

## CULTIVARES DE TRIGO SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E IRRIGAÇÃO

Leandro Masao Paes Aikawa

Universidade de Taubaté - UNITAU

Departamento de Ciências Agrárias

Orientadores: Drs. Bernardo F. T. Rudorff e Mauricio Alves Moreira

DSR-Divisão de Sensoriamento Remoto

INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais

### RESUMO

Está sendo realizado um experimento de campo na fazenda experimental da Universidade de Taubaté (UNITAU), Taubaté, SP, para verificar o efeito do déficit hídrico (reposição de 100%, 50% e 25% da água evapotranspirada) e da adubação nitrogenada (0, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio) em três cultivares de trigo (IAC-24, IAC-355 e IAC-289). O experimento foi instalado em 29 de maio de 1998 em sub-sub parcelas em 4 blocos casualizados. O estudo visa demonstrar a viabilidade da produção do trigo como cultura alternativa, na região do Vale do Paraíba, durante a estação de inverno quando, em geral, ocorre uma deficiência hídrica, sendo necessária a suplementação de água, especialmente, em estádios críticos de crescimento e desenvolvimento. Durante a condução do experimento estão sendo realizadas medidas de radiometria de campo, com o Spectron SE-590 que obtém a resposta espectral refletida pela cultura nas faixas visível e infravermelho próximo do espectro eletromagnético (400 a 1.100 nm) em 256 bandas com intervalos de comprimento de onda de aproximadamente 12 nm. Medidas semanais estão sendo obtidas sobre as 144 parcelas amostrais. Estas medidas serão posteriormente analisadas a fim de verificar a relação da resposta espectral com os diferentes cultivares de trigo submetidos ao déficit hídrico e à adubação nitrogenada diferenciada. Este tipo de experimento é útil para entender as variações do comportamento espectral de culturas agrícolas em função de suas condições fisiológicas permitindo posteriores inferências da resposta espectral do trigo em imagens de satélites de observação da Terra. Além destas medidas de sensoriamento remoto estão sendo obtidas medidas na região do infravermelho termal (8 a 14 μm) do espectro eletromagnético a fim de estabelecer níveis adequados de irrigação uma vez que a temperatura das folhas está relacionada com o seu potencial hídrico, ou seja, na medida em que a planta sofre estresse por falta de água ela tende a fechar os estômatos e consequentemente ocorre um aumento da temperatura da planta. O conteúdo de clorofila nas folhas também está sendo medido e acredita-se que a concentração de clorofila está relacionada com os níveis de adubação nitrogenada e com as medidas de radiometria de campo, especialmente aquelas obtidas na faixa de absorção da radiação solar pela da clorofila (~680 nm.).

As medidas realizadas com diferentes equipamentos visam fornecer dados sobre os efeitos dos diferentes tratamentos, aos quais os três cultivares de trigo estão sendo submetidos, de tal forma que se possa explicar, com base científica, os efeitos da adubação nitrogenada e da deficiência hídrica no processo de crescimento e produção de grãos da cultura do trigo. Estes dados também serão úteis em modelos de crescimento visando a inclusão de parâmetros estimados através de medidas de sensoriamento remoto tais como: radiação fotossinteticamente absorvida, índice de área foliar e índice de estresse hídrico.

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS  
PROGRAMA DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**RELATÓRIO FINAL**

**Nome do Orientador: Mauricio Alves Moreira e Bernardo F. T. Rudorff**

**Nome do Bolsista: 1) Marcos Daniel Blanco de Oliveira (ago. 1997 a fev. 1998)**

**2) Leandro Masao Paes Aikawa (março a julho de 1998)**

**TÍTULO DO PROJETO 1**

**Estimativa de área plantada com a cultura do café ao nível municipal  
nos principais estados produtores do Brasil**

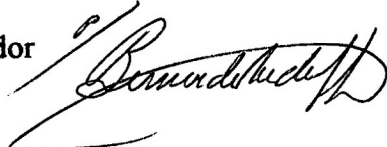
**TÍTULO DO PROJETO 2**

**Cultivares de trigo submetidos a diferentes níveis de adubação  
nitrogenada e irrigação**

Local: São José dos Campos

Data: 19 de junho de 1998

Ass. do Orientador



# RELATÓRIO DO PROJETO 1

## **Estimativa de área plantada com a cultura do café ao nível municipal nos principais estados produtores do Brasil**

### INTRODUÇÃO

O Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo (MICT) tem demonstrado interesse em obter informações confiáveis sobre a safra de café no Brasil. Pesquisas de mercado têm mostrado que a cada um milhão de sacas estimadas a mais ou a menos, na expectativa da previsão da safra cafeeira, causa uma variação da ordem de US\$ 4,00 por saca, para menos ou para mais, respectivamente. Isto demonstra a sensibilidade do mercado, e a falta de dados confiáveis pode levar o Brasil a perder algo em torno de US\$ 100 milhões, em uma safra de 25 milhões de sacas, estimada erroneamente, para mais, em um milhão de sacas.

A experiência do INPE, no que se refere à utilização de dados de sensoriamento remoto, adquiridos pelo satélite Landsat/TM, para identificar áreas plantadas com café no sul do estado de Minas Gerais, apresentou resultado encorajador (Tardin et al., 1992). Porém, com o recente e rápido avanço das técnicas de geo-processamento, em especial, na geração de novos *softwares*, a informação proveniente das imagens de sensoriamento remoto pode ser integrada com uma série de outras informações relevantes e fundamentais (p. ex.: condições climáticas, limites dos imóveis rurais, limites das lavouras cafeeiras, mapas de solo, espécie cultivada, idade da lavoura, irrigação etc.) para a elaboração de um sistema objetivo e confiável de estimativa da safra de café em nível municipal para os principais estados produtores do Brasil.

Entretanto, cabe ressaltar que uma proposta de pesquisa sob o título “Imagens de satélite e técnicas de geo-processamento para suporte à estimativa da safra cafeeira” foi submetida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (MCT/INPE) em conjunto com o Instituto de Economia Agrícola (IEA/SAA), a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Espírito Santo (EMATER-ES) e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG) para o Ministério da Indústria, do

Comércio e do Turismo - Secretaria de Produtos de Base/Departamento Nacional do Café/Conselho Deliberativo da Política do Café/Consórcio de Pesquisa Cafeeira, em julho de 1997 com duração prevista do projeto de 12 meses no valor de R\$ 141.850,00. Infelizmente a proposta não recebeu o suporte solicitado por razões desconhecidas e com isto os objetivos iniciais do trabalho, no qual o bolsista PIBIC estava envolvido, foram reduzidos e o projeto foi levado adiante, em menores proporções e com recursos próprios, pelo INPE e pela EMATER-ES.

## **METODOLOGIA**

Como área piloto para o desenvolvimento do presente trabalho foi inicialmente selecionado o município de São Gabriel da Palha no estado do Espírito Santo por apresentar características distintas em termos de: relevo, plantio de espécies (conilon e arábica), tamanho das lavouras, espaçamento, intensidade de cultivo etc.

Sobre a área de estudo foram adquiridas as imagens multiespectrais do satélite Landsat da órbita 216, ponto 73D para o mês de maio de 1996 e 1997. As imagens foram adquiridas em formato digital e processadas no Sistema de Processamento de Informações Geo-referenciadas-SPRING (INPE-DPI, 1996).

Cartas topográficas na escala de 1:50.000 foram utilizadas para obter informações sobre: o limite municipal, rede de drenagem, estradas, altimetria, áreas urbanas etc. Estas informações foram integradas com as imagens do satélite Landsat, através do SPRING, gerando-se uma carta imagem do município a qual foi impressa em papel e enviada para a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Espírito Santo (EMATER-ES) para ser utilizada pelos técnicos da assistência técnica e rural local para identificar os diferentes padrões da cultura cafeeira na imagem, em função das características da lavoura, a fim de se criar um banco de dados contendo informações sobre número de pés de café, faixa etária, variedade, produtividade do ano anterior, etc. para cada lavoura cafeeira dentro da área de estudo.

A imagem retornou do campo, porém as atividades subseqüentes estão sendo continuadas por um bolsista ITI do Programa de Capacitação Institucional do INPE em virtude da desistência do bolsista PIBIC.

O desenvolvimento da metodologia deste sistema objetivo de estimativa de safra do café, em nível municipal, deverá permitir a incorporação de novas informações que venham a contribuir na estimativa da safra cafeeira, além da freqüente atualização dos dados através do monitoramento da cultura pelas imagens do satélite, em anos safra subseqüentes.

Um modelo agrometeorológico, em linguagem Fortran, para fins de estimativa da produtividade do café começou a ser adaptado, mas, também sofreu descontinuidade devido a desistência do bolsista.

## **RESULTADOS**

Os resultados obtidos no período foram muito aquém do que se esperava. A leitura dos manuais do *software* SPRING foi pouco útil pois na fase em que os conhecimentos adquiridos deveriam ser aplicados houve a desistência do bolsista. A rede viária, a drenagem, e a altimetria foram digitalizados com ajuda de outro bolsista PCI-ITI, Luigi C. M. Aulicino, que vem dando continuidade ao trabalho. Um modelo agrometeorológico, em linguagem Fortran, foi digitado para ser usado em PC, e adaptado para estimar produtividade de café.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Tardin, A. T. ; Assunção, G.V.; Soares, J.V. Análise preliminar de imagens TM visando a discriminação de café, citrus e cana-de-açúcar na região de Furnas-MG. PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA. 27(9): 1355-1361, 1992.
- INPE-DPI. SPRING, Manual do usuário, São José dos Campos, 1996.

## **RELATÓRIO DO PROJETO 2**

### **Cultivares de trigo submetidos a diferentes níveis de adubação nitrogenada e irrigação**

#### **INTRODUÇÃO**

Técnicas de sensoriamento remoto na agricultura permitem estimar parâmetros agronômicos essenciais para a implementação de modelos de estimativa de crescimento e produtividade agrícola (Bauer, 1985).

A radiometria de campo é um das técnicas de sensoriamento remoto que tem sido bastante utilizada para a estimativa de parâmetros agronômicos em função das relações com a energia refletida e/ou emitida pela cultura. Além disso, a radiometria de campo permite obter medidas, quase que diárias, ao longo do ciclo de crescimento e desenvolvimento das culturas sob condições bem mais favoráveis em termos de influência da atmosfera quando comparado com o dado adquirido por sensores remotos a bordo de plataformas orbitais (Deering, 1989). Com frequência, a cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) tem sido utilizada como modelo para este tipo de estudo no Brasil (Moreira, 1997; Rudorff e Batista, 1990; Rudorff et al., 1997). Por se tratar de uma cultura de inverno, as condições meteorológicas, geralmente, são favoráveis para a aquisição de dados radiométricos, especialmente nas regiões centro-sul e sul onde o trigo é tradicionalmente cultivado.

Instituições de pesquisas como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) vêm dedicando esforços no melhoramento e seleção de novas variedades de trigo a fim de prover o mercado de sementes com cultivares mais produtivos e adaptados às diferentes regiões agrícolas do País (Camargo et al., 1993). A região do Vale do Paraíba possui uma vasta área de terras agricultáveis e tecnologia de cultivo com alto nível de mecanização (Kurkdjian et al., 1992). O tipo de solo predominante é o latossolo amarelo álico associado aos podzólicos vermelho amarelo. Estes solos apresentam baixa fertilidade natural, embora apresentem boas condições físicas para o desenvolvimento das plantas. Aparentemente a região do Vale do Paraíba é propícia para o cultivo do

trigo podendo inclusive ser utilizada para produção de sementes, devido à baixa incidência de pragas e doenças do trigo nesta região.

Nas duas últimas safras de inverno (1996 e 1997) foram realizados estudos na fazenda da UNITAU visando obter algumas respostas básicas e iniciais sobre o cultivo do trigo na região do Vale do Paraíba. Os resultados mostram claramente que a região do Vale do Paraíba tem potencial para a produção rentável do trigo e neste sentido está se realizando na safra de 1998 um experimento com infra-estrutura adequada para pesquisa e com recursos suficiente para a condução de um experimento que visa utilizar a radiometria de campo para a obter medidas nas regiões visível e infravermelho próximo do espectro eletromagnético, a fim de estimar a eficiência do uso da radiação para a cultura do trigo. Também é objetivo do trabalho obter medidas de radiometria de campo na região do infravermelho termal (8 a 14  $\mu\text{m}$ ) em conjunto com medidas do déficit de vapor d'água para permitir a determinação do índice de estresse hídrico da cultura do trigo (*Crop Water Stress Index - CWSI*) e relacionar estas medidas com o potencial de água no solo ( $\psi_s$ ) a fim de estabelecer os níveis adequados de irrigação. Além disso o experimento visa estudar a interação entre diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada para permitir uma exploração agrícola rentável durante a entre-safra e minimizar o impacto ambiental através do uso racional dos recursos naturais. Este experimento conta com auxílio à pesquisa fornecido pela FAPESP.

## METODOLOGIA

O primeiro de dois experimentos (1998 e 1999) foi plantado no dia 29 de maio de 1998 na fazenda experimental da Universidade de Taubaté (UNITAU), Taubaté, SP utilizando-se uma plantadeira do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) própria para plantio em áreas experimentais (pequenas parcelas). Cerca de 45 dias antes do plantio foi realizada uma calagem devido à toxidez de alumínio, visando melhorar o desenvolvimento do sistema radicular. Uma adubação corretiva (em função da análise de solo) foi realizada duas semanas antes do plantio.

O delineamento estatístico utilizado é de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com 4 repetições. Os tratamentos de irrigação serão aplicados nas parcelas principais, 30 dias após o plantio, de acordo com o seguinte protocolo: 1) 100% da



capacidade de campo (testemunha); 2) 50% da capacidade de campo; e 3) 30% da capacidade de campo. As sub-parcelas consistem nos cultivares IAC-24, IAC-355 e IAC-289. As sub sub-parcelas consistem no tratamento da adubação nitrogenada com quatro níveis de nitrogênio (0, 60, 90 e 120 kg/ha). No sulco de semeadura será aplicado 1/3 do N (dia 26 de junho) e o restante no início do estágio de alongamento (~40 dias após a emergência das plantas, segundo recomendam Camargo et al., 1988).

No plantio foram utilizadas 80 sementes por metro linear com espaçamento entre linhas de 20 cm. Cada sub sub-parcela tem a dimensão de 2 x 2,5 m.

No dia 17 de junho foi realizada a primeira campanha de medidas radiométricas utilizando um espectrorradiômetro portátil de campo modelo SE590 (Spectron Inc., EUA), do Laboratório de Radiometria (LARAD) do INPE, fixado num mastro a cerca de 3 m sobre a cultura com um ângulo de visada de 15° que permite obter a radiância de uma superfície no solo de aproximadamente 0,5 m<sup>2</sup>. O espectrorradiômetro obtém medidas radiométricas em 255 faixas espectrais que abrangem a região visível (400 a 700 nm) e infravermelho próximo até 1100 nm. Estas medidas deverão ser coletadas semanalmente ao longo do ciclo da cultura ou conforme as condições meteorológicas permitirem.

As demais medidas (radiação termal e potencial hídrico) deverão ser iniciadas cerca de 40 dias após o plantio (10 de julho) quando as plantas começarem a expressar os primeiros efeitos dos tratamentos aos quais estão submetidas.

## **RESULTADOS**

Nos meses de março e abril o bolsista esteve envolvido em treinamento e leitura relativo aos conhecimentos da técnica de sensoriamento remoto. Neste período o bolsista se familiarizou com alguns termos de sensoriamento remoto, a utilização do espectrorradiômetro de campo SE-590 do LARAD, além de ampliar seus conhecimentos relativos à cultura do trigo. Durante o mês de maio até meados de junho o bolsista esteve envolvido na implantação do experimento participando de diversas atividades tais como irrigação, montagem das estruturas de cobertura das lonas plásticas, além da obtenção de medidas agrônômicas e de radiometria de campo.



Os próximos meses demandarão um grande envolvimento do bolsista em diversas atividades relacionadas ao experimento de campo. Espera-se que o bolsista possa dar continuidade aos trabalhos iniciados nesta primeira fase e participar também ativamente na análise dos resultados e na sua divulgação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bauer, M.E. 1985. Spectral inputs to crop identification and condition assessment. *In Proceedings of the IEEE*, 73(6):1071-1085.
- Camargo, C.E.O.; J.C. Felício; A. Petinelli Jr.; L. S Rocha Jr. 1988. Adubação nitrogenada em cultura do trigo irrigado por aspersão no estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico, (Boletim científico, 15). 26 p.
- Camargo, C.E.O.; C.R.O. Camargo; J.C. Felício; A.W.P. Ferreira Filho; R.R Santos, G Decot. 1993. Avaliação das características agrônômicas e tecnológicas de genótipos de trigo duro, trigo e triticale. Campinas, Instituto Agrônômico,(Boletim científico, 29). 27 p.
- Deering, D.W. 1989. Field measurements of bidirectional reflectance. p. 14-65. *In* Asrar, G. (ed.) Theory and Applications of Optical Remote Sensing. New York, Wiley.
- Kurkdjian, M.L.N.O.; M. Valério Filho; P. Veneziani; M.N. Pereira; T.G. Frenzano; C.E. Anjos; T. Ohara; P.L. Donzeli; M.M. Abdon; T.M. Sausen; S.A.P. Pinto; M.A. Bertoldo; J.G. Blanco. 1992. Macrozoneamento da região do Vale do Paraíba e litoral norte do estado de São Paulo. São José dos Campos, INPE (INPE-5381-PRP/165).
- Moreira, M.A. 1997. Déficit hídrico na cultura do trigo e o impacto na resposta espectral e em parâmetros agrônômicos. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 142 p.
- Rudorff, B.F.T.; G.T. Batista. 1990. Spectral response of wheat and its relationship with agronomic variables in the tropical region. **Remote Sensing of Environment**, 31:53-63.
- Rudorff, B.F.T.; M.A. Moreira; A. Oviedo; J.G. Freitas. 1997. Efeito do nitrogênio e do déficit hídrico na resposta espectral de cultivares de trigo. *In* VIII Simposio Latino Americano de Percepción Remota, 2-7 Nov., Mérida, Venezuela. (aceito para publicação nos anais).