contexto a rede de radares do Projeto - prevista para a etapa ora em andamento denominado RADASP II - permitirá um monitoramento das chuvas em toda a área do Estado. Foi efetuado um levantamento preliminar das diferentes culturas no Estado sob o aspecto dos benefícios que podem ser auferidos com o uso dos dados de radar e das operações em que os dados tem utilidade. Com base numa estimativa do valor econômico que podem ser auferidos com o uso do radar de tempo nas atividades agropecuárias no Estado e na experiência de outros países ficam obtidas indicações de benefício/custo bastante favoráveis para o presente caso. Está em consideração a problemática relativa à identificação das necessidades dos agricultores, da avaliação econômica dos benefícios e da determinação dos produtos mais adequados ao atendimento daquelas necessidades.

1. INTRODUÇÃO

Desde sua concepção o Projeto RADASP (Calheiros,1973) previa o uso do radar de tempo na agricultura do Estado.

Ao longo dos anos de operação do radar de Bauru - desde meados da década de 70 até o presente - o mencionado uso foi sendo progressivamente estabelecido para a cultura da cana-de-açúcar. Os resultados que vêm sendo obtidos nessa aplicação e a experiência a nível mundial indicaram a importância de se dispor de dados de radar cobrindo todo o Estado, com diversos benefícios para muitas culturas. O Projeto RADASP II (Calheiros,1982) prevê o monitoramento das chuvas sobre o território paulista através de uma rede de 3 radares, dois dos quais estão instalados: o de Bauru (22,36 S; 49,03 W) e o de Ponte Nova (23,34 S; 45,97 W) tornando possível a obtenção daqueles dados.

Foi efetuada uma estimativa preliminar, buscando-se identificar as práticas culturais no Estado que poderiam valer-se diretamente das informações de

radar; verificou-se que várias culturas significativas poderão auferir benefícios dessas informações em diferentes situações operacionais.

Nesse sentido foi elaborada uma primeira divisão tentativa do território paulista, com 7 regiões geográficas. Com base em estimativas do valor econômico das informações meteorológicas em geral, executadas no contexto de um projeto na área de meteorologia apresentado ao governo estadual, e à vista de dados de outras regiões do mundo, obteve-se indicações de uma relação benefício/custo bastante favorável no que se refere ao uso do radar na agricultura do Estado.

No processo de utilização das observações do radar de Bauru para a cultura da cana-de-açúcar na região central do Estado foi elaborado um primeiro detalhamento das operações que podem se beneficiar e de como esse benefício se concretiza; um resumo está apresentado neste trabalho.

Também estão descritos os produtos meteorológicos elaborados especificamente com dados de radar que são disseminados e estão esquematizados os sistemas de comunicação correspondentes. Essencialmente, as informações fluem na forma de mensagens por telex comandado por microcomputador num modo ativo, ou seja, são enviados automaticamente aos usuários em seus locais de operação, e na forma de mapas digitais de radar de alta resolução espacial, por linha telefônica dedicada acoplada a modem de resposta automática, num modo tipo passivo, qual seja, mediante consulta dos usuários.

A importante questão do uso do radar no cômputo do balanço hídrico está considerado neste artigo sob o aspecto da resolução espacial e frequência dos dados quantitativos de chuva.

Finalmente, é abordada a problemática referente à identificação das necessidades dos agricultores, da definição dos produtos que melhor os atendam e da estimativa do valor econômico que a informação tem em cada caso.

2. VALOR DA INFORMAÇÃO DE RADAR PARA DIFERENTES CULTURAS

Com a implantação da rede de radares no Estado de São Paulo, as várias culturas existentes no Estado poderão se beneficiar das observações efetuadas com o sistema, cuja cobertura está apresentada na figura 1. Uma estimativa preliminar do uso retromencionado foi efetuado para o Estado, conforme discriminado a seguir.

Estão listadas as aplicações potenciais das observações para cada cultura, conjuntamente pelo IAC e pelo IPMet nas condições especificadas:

CITRUS: Irrigação no plantio, fora do período das chuvas; aplicação de defensivos.

ALGODÃO: Colheita e aplicação de defensivos.

CEREAIS: Irrigados (feijão de inverno, trigo e arroz): Irrigação

CAFÉ: Aplicação de defensivos; granizo

FEIJÃO DA SECA: Colheita

BATATA: Controle de doenças (aplicação de defensivos); irrigação para o plantio feito na época de fevereiro a março e maio a junho

TRIGO E CEREAIS DE INVERNO (sequeiro): plantio; colheita

HORTALIÇAS: Irrigação; aplicação de defensivos; granizo

FRUTICULTURA TEMPERADA: Aplicação de defensivos; granizo

ARROZ DE SEQUEIRO: Colheita

SERINGUEIRA: Granizo; irrigação para viveiros de mudas

Efetuiu-se uma divisão geográfica do Estado em 7 regiões conforme caracterizadas na sequência, onde estão identificadas as respectivas culturas.

- 1) Região Noroeste: Citrus, algodão, feijão de inverno (irrigado), cana, amendoim, seringueira.
- 2) Região Nordeste: Cereais irrigados: feijão, trigo, arroz, café, citrus, algodão, cana, feijão da seca, batata.
- 3) Vale do Paranapanema (Região de Assis), trigo, cereais de inverno, (Culturas de sequeiro: aveia, centeio, etc), cana.
- 4) Centro Sul (Desde região de Bauru até Capão Bonito e Itararé): feijão da seca, cana, citrus, trigo de sequeiro.
- 5) Região de Piracicaba, Limeira, Campinas: cana, algodão, feijão da seca, feijão das águas, hortaliças, fruticultura temperada (uva, por exemplo), citrus.
- 6) Vale do Paraíba: feijão das águas, feijão da seca, arroz irrigado.
- 7) Litoral e Vale do Ribeira: banana, arroz "inundado", chá, cacau.

Essas estimativas estão apresentadas na tabela 1 juntamente com dados de área plantada e produção.

Essas regiões estão delineadas na figura 1. No contexto de um projeto destinado a prover o Estado de São Paulo com informações meteorológicas em escala regional através da implantação do denominado Sistema Paulista de Meteorologia (IPMet,1989), foram estimados benefícios potenciais para a agricultura e pecuária a serem obtidos com a operação de tal Sistema.

Os valores da tabela referem-se ao conjunto de todas as informações meteorológicas disponíveis e não somente àquelas derivadas das observações do radar.

No entanto à vista das estimativas efetuadas em outras regiões do mundo (Maunder,1987, Clift,1985), e da experiência até o presente obtida com o uso do radar de Bauru nas práticas culturais da cana-de-açúcar em São Paulo, a correspondente relação benefício/custo é bastante favorável.

Tabela 1: Produção Agropecuária do Estado de São Paulo e Benefícios Estimados da Informação Meteorológica.

PRODUTOS	ÁREA PLANTADA 1000 ha	QUANTID. PRODUZIDA 1000 ton	VALOR PRODUÇÃO 1000 OTN	% BENEF.	VALOR BENEF. 1000 OTN
ALGODÃO	325,0	540	10.580	3,5	370,3
AMENDOIM	130,0	154	1.306	3,0	39,2
ARROZ	299,0	540	3.988	10,0	398,8
BATATA	28,0	530	9.355	5,0	467,7
CAFÉ	803,0	687	84.561	5,0	4.228,0
CANA	2.043,0	130.420	123.611	5,0	6.180,5
FEIJÃO	447,0	300	4.978	10,0	497,8
LARANJA	762,0	9.792	76.808	5,0	3.840,4
MILHO	1.465,0	3.921	19.293	3,5	675,2
SOJA	459,0	978	11.202	5,0	560,1
BANANA	54,8	1.128	4.493	3,0	134,8
CEBOLA	16,7	283	1.757	5,0	87,8
TOMATE	17,5	733	9.240	10,0	924,0
TRIGO	175,0	289	6.959	10,0	695,9
CARNE BOVINA E SUINA.	-	477	46.557	3,0	1.396,7
TOTAIS (1000 OTN)			414.688		20.497,2
TOTAIS (US\$ 1,000,000)					132,85

Obs: 1) Dados de SET/87, corrigidos para SET/88, fornecidos pelo IAC/Campinas
 2) Nas culturas até a soja, inclusive, foi aplicado um fator multiplicador de 2,5.

3. USO DO RADAR DE BAURU NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Desde o começo das operações do radar de Bauru, em 1974, a aplicação das observações na agricultura foi umas dos principais enfoques do programa.

As atividades inicialmente desenvolvidas com as usinas, Barra Grande (Lençóis Paulista) e São José (Macatuba), do grupo Zillo Lorenzetti, e mais recentemente o trabalho conjunto com a Copersucar (Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo), demonstraram a validade do uso do radar na cultura da cana.

Está apresentado na sequência um levantamento efetuado desse uso em diferentes práticas culturais da cana.

1) Aplicação de glyphosati (herbicida).

Supondo a aplicação desse herbicida em 2000 ha para plantio direto, pode-se ter perdas de 0,5 l/ha em função da chuva, num total de 1000 litros.

2) Preparo convencional

Tomando-se por base a execução de 200 ha/dia no preparo e supondo-se que haja uma perda total de 2 dias por chuva no período em que esse preparo ocorre - dezembro a março - tem-se o comprometimento correspondente ao trabalho em 400 ha, ou seja, cerca de 400 h de serviço de máquinas pesadas.

3) Plantio

Nesse caso, a sulcação é a etapa mais sensível.

Num plantio de 600 ha, em decorrência da chuva pode haver necessidade de ressulcação de 400 ha e destes, 200 ha com reaplicação de fertilizantes, representando um correspondente aumento de custos.

4) Fogo na cana

Sendo a primeira etapa da colheita, dela dependem outras operações de vital importância para o adequado suprimento da indústria. Após a queima e o corte segue-se a operação de transporte que está sujeito às condições do solo as quais, por sua vez, são bastante variáveis face à chuva.

A programação de queima é função da chuva a ocorrer. Na presença de chuva leve é mantida a mesma programação; com chuvas de interesse média já há necessidade de prever mudanças da queima de solo argiloso para arenoso e, com chuvas pesadas, a queima ocorrerá só em solo arenoso no qual o restabelecimento das condições de tráfego é muito mais rápido.

Queimada e cortada, se não for transportada em tempo hábil a cana terá seu rendimento industrial afetado.

Uma estimativa indica uma perda do grau de sacarose da ordem de 10 kg de açúcar por tonelada.

Tomando-se por base 2 dias de moagem com matéria prima afetada, ter-se-ia 30000 toneladas de cana com rendimento de 10 kg/ton a menos, ou seja, com perda de 300 toneladas de açúcar.

Em adição, há a necessidade de mudar o corte para "cana na palha", com o correspondente encarecimento da operação.

5) Corte

Em função da chuva, poderá ser evitado o transporte do pessoal até o campo para a operação de corte, evitando-se os gastos correspondentes.

6) Carregamento

É função do corte e transporte, podendo evitar-se gastos com transporte do pessoal, de maneira análoga ao mencionado no item anterior.

7) Transporte

É uma das principais fases da colheita e depende do corte. Foi conside-

rado no item 4, referente a queima.

8) Aviação agrícola

Neste item há a considerar-se a aplicação de inibidores. Essa operação ocorre no mês de fevereiro e seu êxito depende de uma absorção adequada do produto pela planta. Efetivando-se a aplicação (cobrindo cerca de 60 ha numa hora), com a ocorrência de chuva num período inferior a 4 horas perder-se-á o produto e o vôo.

9) Aplicação de herbicida costal

Considerando-se uma área de 1300 ha e supondo-se uma perda em função da chuva equivalente a um dia de aplicação, ter-se-á o correspondente a um consumo de 50 litros de herbicida.

10) Viveiro de mudas

Pode-se economizar na irrigação do viveiro, em função da previsão de chuva.

11) Carpas

Essa operação ocorre de dezembro a março. Considerando-se 100 dias úteis nesse período, e supondo-se um aumento de acerto da alocação de pessoal em relação aos solos argilosos equivalente a 5 dias, em função do conhecimento sobre a precipitação, poder-se-ia economizar o equivalente a cerca de 1500 homens/dia.

Todo o detalhamento acima descrito nos 11 itens refere-se a usinas situadas na faixa das de grande porte.

4. INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS E SUA DISSEMINAÇÃO

As informações meteorológicas relativas às observações efetuadas pelo radar de Bauru e presentemente disponíveis são as seguintes:

1) Mensagem por telex:

O sistema de transmissão está esquematizado na fig 2(a) consistindo num telex controlado por microcomputador.

São dois os tipos de mensagem produzidos.

A qualquer momento, dependendo da situação do campo de precipitações é preparado um aviso especial relativo às chuva de mais intensidade e deslocamento rápido. A transmissão dessa mensagem é feita rapidamente às usinas que serão afetadas mais proximadamente pelas chuvas. Segue-se a disseminação das mensagens às demais usinas.

Num outro caso, é produzido rotineiramente a cada 3 horas ao longo do dia, um resumo das precipitações detectadas pelo radar, até um raio de 400km qualitativamente e até 230km quantitativamente em 6 níveis de intensidade, e para áreas elementares de aproximadamente 40km x 40km. Essa mensagem, denomi-

nada RAREP, é formatada de modo a permitir ao usuário a recomposição de um mapa de chuva no seu local de operação, e é transmitida seguidamente a todos os usuários.

2) Mensagem por linha telefônica dedicada.

A cada 10 minutos é gerado um mapa de precipitação equivalente à superfície, com uma resolução espacial de 4km x 4km num raio de cerca de 158km em torno de Bauru. Esse mapa é um IPPAC (Indicador de Posição no Plano a Altitude Constante) a cerca de 4.1km anmm com as refletividades de radar já convertidas em intensidade de chuva.

Esse mapa pode ser acessado pelas usinas usando um código específico de acesso através de uma linha telefônica dedicada conectado ao computador central VAX 11/780 por um modem de resposta automática (vide figura 2(b)).

As mensagens por telex atingem atualmente cerca de 40 usinas do sistema Copersucar, de maneira direta, devendo ser ampliado progressivamente até envolver cerca de 90 usinas. Quanto às informações via computador está em desenvolvimento a efetiva implantação do procedimento com a realização de testes envolvendo cerca de 10 usinas. A figura 3 indica acima referidas, que recebem os dados presentemente.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A partir dos resultados que vêm sendo obtidos com o uso agrícola das observações do radar de Bauru e das estimativas preliminares de benefício potencial para diversas culturas de porte no Estado, pode-se dizer que a utilização do radar de tempo nas práticas culturais no Estado mostra-se promissora.

Nesse sentido é fundamental a cobertura que deverá ser provida para todo o Estado pela rede do Projeto RADASP II (Calheiros, 1982), mencionada no item 2.

Há que se considerar, outrossim, os benefícios indiretos que podem ser auferidos dos dados de radar através de seu uso na preparação da previsão de muito curto prazo, uso que deverá se efetivar no contexto do Sistema Paulista de Meteorologia (IPMet, 1989) e proposto ao Governo do Estado com o objetivo de prover informações adequadas às várias necessidades estaduais.

A disponibilidade de dados digitais com boa resolução espacial permite um uso eficiente das estimativas de chuva efetuadas com radar para cálculo do balanço hídrico.

Essa prática representa um significativo progresso em relação ao uso de dados de radar digitalizados manualmente (MDR) conforme prognosticado por Dugás e Arkin (1984).

A variabilidade espacial inerente à precipitação, principalmente em

áreas como a região central do Estado de São Paulo não permite obter-se a chuva média em área com os requisitos operacionais necessários à determinação do balanço hídrico com a rede pluviométrica existente. Um exemplo significativo da dificuldade da detecção da chuva convectiva na região pode ser encontrado no trabalho efetuado por Calheiros e Antonio (1985).

A rede paulista de radares é um componente importante do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) (IPMet, 1987), da Secretaria da Agricultura e Abastecimento, que está sendo implantado em Ba~~ru~~, e será operado conjuntamente pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e pelo IPMet/UNESP.

Um aspecto importante refere-se a um eficiente aproveitamento das informações meteorológicas, em geral, e das observações de radar, em particular, pelo setor agrícola.

Há necessidade de que se desenvolva uma interação entre os setores agrícola e meteorológico para que tanto possam ser entendidas as práticas agrícolas pelos meteorologistas como conhecidas as disponibilidades de produtos meteorológicos pelos agricultores. Essa abordagem tem se mostrado eficaz no caso da cana-de-açúcar e, nesse sentido, órgãos como o CIIAGRO proporcionam uma otimização do uso da meteorologia na agricultura, provendo já um aconselhamento direto aos agricultores. Procedimentos para identificação das necessidades dos usuários de diferentes culturas e para estimativas dos benefícios estão sendo atualmente estruturados.

RECONHECIMENTOS

Do Projeto Radasp, da FAPESP, participam principalmente o IPMet/UNESP, que o sedia, o DAEE/SP e o IAG/USP. A FINEP e o CNPq apoiam o Projeto com o qual o INPE colabora. O CIIAGRO, proposto pelo IPMet/UNESP à Secretaria da Agricultura/SP será operado conjuntamente pelo IAC/SA/Campinas e o IPMet/UNESP.

6. REFERÊNCIAS

- CALHEIROS, R.V. "Um radar de objetivos múltiplos para pesquisa meteorológicas no Estado de São Paulo - Projeto RADASP". Apresentado à FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 1973.
- CALHEIROS, R.V. "Meteorologia com Radar em São Paulo - Projeto RADASP II". Apresentado à FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2 vol, 1982.
- CALHEIROS, R.V. e ANTONIO, M. de A. "Redes pluviométricas: Uma verificação em escala urbana". Rev. Bras. Engenharia, (ABRH) Cad. Recursos Hídricos. vol 3, nº3, 69-81, 1985.
- CLIFT, G.A. "Use of radar in meteorology". Technical Note nº 181, WMO - nº 625, 1985.
- DUGAS, W.A. e ARKIN, G.F. "Radar precipitation estimates for a soil

water balance". Transaction of the ASAE, 1034-1039, 1984.

IPMet "Centro Integrado de Informação Agrometeorológica - CIIAGRO". Apresentado à Secretaria da Agricultura do Governo do Estado de São Paulo, 1987.

IPMet "Sistema Paulista de Meteorologia". Apresentado à Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, 1989.

MAUNDER, W.J. "The uncertainty business". Methuem & Co.Ltd, 1987.

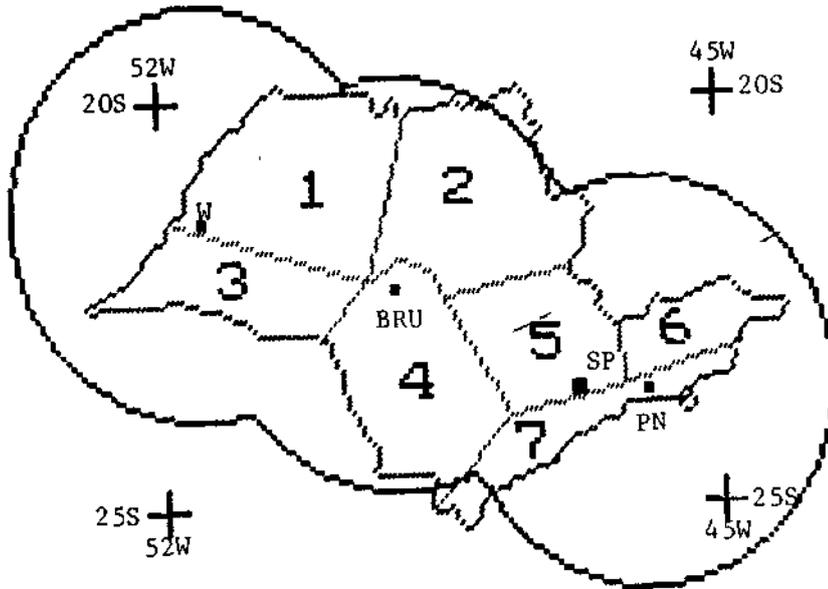


Figura 1. Cobertura da rede paulista de radares (3 radares, 240 km de raio cada um) e divisão preliminar do Estado em 7 regiões abrangendo diferentes culturas (vide texto). Abreviações: W - radar de oeste; BRU - radar de Bauru; PN - radar de Ponte Nova; SP - São Paulo.

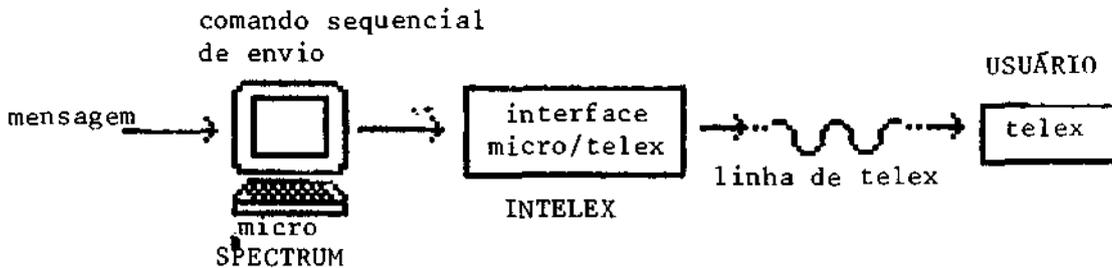


Figura 2a. Sistema de comunicações para transmissão de mensagem via telex - modo ativo - para usinas do sistema Copersucar.

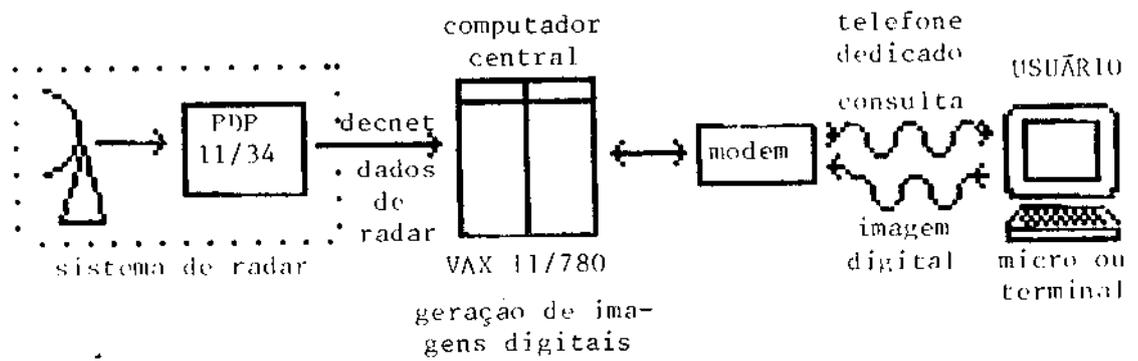


Figura 2b. Sistema de comunicações para tráfego de imagens digitais de chuva via linha telefônica dedicada - modo tipo passivo - para usinas do sistema Copersucar.

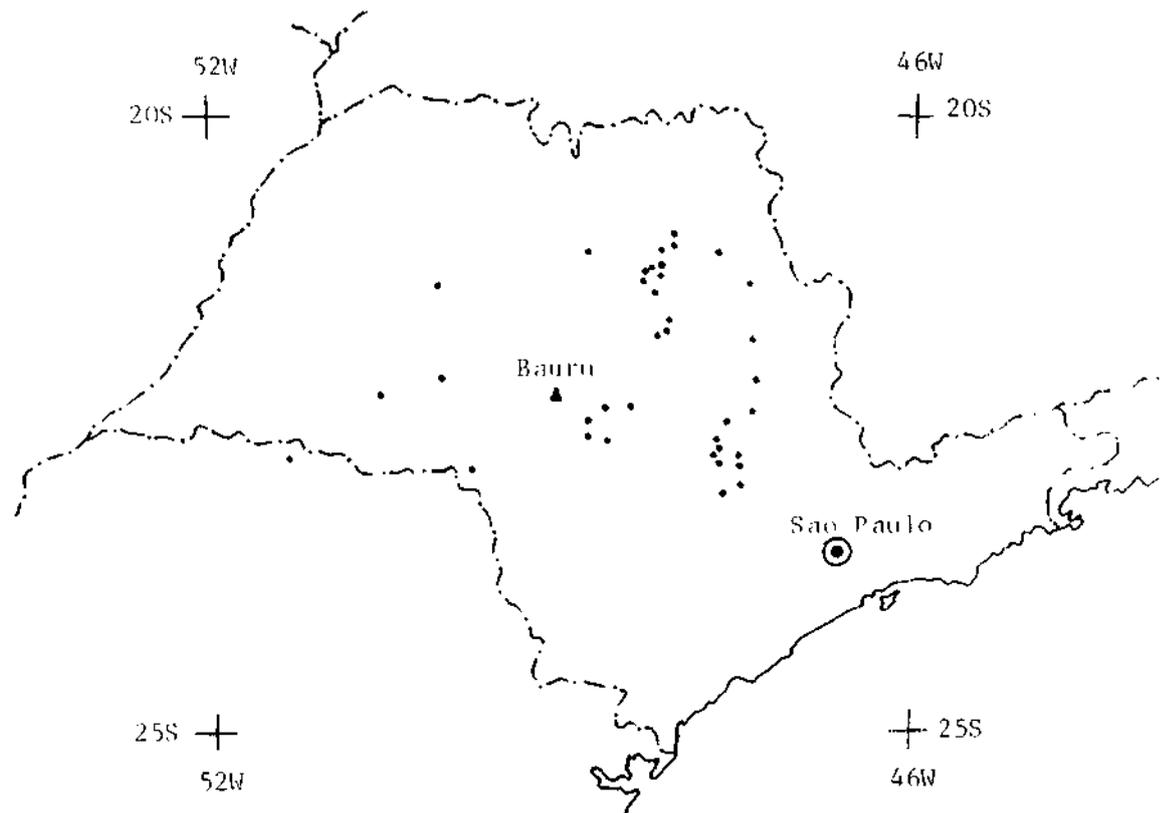


Figura 3. Localização de 37 usinas e destilarias do sistema Copersucar que recebem informações meteorológicas derivadas de observações efetuadas pelo radar de Bauru.

USO DO RADAR DE TEMPO NA AGRICULTURA PAULISTA

Roberto V. Calheiros e Maurício de A. Antonio
Instituto de Pesquisas Meteorológicas/UNESP e
Instituto de Pesquisas Espaciais/SCT

RESUMO

Um dos principais objetivos operacionais do Projeto RADASP (Radar em São Paulo) é a aplicação das observações do radar de tempo nas práticas agrícolas. Já na primeira fase de operações do radar de Bauru - meados da década de 70 - teve início tal aplicação, enfocando a cultura da cana-de-açúcar. Ao longo da utilização das observações de radar na área central do Estado foram sendo definidas as operações relativas à cultura da cana que podem ser beneficiadas. No contexto a rede de radares do Projeto - prevista para a etapa ora em andamento denominado RADASP II - permitirá um monitoramento das chuvas em toda a área do Estado. Foi efetuado um levantamento preliminar das diferentes culturas no Estado sob o aspecto dos benefícios que podem ser auferidos com o uso dos dados de radar e das operações em que os dados tem utilidade. Com base numa estimativa do valor econômico que podem ser auferidos com o uso do radar de tempo nas atividades agropecuárias no Estado e na experiência de outros países ficam obtidas indicações de benefício/custo bastante favoráveis para o presente caso. Está em consideração a problemática relativa à identificação das necessidades dos agricultores, da avaliação econômica dos benefícios e da determinação dos produtos mais adequados ao atendimento daquelas necessidades.

1. INTRODUÇÃO

Desde sua concepção o Projeto RADASP (Calheiros,1973) previa o uso do radar de tempo na agricultura do Estado.

Ao longo dos anos de operação do radar de Bauru - desde meados da década de 70 até o presente - o mencionado uso foi sendo progressivamente estabelecido para a cultura da cana-de-açúcar. Os resultados que vêm sendo obtidos nessa aplicação e a experiência a nível mundial indicaram a importância de se dispor de dados de radar cobrindo todo o Estado, com diversos benefícios para muitas culturas. O Projeto RADASP II (Calheiros,1982) prevê o monitoramento das chuvas sobre o território paulista através de uma rede de 3 radares, dois dos quais estão instalados: o de Bauru (22,36 S; 49,03 W) e o de Ponte Nova (23,34 S; 45,97 W) tornando possível a obtenção daqueles dados.

Foi efetuada uma estimativa preliminar, buscando-se identificar as práticas culturais no Estado que poderiam valer-se diretamente das informações de

radar; verificou-se que várias culturas significativas poderão auferir benefícios dessas informações em diferentes situações operacionais.

Nesse sentido foi elaborada uma primeira divisão tentativa do território paulista, com 7 regiões geográficas. Com base em estimativas do valor econômico das informações meteorológicas em geral, executadas no contexto de um projeto na área de meteorologia apresentado ao governo estadual, e à vista de dados de outras regiões do mundo, obteve-se indicações de uma relação benefício/custo bastante favorável no que se refere ao uso do radar na agricultura do Estado.

No processo de utilização das observações do radar de Bauru para a cultura da cana-de-açúcar na região central do Estado foi elaborado um primeiro detalhamento das operações que podem se beneficiar e de como esse benefício se concretiza; um resumo está apresentado neste trabalho.

Também estão descritos os produtos meteorológicos elaborados especificamente com dados de radar que são disseminados e estão esquematizados os sistemas de comunicação correspondentes. Essencialmente, as informações fluem na forma de mensagens por telex comandado por microcomputador num modo ativo, ou seja, são enviados automaticamente aos usuários em seus locais de operação, e na forma de mapas digitais de radar de alta resolução espacial, por linha telefônica dedicada acoplada a modem de resposta automática, num modo tipo passivo, qual seja, mediante consulta dos usuários.

A importante questão do uso do radar no cômputo do balanço hídrico está considerado neste artigo sob o aspecto da resolução espacial e frequência dos dados quantitativos de chuva.

Finalmente, é abordada a problemática referente à identificação das necessidades dos agricultores, da definição dos produtos que melhor os atendam e da estimativa do valor econômico que a informação tem em cada caso.

2. VALOR DA INFORMAÇÃO DE RADAR PARA DIFERENTES CULTURAS

Com a implantação da rede de radares no Estado de São Paulo, as várias culturas existentes no Estado poderão se beneficiar das observações efetuadas com o sistema, cuja cobertura está apresentada na figura 1. Uma estimativa preliminar do uso retromencionado foi efetuado para o Estado, conforme discriminado a seguir.

Estão listadas as aplicações potenciais das observações para cada cultura, conjuntamente pelo IAC e pelo IPMet nas condições especificadas:

CITRUS: Irrigação no plantio, fora do período das chuvas; aplicação de defensivos.

ALGODÃO: Colheita e aplicação de defensivos.

CEREAIS: Irrigados (feijão de inverno, trigo e arroz): Irrigação
CAFÉ: Aplicação de defensivos; granizo
FEIJÃO DA SECA: Colheita
BATATA: Controle de doenças (aplicação de defensivos); irrigação para o plantio feito na época de fevereiro a março e maio a junho
TRIGO E CEREAIS DE INVERNO (sequeiro): plantio; colheita
HORTALIÇAS: Irrigação; aplicação de defensivos; granizo
FRUTICULTURA TEMPERADA: Aplicação de defensivos; granizo
ARROZ DE SEQUEIRO: Colheita
SERINGUEIRA: Granizo; irrigação para viveiros de mudas

Efetuuou-se uma divisão geográfica do Estado em 7 regiões conforme caracterizadas na sequência, onde estão identificadas as respectivas culturas.

- 1) Região Noroeste: Citrus, algodão, feijão de inverno (irrigado), cana, amendoim, seringueira.
- 2) Região Nordeste: Cereais irrigados: feijão, trigo, arroz, café, citrus, algodão, cana, feijão da seca, batata.
- 3) Vale do Paranapanema (Região de Assis), trigo, cereais de inverno, (Culturas de sequeiro: aveia, centeio, etc), cana.
- 4) Centro Sul (Desde região de Bauru até Capão Bonito e Itararé): feijão da seca, cana, citrus, trigo de sequeiro.
- 5) Região de Piracicaba, Limeira, Campinas: cana, algodão, feijão da seca, feijão das águas, hortaliças, fruticultura temperada (uva, por exemplo), citrus.
- 6) Vale do Paraíba: feijão das águas, feijão da seca, arroz irrigado.
- 7) Litoral e Vale do Ribeira: banana, arroz "inundado", chá, cacau.

Essas estimativas estão apresentadas na tabela 1 juntamente com dados de área plantada e produção.

Essas regiões estão delineadas na figura 1. No contexto de um projeto destinado a prover o Estado de São Paulo com informações meteorológicas em escala regional através da implantação do denominado Sistema Paulista de Meteorologia (IPMet,1989), foram estimados benefícios potenciais para a agricultura e pecuária a serem obtidos com a operação de tal Sistema.

Os valores da tabela referem-se ao conjunto de todas as informações meteorológicas disponíveis e não somente àquelas derivadas das observações do radar.

No entanto à vista das estimativas efetuadas em outras regiões do mundo (Maunder,1987, Clift,1985), e da experiência até o presente obtida com o uso do radar de Bauru nas práticas culturais da cana-de-açúcar em São Paulo, a correspondente relação benefício/custo é bastante favorável.

Tabela 1: Produção Agropecuária do Estado de São Paulo e Benefícios Estimados da Informação Meteorológica.

PRODUTOS	ÁREA PLANTADA 1000 ha	QUANTID. PRODUZIDA 1000 ton	VALOR PRODUÇÃO 1000 OTN	% BENEF.	VALOR BENEF. 1000 OTN
ALGODÃO	325,0	540	10.580	3,5	370,3
AMENDOIM	130,0	154	1.306	3,0	39,2
ARROZ	299,0	540	3.988	10,0	398,8
BATATA	28,0	530	9.355	5,0	467,7
CAFÉ	803,0	687	84.561	5,0	4.228,0
CANA	2.043,0	130.420	123.611	5,0	6.180,5
FEIJÃO	447,0	300	4.978	10,0	497,8
LARANJA	762,0	9.792	76.808	5,0	3.840,4
MILHO	1.465,0	3.921	19.293	3,5	675,2
SOJA	459,0	978	11.202	5,0	560,1
BANANA	54,8	1.128	4.493	3,0	134,8
CEBOLA	16,7	283	1.757	5,0	87,8
TOMATE	17,5	733	9.240	10,0	924,0
TRIGO	175,0	289	6.959	10,0	695,9
CARNE BOVINA E SUINA.	-	477	46.557	3,0	1.396,7
TOTALS (1000 OTN)			414.688		20.497,2
TOTALS (US\$ 1,000,000)					132,85

Obs: 1) Dados de SET/87, corrigidos para SET/88, fornecidos pelo IAC/Campinas.
 2) Nas culturas até a soja, inclusive, foi aplicado um fator multiplicador de 2,5.

3. USO DO RADAR DE BAURU NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Desde o começo das operações do radar de Bauru, em 1974, a aplicação das observações na agricultura foi umas dos principais enfoques do programa.

As atividades inicialmente desenvolvidas com as usinas, Barra Grande (Lençóis Paulista) e São José (Macatuba), do grupo Zillo Lorenzetti, e mais recentemente o trabalho conjunto com a Copersucar (Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo), demonstraram a validade do uso do radar na cultura da cana.

Está apresentado na sequência um levantamento efetuado desse uso em diferentes práticas culturais da cana.

1) Aplicação de glyphosati (herbicida).

Supondo a aplicação desse herbicida em 2000 ha para plantio direto, pode-se ter perdas de 0,5 l/ha em função da chuva, num total de 1000 litros.

2) Preparo convencional

Tomando-se por base a execução de 200 ha/dia no preparo e supondo-se que haja uma perda total de 2 dias por chuva no período em que esse preparo ocorre - dezembro a março - tem-se o comprometimento correspondente ao trabalho em 400 ha, ou seja, cerca de 400 h de serviço de máquinas pesadas.

3) Plantio

Nesse caso, a sulcação é a etapa mais sensível.

Num plantio de 600 ha, em decorrência da chuva pode haver necessidade de ressulcação de 400 ha e destes, 200 ha com reaplicação de fertilizantes, representando um correspondente aumento de custos.

4) Fogo na cana

Sendo a primeira etapa da colheita, dela dependem outras operações de vital importância para o adequado suprimento da indústria. Após a queima e o corte segue-se a operação de transporte que está sujeito às condições do solo as quais, por sua vez, são bastante variáveis face à chuva.

A programação de queima é função da chuva a ocorrer. Na presença de chuva leve é mantida a mesma programação; com chuvas de interesse média já há necessidade de prever mudanças da queima de solo argiloso para arenoso e, com chuvas pesadas, a queima ocorrerá só em solo arenoso no qual o restabelecimento das condições de tráfego é muito mais rápido.

Queimada e cortada, se não for transportada em tempo hábil a cana terá seu rendimento industrial afetado.

Uma estimativa indica uma perda do grau de sacarose da ordem de 10 kg de açúcar por tonelada.

Tomando-se por base 2 dias de moagem com matéria prima afetada, ter-se-ia 30000 toneladas de cana com rendimento de 10 kg/ton a menos, ou seja, com perda de 300 toneladas de açúcar.

Em adição, há a necessidade de mudar o corte para "cana na palha", com o correspondente encarecimento da operação.

5) Corte

Em função da chuva, poderá ser evitado o transporte do pessoal até o campo para a operação de corte, evitando-se os gastos correspondentes.

6) Carregamento

É função do corte e transporte, podendo evitar-se gastos com transporte do pessoal, de maneira análoga ao mencionado no item anterior.

7) Transporte

É uma das principais fases da colheita e depende do corte. Foi conside-

rado no item 4, referente a queima.

8) Aviação agrícola

Neste item há a considerar-se a aplicação de inibidores. Essa operação ocorre no mês de fevereiro e seu êxito depende de uma absorção adequada do produto pela planta. Efetivando-se a aplicação (cobrindo cerca de 60 ha numa hora), com a ocorrência de chuva num período inferior a 4 horas perder-se-á o produto e o voo.

9) Aplicação de herbicida costal

Considerando-se uma área de 1300 ha e supondo-se uma perda em função da chuva equivalente a um dia de aplicação, ter-se-á o correspondente a um consumo de 50 litros de herbicida.

10) Viveiro de mudas

Pode-se economizar na irrigação do viveiro, em função da previsão de chuva.

11) Carpas

Essa operação ocorre de dezembro a março. Considerando-se 100 dias úteis nesse período, e supondo-se um aumento de acerto da alocação de pessoal em relação aos solos argilosos equivalente a 5 dias, em função do conhecimento sobre a precipitação, poder-se-ia economizar o equivalente a cerca de 1500 homens/dia.

Todo o detalhamento acima descrito nos 11 itens refere-se a usinas situadas na faixa das de grande porte.

4. INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS E SUA DISSEMINAÇÃO

As informações meteorológicas relativas às observações efetuadas pelo radar de Bauru e presentemente disponíveis são as seguintes:

1) Mensagem por telex:

O sistema de transmissão está esquematizado na fig 2(a) consistindo num telex controlado por microcomputador.

São dois os tipos de mensagem produzidos.

A qualquer momento, dependendo da situação do campo de precipitações é preparado um aviso especial relativo às chuva de mais intensidade e deslocamento rápido. A transmissão dessa mensagem é feita rapidamente às usinas que serão afetadas mais proximadamente pelas chuvas. Segue-se a disseminação das mensagens às demais usinas.

Num outro caso, é produzido rotineiramente a cada 3 horas ao longo do dia, um resumo das precipitações detectadas pelo radar, até um raio de 400km qualitativamente e até 230km quantitativamente em 6 níveis de intensidade, e para áreas elementares de aproximadamente 40km x 40km. Essa mensagem, denomi-

nada RAREP, é formatada de modo a permitir ao usuário a recomposição de um mapa de chuva no seu local de operação, e é transmitida seguidamente a todos os usuários.

2) Mensagem por linha telefônica dedicada.

A cada 10 minutos é gerado um mapa de precipitação equivalente à superfície, com uma resolução espacial de 4km x 4km num raio de cerca de 158km em torno de Bauru. Esse mapa é um IPPAC (Indicador de Posição no Plano a Altitude Constante) a cerca de 4.1km anmm com as refletividades de radar já convertidas em intensidade de chuva.

Esse mapa pode ser acessado pelas usinas usando um código específico de acesso através de uma linha telefônica dedicada conectado ao computador central VAX 11/780 por um modem de resposta automática (vide figura 2(b)).

As mensagens por telex atingem atualmente cerca de 40 usinas do sistema Copersucar, de maneira direta, devendo ser ampliado progressivamente até envolver cerca de 90 usinas. Quanto às informações via computador está em desenvolvimento a efetiva implantação do procedimento com a realização de testes envolvendo cerca de 10 usinas. A figura 3 indica acima referidas, que recebem os dados presentemente.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A partir dos resultados que vêm sendo obtidos com o uso agrícola das observações do radar de Bauru e das estimativas preliminares de benefício potencial para diversas culturas de porte no Estado, pode-se dizer que a utilização do radar de tempo nas práticas culturais no Estado mostra-se promissora.

Nesse sentido é fundamental a cobertura que deverá ser provida para todo o Estado pela rede do Projeto RADASP II (Calheiros,1982), mencionada no item 2.

Há que se considerar, outrossim, os benefícios indiretos que podem ser auferidos dos dados de radar através de seu uso na preparação da previsão de muito curto prazo, uso que deverá se efetivar no contexto do Sistema Paulista de Meteorologia (IPMet,1989) e proposto ao Governo do Estado com o objetivo de prover informações adequadas às várias necessidades estaduais.

A disponibilidade de dados digitais com boa resolução espacial permite um uso eficiente das estimativas de chuva efetuadas com radar para cálculo do balanço hídrico.

Essa prática representa um significativo progresso em relação ao uso de dados de radar digitalizados manualmente (MDR) conforme prognosticado por Dugas e Arkin (1984).

A variabilidade espacial inerente à precipitação, principalmente em

áreas como a região central do Estado de São Paulo não permite obter-se a chuva média em área com os requisitos operacionais necessários à determinação do balanço hídrico com a rede pluviométrica existente. Um exemplo significativo da dificuldade da detecção da chuva convectiva na região pode ser encontrado no trabalho efetuado por Calheiros e Antonio (1985).

A rede paulista de radares é um componente importante do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) (IPMet, 1987), da Secretaria da Agricultura e Abastecimento, que está sendo implantado em Bauru, e será operado conjuntamente pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e pelo IPMet/UNESP.

Um aspecto importante refere-se a um eficiente aproveitamento das informações meteorológicas, em geral, e das observações de radar, em particular, pelo setor agrícola.

Há necessidade de que se desenvolva uma interação entre os setores agrícola e meteorológico para que tanto possam ser entendidas as práticas agrícolas pelos meteorologistas como conhecidas as disponibilidades de produtos meteorológicos pelos agricultores. Essa abordagem tem se mostrado eficaz no caso da cana-de-açúcar e, nesse sentido, órgãos como o CIIAGRO proporcionam uma otimização do uso da meteorologia na agricultura, provendo já um aconselhamento direto aos agricultores. Procedimentos para identificação das necessidades dos usuários de diferentes culturas e para estimativas dos benefícios estão sendo atualmente estruturados.

RECONHECIMENTOS

Do Projeto Radasp, da FAPESP, participam principalmente o IPMet/UNESP, que o sedia, o DAEE/SP e o IAG/USP. A FINEP e o CNPq apoiam o Projeto com o qual o INPE colabora. O CIIAGRO, proposto pelo IPMet/UNESP à Secretaria da Agricultura/SP será operado conjuntamente pelo IAC/SA/Campinas e o IPMet/UNESP.

6. REFERÊNCIAS

- CALHEIROS, R.V. "Um radar de objetivos múltiplos para pesquisa meteorológicas no Estado de São Paulo - Projeto RADASP". Apresentado à FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 1973.
- CALHEIROS, R.V. "Meteorologia com Radar em São Paulo - Projeto RADASP II". Apresentado à FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2 vol, 1982.
- CALHEIROS, R.V. e ANTONIO, M. de A. "Redes pluviométricas: Uma verificação em escala urbana". Rev. Bras. Engenharia, (ABRH) Cad. Recursos Hídricos. vol 3, nº3, 69-81, 1985.
- CLIFT, G.A. "Use of radar in meteorology". Technical Note nº 181, WMO - nº 625, 1985.
- DUGAS, W.A. e ARKIN, G.F. "Radar precipitation estimates for a soil

water balance". Transaction of the ASAE, 1034-1039, 1984.

IPMet "Centro Integrado de Informação Agrometeorológica - CIIAGRO". Apresentado à Secretaria da Agricultura do Governo do Estado de São Paulo, 1987.

IPMet "Sistema Paulista de Meteorologia". Apresentado à Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, 1989.

MAUNDER, W.J. "The uncertainty business". Methuem & Co.Ltd, 1987.

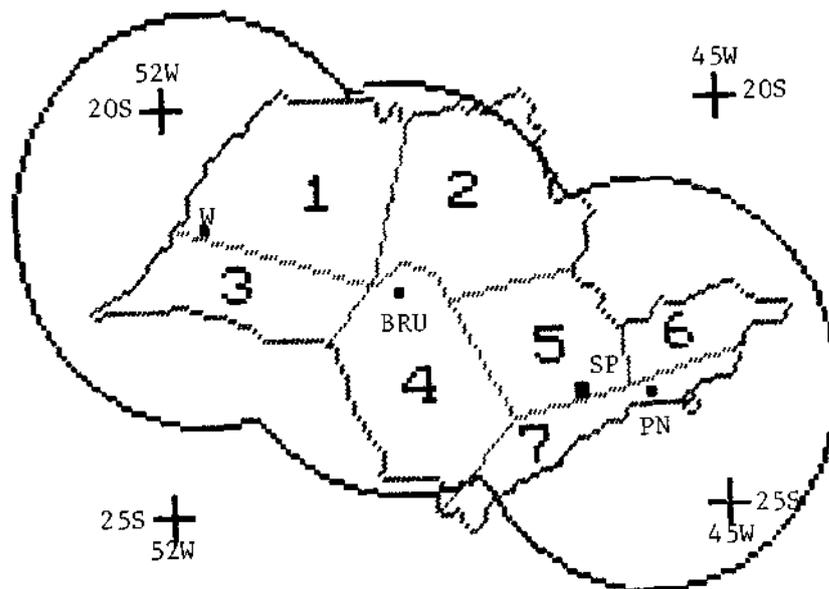


Figura 1. Cobertura da rede paulista de radares (3 radares, 240 km de raio cada um) e divisão preliminar do Estado em 7 regiões abrangendo diferentes culturas (vide texto). Abreviações: W - radar de oeste; BRU - radar de Bauru; PN - radar de Ponte Nova; SP - São Paulo.

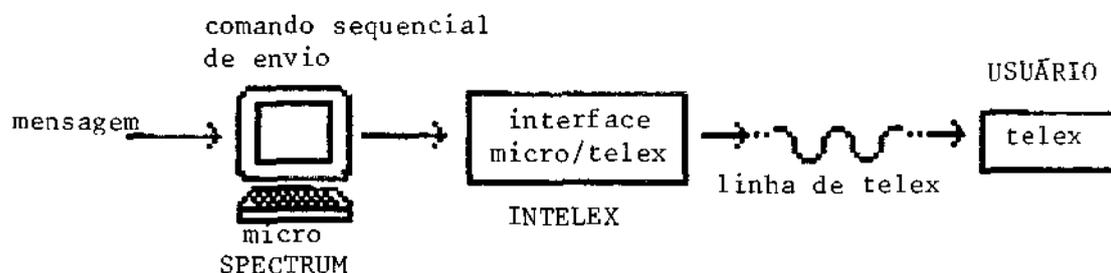


Figura 2a. Sistema de comunicações para transmissão de mensagem via telex - modo ativo - para usinas do sistema Copersucar.

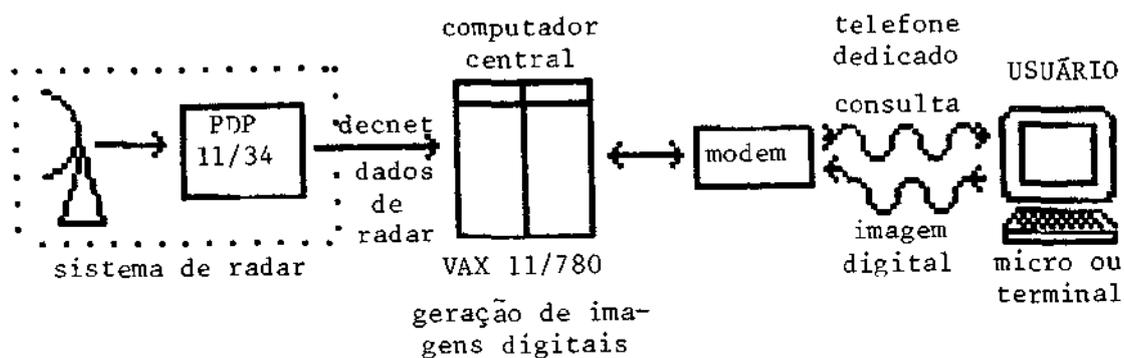


Figura 2b. Sistema de comunicações para tráfego de imagens digitais de chuva via linha telefônica dedicada - modo tipo passivo - para usinas do sistema Copersucar.

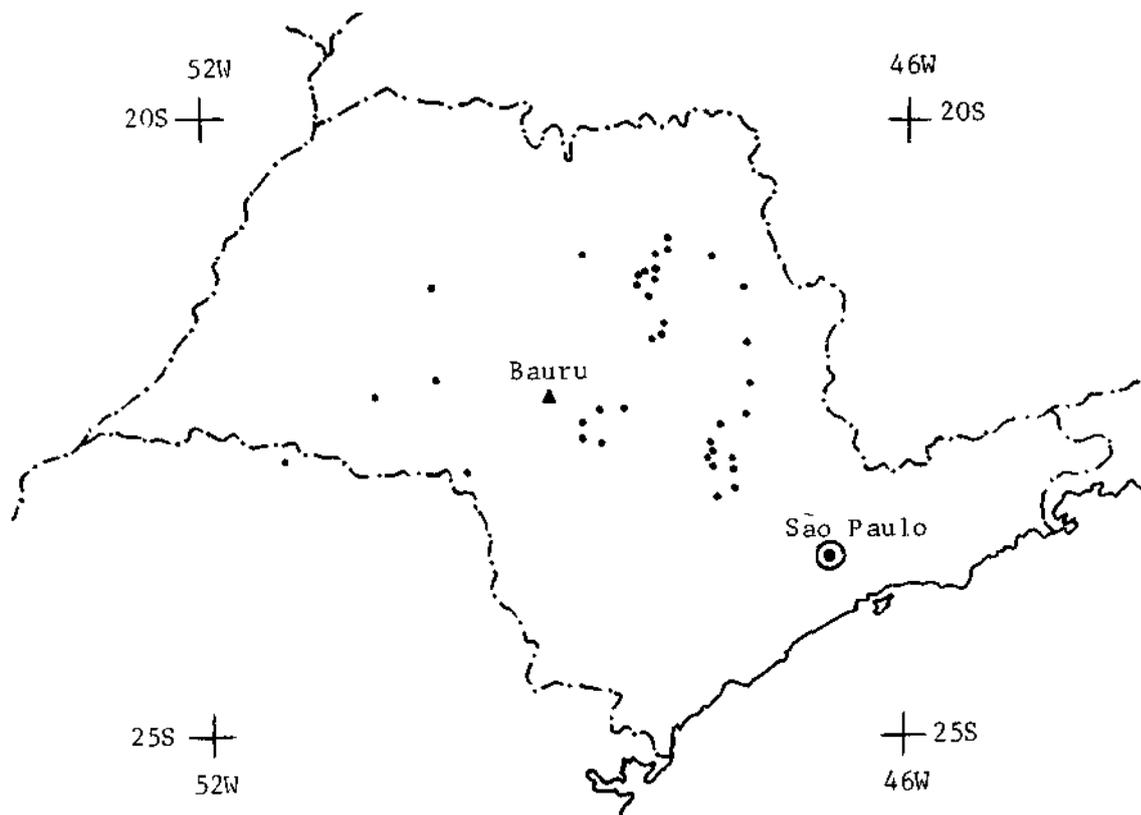


Figura 3. Localização de 37 usinas e destilarias do sistema Copersucar que recebem informações meteorológicas derivadas de observações efetuadas pelo radar de Bauru.