

COMPARAÇÃO ENTRE ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR AUXILIADA POR PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE SATÉLITE E MÉTODOS TRADICIONAIS DE OBSERVAÇÃO DE CAMPO

MICHAEL LUIZ JOHANNES DAAMEN¹
JANSLE VIERA ROCHA¹
RUBENS AUGUSTO CAMARGO LAMPARELLI²
JURANDIR ZULLO JUNIOR²

¹Feagri - Unicamp
Caixa Postal 6011 - 13083-970 - Campinas - SP, Brasil
{michaeld, jansle}@agr.unicamp.br

²Cepagri - Unicamp
13083-970 - Campinas - SP, Brasil
{rubens, jurandir}@cpa.unicamp.br

Abstract. Production estimates of sugar cane is essential to agricultural planning and product trading by sugar mills and distilleries. Satellite images could help to improve the production estimates, mainly in generating maps that could indicate the spatial variability of biomass condition. This study analyses the use of satellite images, processed through mathematical operation and Principal Components Analysis, in order to diminish the errors of the production estimate process. The methodology followed the steps: selection of Landsat 7/ETM+ images of the study area, image processing to generate variability maps of the biomass condition, field data gathering, and comparison between field data and image data. As results there are the correlation between estimates with and without the use of variability maps, and the actual production after the harvest.

Keywords: sugar cane, remote sensing, yield variability, principal components analysis

1. Introdução

A estimativa de safra de uma produção de cana-de-açúcar é de essencial importância no planejamento agrícola e na comercialização de uma usina produtora de açúcar e álcool. Métodos tradicionais de estimativa de campo, baseados em observação visual da condição das plantações, têm ficado com erros em torno de 10%, o que representa uma diferença bastante significativa (ROCHA *et al.* 2000). Este trabalho busca fazer uma análise da utilização de imagens de satélite, tratadas por operações algébricas entre bandas e *Análise por Componentes Principais (ACP)*, para dar suporte à estimativa de safra, com o objetivo de diminuir os erros destas previsões.

2. Materiais e Métodos

Foram escolhidas quatro zonas da Usina São João (Araras – SP), com um número de talhões suficiente para os estudos (**Figura 1**). Nestas áreas foram levantados dados de produção estimada, pelo método tradicional da usina (observação em campo), e real (após colheita) em todos os talhões na safra 2000/2001.

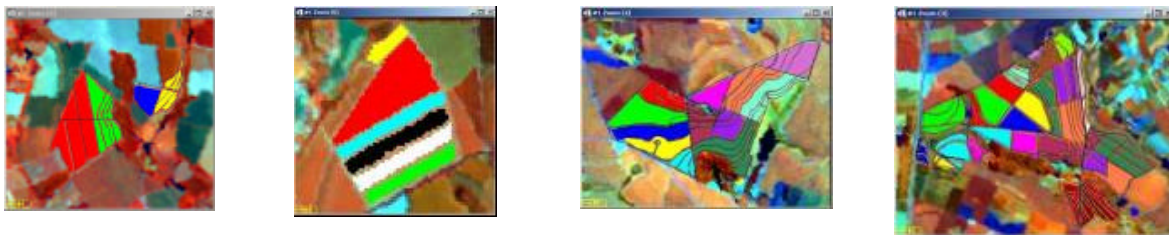


Figura 1 – Regiões de interesse sobre as zonas 21507, 21515, 21709 e 23203, respectivamente, da Usina São João utilizadas para o estudo, cada cor representa um talhão

Foi utilizada a imagem Landsat7/ETM+, órbita/ponto 220/75 de 23/03/2000, das áreas selecionadas. A imagem foi processada, com a aplicação da ACP. A ACP é uma técnica usada para reduzir a redundância de dados multiespectrais (Lillesand *et al.*1987). Este processamento foi aplicado somente sobre as máscaras que delimitavam as regiões de interesse com cana-de-açúcar e utilizando um conjunto de 12 imagens geradas por meio de operações algébricas entre as bandas 1, 2, 3, 4, 5.

Por fim, obtidas as imagens Componentes Principais (onde, por meio da matriz de autovetores e da metodologia apresentada por Crosta (1993), se definiu que a Componente 1 indica vegetação) e outras imagens que indicam o mesmo índice (ex: NDVI, TVI, banda 4), foram extraídos dados estatísticos de variabilidade e comparados com os erros da estimativa usual da usina.

4. Resultados e Discussões

A **Tabela 1** mostra um exemplo de como se comparou os dados de estimativa da usina e os índices de vegetação e componentes principais gerados.

Tabela 1 – Erro de produção da usina (TC-TE) e Coef. de Variância dos Índices gerados para a Zona 21515

Talhão	Produção (t)		TC-TE	CV			
	Estimada	Real		Banda 4	NDVI	CP1	CP2
1	1766,00	1621,37	-144,63	0,033547	0,104881	0,066724	0,255148
2	1834,00	1555,85	-278,15	0,043483	0,133947	0,08901	0,359278
3	1959,00	2011,82	52,82	0,04066	0,104187	0,066196	0,210148
4	1591,00	1549,82	-41,18	0,044636	0,108833	0,073752	0,219605
5	4521,00	4518,46	-2,54	0,050195	0,112995	0,070177	0,226076
6	585,00	529,96	-55,04	0,04178	0,096027	0,139226	0,261996

A partir destes dados foram gerados gráficos de erro x CV para todas as quatro zonas e se procedeu a regressão linear para se estabelecer o grau de correlação entre o erro e a variabilidade apresentada pelos índices e componentes principais (**Figuras 2, 3, 4 e 5**).

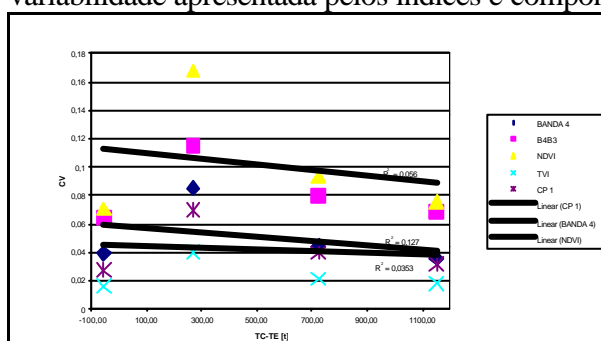


Figura 2 – erro x CV dos talhões da zona 21507

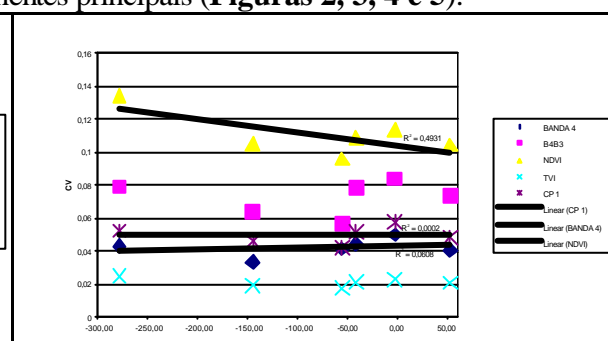


Figura 3 – erro x CV dos talhões da zona 21515

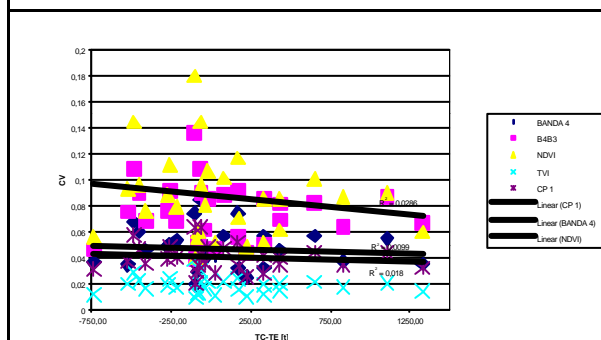


Figura 4 – erro x CV dos talhões da zona 21709

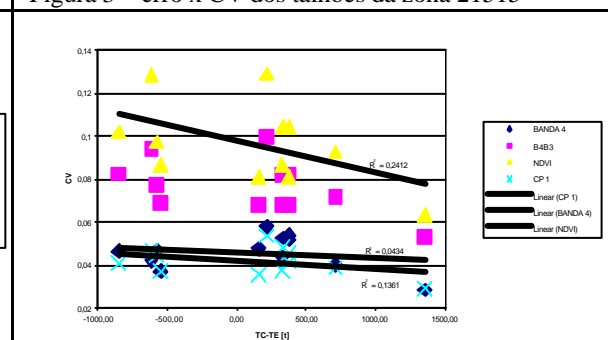


Figura 5 – erro x CV dos talhões da zona 23203

Como se pôde verificar através da regressão, a Componente Principal 1 (correlacionada com os índices de vegetação), gerada a partir da metodologia adotada, apresentou uma correlação sempre baixa e próxima à da Banda 4 na maioria dos casos. E o NDVI foi o índice que apresentou a maior correlação com o erro de estimativa.

Mesmo assim foi possível criar imagens com variabilidade espacial da condição da biomassa, estando bastante próximas das apresentadas por alguns índices de vegetação como o NDVI e a banda 4 e com algum incremento de informação (**Figuras 6, 7 e 8**)

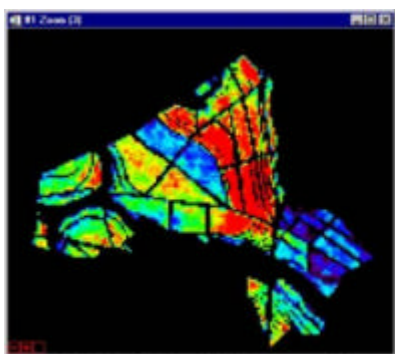


FIGURA 6 – Variabilidade espacial mapeada pela banda 4 na zona 21709

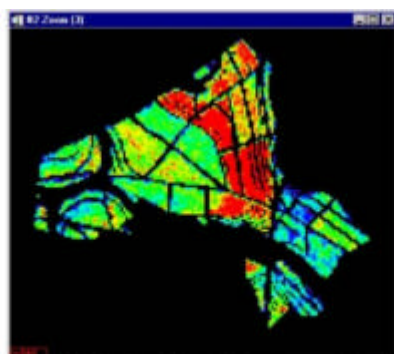


FIGURA 7 – Variabilidade espacial mapeada pelo NDVI na zona 21709

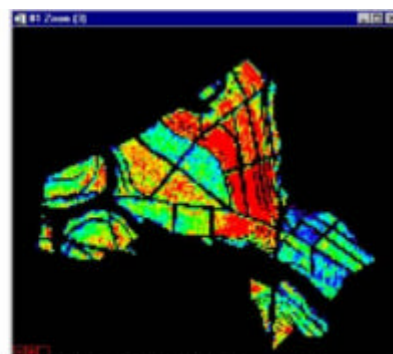


FIGURA 8 – Variabilidade espacial mapeada pela Componente Principal 1 na zona 21709

5. Conclusões

A metodologia adotada para se processar a ACP (coleção de 12 imagens e aplicação de máscara sobre as áreas sem cana) não se mostrou satisfatório para aumentar a correlação entre o erro de estimativa de produção de cana e a variabilidade espacial mapeada pelos índices de vegetação. O NDVI se mostrou o melhor índice para se correlacionar com o erro de estimativa.

Os princípios da ACP ainda se mostraram potencialmente proveitosos, devendo ser testadas outras formas de utilização da técnica em outras imagens.

Como a Componente 1 apresentou variabilidade próxima às dos índices de vegetação, esta pode vir a ser usada no mapeamento da variabilidade espacial da Cana-de-açúcar a partir da coleção de imagens de entrada proposta pelo trabalho.

Referências

- Crosta, A. P. *Processamento Digital de Imagens e Sensoriamento Remoto*. Campinas, 1993.
- Lillesand, T.M. & Kiefer, R.W. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York, John Wiley, 1994.
- Rocha, J.V., Lamparelli, R.A.C., Simões, M.S. Utilização de índices derivados de sensoriamento remoto orbital no mapeamento da variabilidade espacial da produção em área de cana-de-açúcar da Usina São João, Araras-SP. *Relatório Técnico*, Campinas, Unicamp, 2000.