



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

AVALIAÇÃO DO ALBEDO EM ÁREAS DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Thaís Moreno de **Barros**¹; Janice Freitas **Leivas**²; Antônio Heriberto de C. **Teixeira**³; Ricardo Guimarães **Andrade**⁴; Daniel de Castro **Victoria**⁵

Nº 14512

RESUMO - A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância econômica no Brasil. A área de estudo deste trabalho é a região nordeste do Estado de São Paulo, maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, reconhecida como uma área com alta concentração da cultura. Diante da tendência de eliminação da prática de queima da cana-de-açúcar, foi avaliada a área de cultivo da cana crua, ou seja, cana colhida sem queima antes do corte. Para obtenção dos valores de albedo, foi utilizado o algoritmo SAFER, desenvolvido por Teixeira (2012), a partir de dados obtidos a com o uso de sensoriamento remoto em imagens do sensor MODIS. Os resultados obtidos permitem concluir que o albedo varia de acordo com o desenvolvimento da cultura ao longo do ano, assim como a presença da palha, resultante do modo de colheita, que acarreta mudança na cobertura do solo e influencia no albedo.

Palavras-chaves: albedo, cana crua, cana-de-açúcar, MODIS.

¹ Autora, Bolsista Embrapa: Graduação em Geografia, UNICAMP, Campinas-SP; mbthais.23@gmail.com.

² Orientadora: Pesquisadora, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP; janice.leivas@embrapa.br.

³ Colaborador: Pesquisador, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.

⁴ Colaborador: Pesquisador, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.

⁵ Colaborador: Pesquisador, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

ABSTRACT - Sugarcane is a crop of great economic importance to Brazil. The area studied in this work is the northeast region of the state of São Paulo, the largest sugarcane producing state in Brazil, an area renowned for its high concentration of sugarcane crops. Motivated by the trend of eliminating the practice of burning sugarcane, we evaluated crop areas used for green sugarcane, which is the sugarcane harvested without burning before cutting. To obtain the albedo values we used the SAFER algorithm, developed by Teixeira (2012), on data obtained by remote sensing images from the MODIS sensor. The results obtained show that albedo varies with the crop's development along the year, as well as with the presence of straw, which results from the harvest mode, and causes changes to land cover and influences albedo.

Key-words: albedo, green sugarcane, sugarcane, MODIS.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância no Brasil, e faz parte da economia brasileira desde meados do século XVI. Entre os principais produtos extraídos dessa produção estão o álcool, o açúcar e a energia elétrica obtida da biomassa do bagaço (OMETTO et al., 2005). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, o Estado de São Paulo aparece como o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, com um total de 4.515.360 ha (51,31% da área plantada nacional) de áreas destinadas à produção sucroalcooleira. Em volume de produção, o Estado de São Paulo gerou um total de 363.396,2 mil t na safra 2013/2014 (CONAB, 2013).

O fator que mais influencia a produtividade da cana-de-açúcar é o clima, com destaque para a distribuição da precipitação durante o ano (ANDRÉ et al., 2010). A radiação também é um elemento climático importante – a cana-de-açúcar é considerada uma planta do tipo C4, de alta eficiência fotossintética, e, quanto maior a captação solar, maior é o acúmulo de açúcares na planta (BRUNINI, 2008). Para melhor entender os vários elementos climatológicos e, assim, o comportamento e a produtividade das culturas, torna-se indispensável o conhecimento do balanço de radiação e seus parâmetros derivados, como o albedo. O albedo pode ser definido como a razão entre a irradiância eletromagnética refletida e a quantidade incidente. O albedo é adimensional e costuma ser representado por porcentagem.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

Uma técnica historicamente utilizada no cultivo da cana-de-açúcar é a prática da queima para a colheita. Nos últimos anos, com o aumento das preocupações com o aquecimento global e o desenvolvimento dos estudos sobre o tema, a prática está sendo abandonada em decorrência da preocupação com o meio ambiente, com risco de aplicação de multas aos produtores. Estima-se que a prática da queima já estará completamente abolida em 2016, e será substituída pela colheita da cana crua (VELINI; NEGRISOLI, 2000). Pensando nisso, este trabalho foi desenvolvido a partir de uma área de cultivo somente de cana crua. Nessa prática de colheita, a palha da cana colhida acaba espalhada sobre o solo, o que pode ter efeitos benéficos, como o melhoramento das qualidades químicas e físicas do solo e a maior presença de nutrientes, e essa cobertura também acaba impedindo o desenvolvimento de plantas daninhas (VELINI; NEGRISOLI, 2000); porém, também pode ter efeitos negativos, como a dificuldade de algumas espécies em crescer através da palha, o aumento nas pragas de solo e a necessidade de aumentar a dose de insumos aplicados, causada pela maior dificuldade na absorção (CORREIA; REZENDE, 2002).

Com os avanços tecnológicos dos últimos anos, o sensoriamento remoto aparece como um gerador de informações rápido e de custo moderado; as imagens de satélite têm cobertura, atualmente, de praticamente todo o planeta e com alta resolução para determinados estudos (GIONGO et al., 2010). O *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) é um sensor embarcado na plataforma Terra. Equipado com 36 bandas espectrais e 3 resoluções espaciais (250 m, 500 m e 1.000 m), suas imagens são amplamente utilizadas em estudos de agrometeorologia, principalmente os relacionados à estimativa dos componentes do balanço de radiação e energia, como o albedo.

Este trabalho é um estudo preliminar no âmbito do projeto CarbCana com o objetivo de analisar o comportamento do albedo da superfície em áreas de cana-de-açúcar em região produtora de cana-de-açúcar no nordeste do Estado de São Paulo durante o ano agrícola de 2012.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo deste trabalho é a região nordeste do Estado de São Paulo, onde localiza-se a maior concentração de áreas com plantio de cana-de-açúcar. Essa área é analisada pelo projeto CarbCana, da Embrapa Monitoramento por Satélite¹. A região nordeste do Estado de São Paulo compreende as microrregiões de Ribeirão Preto, Araraquara, Barretos, Batatais, Franca,

¹ CarbCana. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/carbcana/index.html>>.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

Ituverava, Jaboticabal, São Carlos, São João da Boa Vista, São Joaquim da Barra, Pirassununga e parte das microrregiões de Amparo, Limeira, Mogi Mirim, Rio Claro e São José do Rio Preto (Figura 1).

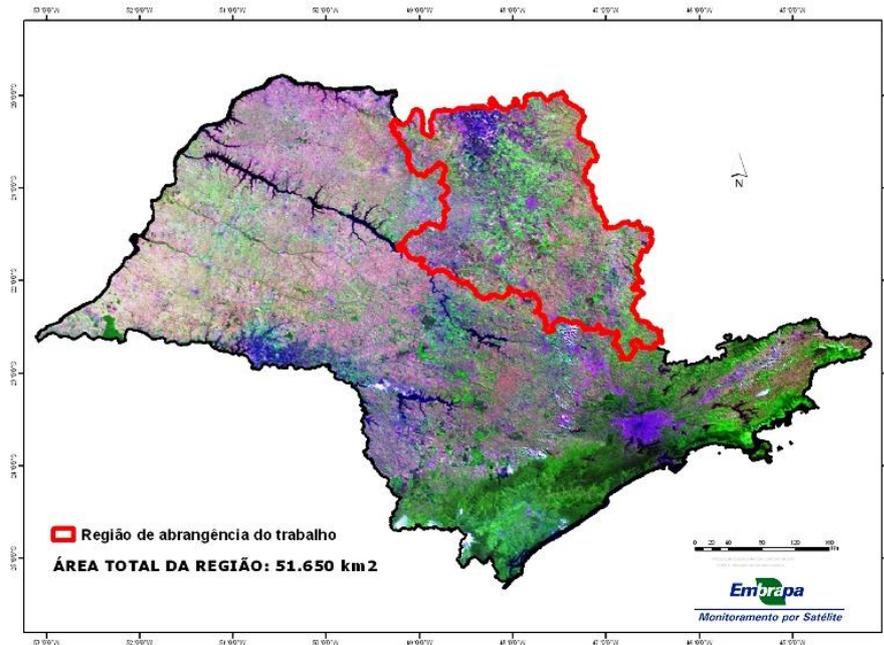


Figura 1. Região nordeste do Estado de São Paulo. Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite (2014).

A obtenção do parâmetro albedo (α) utilizando imagens de satélite e o algoritmo SAFER (*Simple Algorithm For Evapotranspiration Requirement*), proposto por Teixeira (2012), é uma das etapas para a estimativa da evapotranspiração em escala regional. Neste estudo, para a obtenção desse parâmetro foram utilizadas imagens do sensor MODIS. O albedo foi obtido a partir da reflectância das bandas 1 e 2, com resolução espacial de 250 m, de acordo com Valiente et al. (1995):

$$\alpha = a + b \cdot \alpha_{p(1)} + c \cdot \alpha_{p(2)}$$

Onde $\alpha_{p(1)}$ e $\alpha_{p(2)}$ são os albedos planetários nas bandas 1 e 2 medidos pelo sensor MODIS, e a, b e c são os coeficientes de regressão obtidos comparando-se estas medições com dados de campo descritos em Teixeira et al. (2013).

Para analisar a influência do período chuvoso nos valores de albedo, foram obtidas as médias da precipitação das estações meteorológicas do INMET distribuídas pela área de estudo.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cana-de-açúcar predominante no Sudeste do Brasil, chamada de cana-de-ano, é plantada entre setembro e novembro e colheita é feita a cada 12 meses. Durante o ciclo, a cana cresce durante cerca de oito meses, e o processo de maturação ocorre nos quatro meses finais. Assim, o canavial apresenta taxa máxima de crescimento entre novembro e abril, em virtude do longo fotoperíodo, da alta temperatura e da maior disponibilidade hídrica (MARIN et al., 2009). Diante desse calendário e da variação da cobertura do solo, para facilitar a interpretação dos resultados, pode-se destacar os períodos de estabelecimento, desenvolvimento e maturação da cultura, quando fica apta para o corte (Tabela 1).

Tabela 1. Fases fenológicas da cana-de-açúcar.

Dia juliano (DJ)	Desenvolvimento da cana-de-açúcar
1-81	Emergência e estabelecimento da cultura
81-225	Desenvolvimento da cultura e maturação
225-337	Maturação e corte

Na Figura 2, observa-se a variação do albedo ao longo do ciclo de desenvolvimento da cana-de-açúcar. No início do desenvolvimento da cultura, observa-se variabilidade espacial do albedo, pois, além da vegetação em crescimento, tem-se também solo exposto e cobertura com palha, como se pode observar no dia juliano (DJ) 001, cuja área de menor albedo (cor verde) é considerável e pode estar refletindo justamente essa vegetação em crescimento. Os valores mais altos nesse período, nas áreas amareladas, podem indicar a presença de palha, pois trata-se de um período ainda de recente brotamento.

Na Figura 3, observa-se a distribuição da precipitação nas estações meteorológicas que compõem a região nordeste do Estado de São Paulo. Outro fator que pode acarretar a diminuição do albedo em algumas áreas (DJs 001, 016 e 337) é a ocorrência de precipitação, pois, em decorrência das características físicas da água pode ocorrer maior absorção da radiação e, conseqüentemente, menor reflexão, acarretando diminuição do albedo, cujos valores situam-se entre 11% e 19% (verde).

Com o crescimento/desenvolvimento da cana, observa-se predominância de menores valores de albedo (verde), variando entre 11% e 19%. Os valores de albedo verificados por Mendonça (2007) no cultivo de cana-de-açúcar para a região norte fluminense ficaram entre 14% e



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

22%; os valores observados durante o período do desenvolvimento da cultura na região nordeste do Estado de São Paulo corroboram esses resultados (Figura 2) nos DJ 081, 097 e 113.

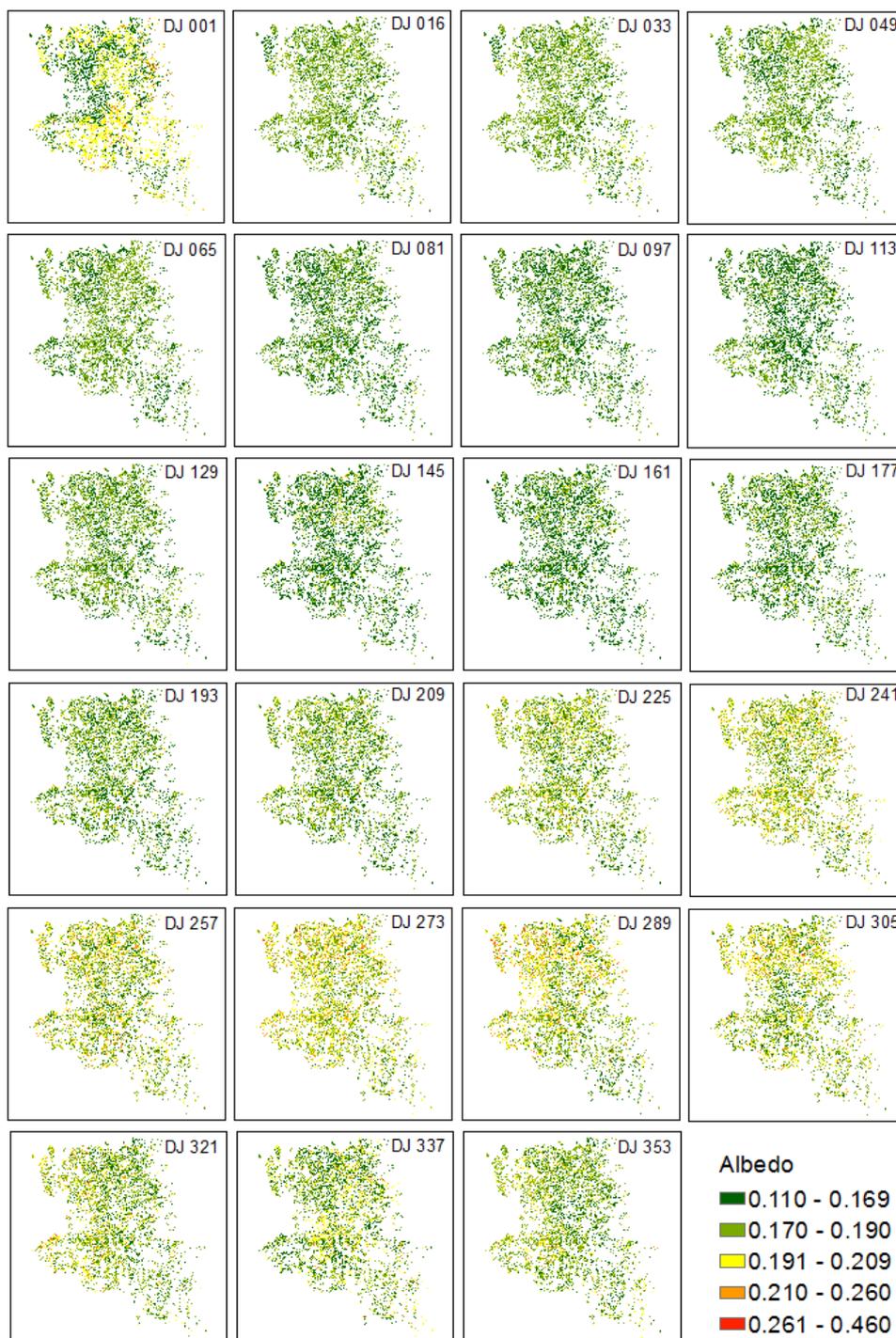


Figura 2. Monitoramento do albedo ao longo do ano de 2012 em área de cana-de-açúcar crua (sem queima).

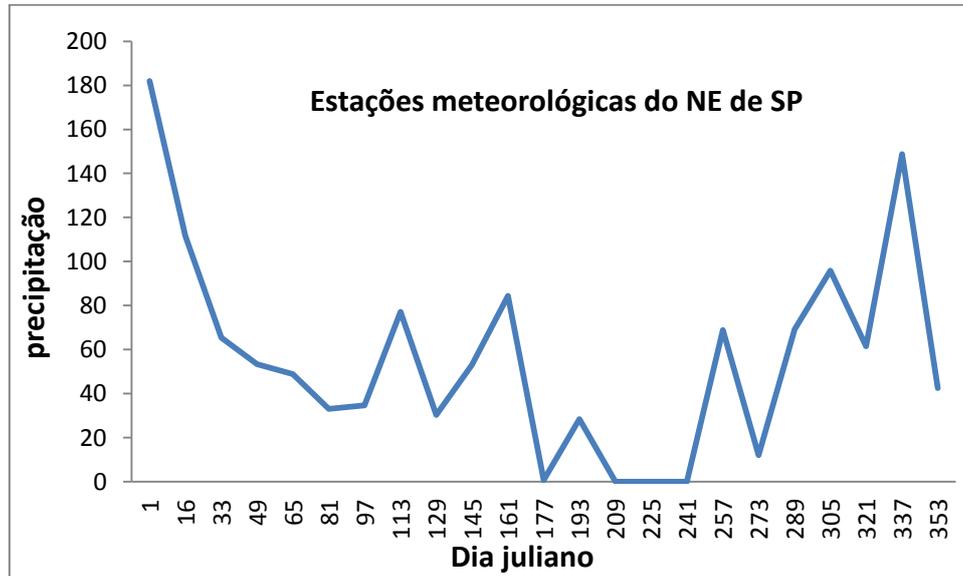


Figura 3. Precipitação acumulada média a cada 16 dias do ano 2012. Dados das estações meteorológicas automáticas do INMET na área de estudo.

Acompanhando as tendências observadas por Giongo et al. (2010) e Mendonça (2007), nos períodos com maior presença de solo exposto são observados maiores valores de albedo, acima de 20%, nos dias 273, 289 e 305, período em que a cana-de-açúcar está em maturação e apta para o corte (Figura 2). Além de solo exposto, no período de corte da cana crua há presença de palha sobre o solo, o que acarreta aumento no albedo; características físicas como a coloração clara aumentam a refletividade e diminuem o albedo.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o albedo varia de acordo com a cobertura vegetal, o estágio de desenvolvimento, a época do ano e a condição hídrica da cultura. Os valores de albedo nas áreas de plantio de cana-de-açúcar são influenciados pela cobertura de palha remanescente da colheita do tipo "cana crua". Pode-se inferir que os valores de albedo obtidos indicam que os períodos de maior desenvolvimento da cultura caracterizam-se por menores valores de albedo, e que, nos períodos de corte, com a presença da palha, os valores de albedo são mais elevados.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

5 AGRADECIMENTOS

À Embrapa Monitoramento por Satélite, pelo apoio e estrutura fornecidas; ao projeto CARBCANA; e à pesquisadora Janice Freitas Leivas, pelo suporte e orientação.

6 REFERÊNCIAS

ANDRÉ, R. G. B.; MENDONÇA, J. C.; MARQUES, V. S.; PINHEIRO, F. M. A. P.; MARQUES, J. Aspectos energéticos do desenvolvimento da cana-de-açúcar. Parte 1: Balanço de radiação e parâmetros derivados. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 3, p. 375 - 382, 2010.

BRUNINI, O. Ambientes climáticos e exploração agrícola da cana-de-açúcar. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; ANDRADE LANDELL, M. G. de. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 57-78.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar**, segundo levantamento, agosto/2013. Brasília, DF: Conab, 2013.

CORREIA, N. M.; REZENDE, P. M. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras, MG: UFLA, 2002. 55 p. (Boletim Agropecuário, 51).

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. Projeto Carbcana. **Área de estudo**. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/carbcana/conteudo/area_estudo.html>. Acesso em: 25 jun. 2014.

GIONGO, P. R.; MOURA, G. B. de A.; SILVA, B. B.; ROCHA; MEDEIROS, S. R. R.; NAZARENO, A. C. Albedo à superfície a partir de imagens Landsat 5 em áreas de cana-de-açúcar e cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 279–287, 2010.

MARIN, F. R.; PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J. Cana-de-açúcar. In: MONTEIRO, J. E. (Org). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 11-130.

MENDONÇA, J. C. **Estimativa de evapotranspiração regional utilizando imagens digitais orbitais na região Norte Fluminense**. 2007. 145 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro.

OMETTO, A. R.; MANGABEIRA, J. A. C.; HOTT, M. C. Mapeamento de potenciais de impactos ambientais da queima de cana-de-açúcar no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2297-2299.

TEIXEIRA, A. H. de C. Modelling evapotranspiration by remote sensing parameters and agro-meteorological stations. In: NEALE, C. M. U.; COSH, M. H. (Org.). **Remote Sensing and Hydrology**, v. 352, p.154-157, 2012.

TEIXEIRA, A. H. de C.; SHERER-WARREN, M.; LOPES, H. L.; HERNANDEZ, F. B. T. Determinação dos componentes do balanço de energia com imagens MODIS no Município de Petrolina-PE, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2013, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 5475-5482.

VALIENTE, J. A.; NUNEZ, M.; LOPEZ-BAEZA, E.; MORENO, J. F. Narrow-band to broad-band conversion for Meteosat visible channel and broad-band albedo using both AVHRR-1 and -2 channels. **International Journal of Remote Sensing**, v. 16, p. 1147-1166, 1995.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.