



Universidade Católica Dom Bosco
CENTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO LOCAL – MESTRADO ACADÊMICO

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA PASTAGEM NO MUNICÍPIO
DE RIBAS DO RIO PARDO M.S.**

Trabalho da disciplina Sensoriamento remoto
em recursos naturais, do programa de pós-
graduação em desenvolvimento local –
Mestrado acadêmico. Sob a orientação do
Prof. Dr. Willian Tsé Horng Liu.

Roberti André da S. Filho

Campo Grande

2003

SUMÁRIO

1- Justificativa	3
2- Objetivos	3
3- Metodologia	4
4- Dados obtidos	7
5- Gráficos	11
6- Conclusão	22
7- Referências bibliográficas	23

1. JUSTIFICATIVA

“A mente avança até o ponto onde pode chegar; mas depois passa para uma dimensão superior, sem saber como lá chegou. Todas as grandes descobertas realizaram esse salto”.

Albert Einstein

O estado de Mato Grosso do Sul é o maior produtor de rebanho bovino de corte do Brasil, e conseqüentemente um dos maiores do mundo, já que o Brasil é o terceiro maior exportador mundial, segundo dados da Organização Mundial do Comércio O.M.C. Sendo assim, neste ambiente cada vez mais rigoroso quanto às exigências não só de custo, mas como também de grau de naturalidade deste produto, a busca de pelo aumento da produtividade na produção de carne por carcaça de animal passa por elementos como técnicas de manejo, cruzamento industrial, melhoria genética do rebanho, alimentação adequada e natural, que foi objeto deste nosso trabalho.

Acompanhar a produtividade das pastagens de um dos maiores municípios de Mato Grosso do Sul, onde a principal fonte econômica é justamente a pecuária, pode nos dar uma indicação de como vem se comportando esta atividade ao longo dos anos e também uma perspectiva futura deste setor, bem como as implicações desta produtividade na utilização adequada do solo, tendo em vista um modelo de desenvolvimento baseado na sustentabilidade da atividade através do uso racional dos recursos ambientais envolvidos.

2. OBJETIVOS

2.1- Objetivo Geral

- ◆ Levantar a produtividade da pastagem do município de Ribas do Rio Pardo ao longo dos anos, e com isso ter estimativas futuras, através de um modelo científico, que leva em consideração aspectos ambientais e climáticos.

2.2- Objetivos específicos

- ♦ Levantar o tamanho do rebanho de 1981 a 2000.
- ♦ Levantar o NDVI mensal, ao longo deste mesmo período.
- ♦ Verificar as condições climáticas: temperatura, radiação solar, índices de chuva etc. da região.
- ♦ Fazer um comparativo da produtividade por kg de animal em relação ao hectare.
- ♦ Acompanhar a evolução da capacidade produtiva das áreas de pastagens da região.

3.- METODOLOGIA

O objetivo principal deste trabalho foi de levantar dados climatológicos da região estudada, a fim de verificar os modelos matemáticos capazes de estimar a produtividade das pastagens, principalmente, o que determina a eficiência fotossintética das pastagens que tem consequências diretas na geração de biomassa.

Há uma dificuldade muito grande na coleta de dados da eficiência fotossintética, uma vez que no Brasil ainda não um banco de registros que trabalhe especificamente com radiação espectral emitida pela vegetação. Foi necessário, portanto, colher dados dos registros da EMBRAPA Gado de corte M.S. desde 1981 à 2000 da energia da radiação fotossintética ativa (PAR) incidente e da matéria seca.

O modelo semi-empírico de produção de biomassa proposto por Monteith (1972), baseia-se na capacidade de uma planta absorver radiação solar e converter em radiação fotossintética ativa ou PAR – Photo synthetically Active Radiation.

A eficiência fotossintética é um fator utilizado para se determinar a capacidade de uma determinada planta converter em matéria seca o PAR representada pela equação a seguir:

$\epsilon_f = \frac{\text{energia em matéria seca}}{\text{energia da PAR incidente}} \times 100 \%$

Segundo Loomis e Willians (1963), a eficiência fotossintética máxima calculada, a partir de então, pode ser obtida pela produtividade máxima estimada. Sendo que um grama de matéria seca contém 16,66 kJ ou 3730 cal. por m^2 , e o valor da radiação fotossintética ativa foi determinado também por este modelo em 222 cal/ m^2 .

Kumar e Monteith (1981) propuseram a seguinte equação para a determinação de massa seca que é um fator determinante para biomassa.

$$MS = \sum_{J=1}^n [\epsilon_f * a * PAR]$$

Sendo que:

MS = Matéria seca em kg/ha.

J= Período a ser analisado.

ϵ_f = Eficiência fotossintética em g / joule

a= porcentagem de PAR absorvida

PAR= Radiação fotossintética ativa em joule

Em 1982, Kumar e Monteith estudaram a relação existente entre o índice de vegetação NDVI-Normalized Difference Vegetation Index e a PAR observaram uma correlação linear entre estes fatores para a determinação da produtividade de pastagem, tal modelo foi apresentado por Prince (1996) que dá a estimativa de pastagens e definida pela equação abaixo:

$$YP = \sum_{J=1}^n [\epsilon_f * NDVI * PAR]$$

Sendo que:

Yp = Produtividade de pastagens em kg/ha.

J= Período a ser analisado.

ϵ_f = Eficiência fotossintética em g / joule

NDVI= porcentagem de PAR incidente

PAR= Radiação fotossintética ativa em joule

A obtenção de dados como: temperatura, radiação solar, e índices de vegetação através de satélites vêm facilitando a projeções sobre a produtividade das pastagens, pois as resoluções espectrais, dão uma melhor condição para o monitoramento das áreas plantadas. Com isso, as técnicas que utilizam as imagens de satélite como base para o desenvolvimento de modelos matemáticos passaram a ter uma precisão muito maior. O índice de vegetação NDVI-Normalized Difference Vegetation Index obtido com os dados do satélite e é definido através da relação das refletâncias dos canais do NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) satélite norte-americano.

$$\text{NDVI} = \frac{(R2 + R1)}{(R2 - R1)}$$

Onde: R1= Refletância do canal 1

R2= Refletância do canal 2

O uso dos dados obtidos por satélites para a previsão de safras agrícolas através de modelos matemáticos foram impulsionados e financiados por organismos governamentais norte-americanos como o NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), USDA (United States Department of Agriculture's) em projetos de sensoriamento remoto a partir da década de 70 até 95. Estudos realizados apontam que NDVI é um indicador adequado para a determinação da produtividade, desde que o espectro de leitura do satélite não sofra interferências eletromagnéticas que possam influenciar nos dados obtidos.

Modelos estatísticos como o de Liu e Kogan apresentados em 2002, tendo como base a produtividade de soja no Brasil utilizou índices condicionais como o de vegetação e de temperatura, obtendo bons resultados, pois o NDVI pode ser traduzido pela quantidade de comprimento de onda verde emitido pelas vegetações através da concentração de clorofila formada a partir do processo fotossintético. Sabe-se que o crescimento das plantas depende do processo de fotossíntese é um processo fotoquímico onde a energia solar é convertida em energia química que é usada para a conversão do gás carbônico em carboidratos, podendo a energia da radiação solar ser um dos principais fatores para o aumento de massa nas plantas.

Estudos de Prince (1991), feitos para se determinar estimativas de produtividade das áreas de pastagens em regiões da África, também apontam para a mesma direção e com resultados satisfatórios. Sendo assim, neste trabalho utilizaremos o NDVI como modelo para

determinar ao longo dos anos a produtividade das áreas de pastagens do município de Ribas do Rio Pardo, bem como sua tendência.

4- DADOS OBTIDOS

Tabela 1. Radiação solar mensal (cal/m²)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	462,77	365,69	329,04	491,13	361,28	347,32	360,56	428,09	389,91	495,94	525,78	485,18
1999	378,82	411,06	406,38	468,93	411,41	333,29	410,01	529,74	539,53	530,94	503,55	462,38
1998	420,11	347,16	397,14	393,36	343,45	353,30	389,63	427,36	458,87	459,16	479,49	493,15
1997	377,16	402,83	435,80	422,45	347,51	303,63	442,93	469,63	536,34	516,39	419,36	503,05
1996	367,33	366,22	416,13	441,00	313,68	375,52	583,83	382,99	448,43	449,56	442,78	387,57
1995	387,10	371,66	461,28	607,53	380,50	355,64	388,31	507,22	513,80	466,70	526,64	452,30
1994												
1993	477,13	431,15	431,13	461,90	402,38	346,00	332,62	410,82	676,43	510,84	485,54	447,14
1992	454,48	450,35	423,02	400,91	340,02	370,68	377,63	418,93	392,75	483,86	513,13	491,25
1991	427,64	436,76	435,09	447,03	414,14	326,97	400,52	457,76	462,18	491,02	541,51	503,08
1990	360,00	423,35	411,10	380,16	321,79	321,28	368,45	423,42	461,03	492,18	528,59	436,47
1989	334,86	395,33	409,01	389,13	411,83	338,51	414,19	426,50	496,99	532,41	483,97	353,01
1988	415,83	395,18	419,04	394,95	302,20	398,34	454,02	570,76	551,89	517,03	514,15	440,50
1987	411,11	415,23	462,27	433,73	334,80	386,58	441,29	500,43	469,25	474,84	542,93	456,12
1986	386,78	354,33	411,17	463,88	333,82	388,03	428,31	380,51	518,51	525,41	487,26	402,61
1985	440,16	396,79	395,18	381,90	394,43	398,75	432,27	507,36	545,13	475,78	545,75	586,47
1984	389,79	422,23	352,43	408,05	392,91	379,81	437,74	437,72	504,18	530,53	398,68	384,64
1983	363,72	391,82	463,74	396,63	305,52	265,55	330,84	519,04	415,14	429,00	424,53	434,60
1982	474,89	366,34	315,26	446,45	390,35	286,25	411,20	403,63	414,59	475,51	432,59	439,55
1981	347,68	378,31	689,64	414,30	401,73	275,25	399,15	475,16	511,85	410,86	421,49	365,01

Fonte: NOAA

Fator de PAR utilizado - 0,44 MJ (Mega Joule)

Tabela 2. Dados do NDVI mensal

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	0,567	0,565	0,614	0,656	0,675	0,622	0,496	0,388	0,438	0,551	0,552	0,509
1999	0,575	0,587	0,598	0,615	0,618	0,514	0,491	0,422	0,330	0,378	0,501	0,559
1998	0,587	0,557	0,628	0,673	0,646	0,593	0,578	0,412	0,552	0,531	0,595	0,622
1997	0,515	0,583	0,523	0,582	0,558	0,603	0,545	0,501	0,402	0,540	0,529	0,573
1996	0,534	0,569	0,562	0,650	0,572	0,578	0,538	0,454	0,449	0,512	0,555	0,490
1995	0,511	0,562	0,568	0,639	0,601	0,545	0,498	0,419	0,325	0,493	0,508	0,508
1994	0,665	0,666	0,639	0,591	0,542	0,494	0,445	0,392				
1993	0,598	0,571	0,621	0,630	0,664	0,652	0,491	0,435	0,449	0,573	0,577	0,623
1992	0,502	0,542	0,543	0,531	0,596	0,560	0,530	0,478	0,435	0,463	0,547	0,563
1991	0,574	0,605	0,610	0,656	0,634	0,611	0,571	0,467	0,277	0,435	0,561	0,484
1990	0,544	0,585	0,594	0,605	0,658	0,630	0,596	0,502	0,530	0,557	0,624	0,585
1989	0,515	0,561	0,591	0,615	0,639	0,606	0,590	0,563	0,542	0,537	0,621	0,595
1988	0,590	0,603	0,664	0,624	0,635	0,645	0,600	0,408	0,247	0,351	0,558	0,537
1987	0,570	0,569	0,666	0,665	0,611	0,654	0,540	0,520	0,270	0,517	0,581	0,643
1986	0,522	0,525	0,622	0,635	0,635	0,675	0,629	0,475	0,522	0,579	0,563	0,578
1985	0,697	0,657	0,600	0,575	0,674	0,669	0,608	0,478	0,443	0,539	0,549	0,591
1984	0,608	0,646	0,658	0,669	0,700	0,665	0,622	0,538	0,572	0,585	0,657	0,686
1983	0,382	0,601	0,611	0,627	0,645	0,659	0,557	0,575	0,335	0,552	0,630	0,594
1982	0,606	0,589	0,578	0,677	0,666	0,635	0,623	0,538	0,495	0,475	0,577	0,595
1981							0,607	0,420	0,420	0,502	0,576	0,636

Fonte: NOAA

Fator de NDVI utilizado

0,7

Tabela 3 Cálculo do NDVI mensal x fator de NDVI

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	0,810	0,807	0,877	0,937	0,964	0,889	0,709	0,554	0,626	0,787	0,788	0,728
1999	0,822	0,839	0,855	0,878	0,883	0,734	0,701	0,603	0,471	0,540	0,715	0,799
1998	0,839	0,796	0,898	0,961	0,923	0,848	0,825	0,589	0,789	0,759	0,850	0,888
1997	0,736	0,833	0,748	0,831	0,797	0,861	0,779	0,716	0,575	0,771	0,755	0,819
1996	0,763	0,813	0,803	0,928	0,817	0,826	0,769	0,649	0,641	0,731	0,793	0,701
1995	0,730	0,803	0,811	0,913	0,859	0,778	0,711	0,599	0,464	0,705	0,726	0,725
1994	0,950	0,952	0,913	0,844	0,774	0,705	0,636	0,560	0,000	0,000	0,000	0,000
1993	0,854	0,816	0,888	0,899	0,948	0,932	0,702	0,621	0,641	0,818	0,825	0,890
1992	0,718	0,774	0,775	0,758	0,852	0,799	0,757	0,683	0,621	0,662	0,781	0,805
1991	0,821	0,865	0,871	0,937	0,906	0,873	0,816	0,667	0,396	0,622	0,801	0,692
1990	0,777	0,836	0,849	0,864	0,940	0,900	0,851	0,717	0,757	0,796	0,892	0,836
1989	0,735	0,801	0,844	0,878	0,913	0,866	0,843	0,805	0,774	0,766	0,887	0,849
1988	0,844	0,861	0,948	0,891	0,907	0,921	0,857	0,583	0,353	0,502	0,797	0,767
1987	0,814	0,813	0,951	0,950	0,873	0,934	0,772	0,743	0,386	0,738	0,829	0,919
1986	0,745	0,750	0,888	0,908	0,907	0,964	0,899	0,678	0,745	0,827	0,805	0,825
1985	0,996	0,939	0,857	0,822	0,963	0,955	0,868	0,683	0,633	0,770	0,784	0,845
1984	0,869	0,923	0,941	0,956	1,000	0,950	0,889	0,768	0,817	0,836	0,939	0,980
1983	0,546	0,858	0,872	0,895	0,922	0,942	0,796	0,821	0,479	0,788	0,900	0,848
1982	0,865	0,841	0,825	0,967	0,951	0,907	0,890	0,768	0,708	0,679	0,825	0,850
1981	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,867	0,600	0,600	0,717	0,822	0,909

Tabela 4 Dados do Fator de PAR X NDVI (em cal/cm²)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	164,90	129,87	126,98	202,44	153,26	135,82	112,51	104,39	107,40	171,77	182,28	155,32
1999	136,94	151,76	152,82	181,26	159,81	107,59	126,53	140,46	111,81	126,17	158,47	162,60
1998	155,06	121,61	156,88	166,41	139,53	131,75	141,52	110,69	159,33	153,26	179,39	192,68
1997	122,12	147,63	143,39	154,50	121,82	115,03	151,76	147,93	135,69	175,19	139,37	181,27
1996	123,32	131,06	146,99	180,05	112,74	136,52	197,47	109,29	126,54	144,58	154,41	119,46
1995	124,33	131,35	164,59	243,98	143,75	121,80	121,47	133,71	104,82	144,75	168,16	144,33
1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	179,23	154,76	168,36	182,79	167,87	141,88	102,73	112,34	190,90	183,87	176,24	175,01
1992	143,51	153,47	144,32	133,74	127,49	130,39	125,83	125,87	107,29	140,97	176,33	173,94
1991	154,42	166,18	166,76	184,25	165,16	125,60	143,84	134,38	80,46	134,32	190,80	153,10
1990	123,01	155,74	153,58	144,48	133,08	127,22	137,98	133,59	153,50	172,33	207,35	160,55
1989	108,32	139,36	151,91	150,41	165,42	128,97	153,59	150,98	169,34	179,55	188,97	131,93
1988	154,33	149,69	174,81	154,89	120,62	161,44	171,26	146,33	85,71	114,13	180,24	148,75
1987	147,29	148,59	193,46	181,30	128,58	158,87	149,88	163,55	79,71	154,25	198,13	184,38
1986	126,82	116,90	160,63	185,27	133,17	164,52	169,35	113,53	170,03	191,26	172,54	146,23
1985	192,82	163,96	148,99	138,07	167,14	167,63	165,08	152,55	151,78	161,15	188,20	217,98
1984	148,98	171,44	145,86	171,65	172,88	158,76	171,16	147,95	181,17	195,15	164,71	165,92
1983	87,32	147,98	178,02	156,22	123,94	110,02	115,91	187,55	87,48	148,77	168,14	162,13
1982	180,82	135,54	114,46	189,95	163,33	114,26	161,00	136,40	129,07	142,12	156,98	164,47
1981	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	152,22	125,54	135,20	129,65	152,53	145,94

Tabela 5 Somatória do fator de PAR x NDVI anual (MJ/m² /ano)

1989	76,226	2000	73,216
1988	73,856	1999	71,929
1987	79,127	1998	75,780
1986	77,546	1997	72,745
1985	84,465	1996	70,512
1984	83,639	1995	73,221
1983	70,137	1994	0,000
1982	74,954	1993	81,139
1981	35,250	1992	70,543
1980	0,000	1991	75,409
		1990	75,540

Sabe-se que 1MJ/m² /dia = 23,86cal/ cm² /dia

Tabela 6 Cálculo da eficiência fotossintética anual

	g/m²/ano	Kg/m²/ano	Kg/Ha/ano
2000	236,49	0,24	2364,89
1999	232,33	0,23	2323,30
1998	244,77	0,24	2447,69
1997	234,97	0,23	2349,66
1996	227,75	0,23	2277,55
1995	236,50	0,24	2365,03
1994	0,00	0,00	0,00
1993	262,08	0,26	2620,80
1992	227,85	0,23	2278,53
1991	243,57	0,24	2435,70
1990	243,99	0,24	2439,94
1989	246,21	0,25	2462,10
1988	238,55	0,24	2385,55
1987	255,58	0,26	2555,80
1986	250,47	0,25	2504,74
1985	272,82	0,27	2728,20
1984	270,15	0,27	2701,54
1983	226,54	0,23	2265,43
1982	242,10	0,24	2421,00
1981	113,86	0,11	

Tabela 7 Quadro comparativo do números de animais / área de pasto

Ano	Efetivo do Rebanho em unid.	Área de pasto em Ha	Nº Rebanho / Ha
1982	165.391	710.805	0,2320675
1983	166.218	805.256	0,2062112
1984	169.542	852.482	0,1995305
1985	344.237	899.709	0,3822222
1986	406.094	917.446	0,4427481
1987	435.765	926.315	0,4708423
1988	451.016	935.185	0,4823529
1989	504.010	952.922	0,5288562
1990	626.649	994.806	0,6301508
1991	702.109	1.036.689	0,6769527
1992	796.552	1.021.412	0,7796278
1993	1.089.691	1.006.137	1,083499
1995	1.373.291	1.032.745	1,3291384
1996	924.595	1.041.615	0,8877159
1997	1.002.191	1.100.747	0,9100817
1998	1.029.795	1.122.437	0,9180036
1999	1.048.813	1.144.127	0,916958
2000	1.166.564	1.165.818	1,0008576

Fonte: Embarpa M.S.

6- CONCLUSÃO

Tendo em vista o modelo proposto para o estudo podemos verificar que através dos dados obtidos por satélite, que a radiação solar vem apresentando um pequeno aumento ao longo do tempo, embora a área de pastagem plantada também venha crescendo, a área de pastagem nativa vem diminuindo quase que na mesma proporção, fazendo com que a área total quase que se estabilizasse a partir da década de 90. A adequação destas variedades plantadas ao clima da região pode ser refletida na queda do índice de vegetação NDVI e do PAR.

Com a necessidade de exportação apresentada pelo Brasil, para se obter balanças comerciais mais favoráveis, aliadas ao aumento de competitividade da nossa carne no mercado internacional, o rebanho bovino de Mato Grosso do Sul, e também o de Ribas do Rio Pardo, aumentou muito nos últimos anos e com a estabilidade das áreas de pastagens, o número de animais por hectare também se elevou. Os dados climatológicos levantados apresentam queda nos índices de precipitações médias anuais da região e puxado pela radiação solar, as temperaturas médias anuais também vêm aumentando, demonstrando um quadro que dificulta o crescimento das vegetações.

Isto reflete uma atividade econômica que tem aumentado produção sem o aumento da produtividade, e pode nos indicar também que a utilização dos recursos naturais, principalmente o solo, está sendo feita de maneira desordenada e não sustentável. A composição do solo, desmatamento, falta de manejo do pasto, bem como o relevo da região facilita a formação de erosão e com isso a degradação do solo. Diminuindo a camada de nutrientes e diminuindo sua fertilidade.

Tantos os modelos matemáticos utilizados, quanto os dados observados por satélites, ambos apresentam queda nos níveis de matéria seca por hectare nos últimos anos, refletindo a queda de produtividade nos rebanhos. Como a atividade pecuária desenvolvida na área estudada é predominantemente á campo, esta queda na produtividade vegetal influencia diretamente o comportamento da produtividade do rebanho, fazendo necessário uma reavaliação do modelo gerencial do setor e a observância a um modelo de utilização mais racional destes recursos a médio prazo, sob de estagnar produtivamente esta atividade no futuro.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, J.D. and S.A Hanuschak 1988. The remote sensing application program of the national agricultural statistics service, 1980/87. NASA Staff Report Na. SRB-88-08, U.S.A.
- ALONSO, F.C.; S.L. Soria and J.M. Gozalo, 1991. Comparing two methodologies for crop area estimation in Spain using Landsat TM images and ground-gathered data – remote sensing Environ. 35:29-35
- BAUER, M.E; M.M Hixson ; B.J Davis; and J.B. Eitel, 1978. Area estimation of crops by digital analysis of Landsat data. Photogram. Eng. And rem. Sens. 44(8):1033-1043
- BOUMAN, B.A.M., 1995 Crop modelling and remote sensing for yield prediction, Netherlands J. Agric. Science, 43:143-161.
- CLEVERS J.G E H.J van Leeuwen, 1996. Combined use of optical and microwave remote sensing data for crop growth monitoring. Rem. Sens. Environ. 56:42-51
- DUSEK, D.A and J.T. Musick, 1986. Spectral vegetation indices for estimating corn, sorghum, and wheat growth parameters. Am. Soc. Agric. Eng. Paper n° 3375.
- EUCLIDES, Valéria P.B.; EUCLIDES FILHO, Kepler. Uso de animais na avaliação de forrageiras. Campo Grande: EMBRAPA – CNPQ, 1998. 59p. Anais do 15º Simpósio sobre Manejo de Pastagem. Edt Aristeu Mendes P., José C. de Moura, Vidal Pedroso de F. Piracicaba: FEALQ, 1998. 296 p.
- EUCLIDES, Valéria P.B.; EUCLIDES FILHO, Kepler; ARRUDA, Z. J. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.27, n.2, p. 246 – 254, 1998^a
- GALLEGO J. and J. Delincé, 1996. Area estimation by segment sampling. Special Report: The Mars Project, Action 1,: Regional Inventories. European Community Commission, Ispra, Italy. P.1-28.
- GARDNER, A.L. Técnicas de pesquisa em pastagens e a aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília: IICD/EMBRAPA-CNPGL, 1986, 197p.
- HAYES M.J. e W.L. Decker, 1996. Using NOAA AVHRR data to estimate maize production in the US corn belt. Int. J. Rem. Sens. 17:3189-3200.
- HIXON, M.M: M.E Bauer and W. Cholz, 1980 Na assessment of LANDSAT data acquisition history on identification and area estimation of corn and soybean. Proc. Symp. On Machine Processing of Rem. Sens. Data”. Purdue Univ. EUA.
- HUNT E.R Jr. 1994. Relationship between woody biomass and PAR conversion efficiency for estimating net primary production from NDVI. Int. J. Rem. Sens. 15:1725-1730.

JOHNSON, G.E.; A. Van Dijk and C.M. Sakamoto, 1987. The use of AVHRR data in operational agricultural assessment in Africa. *Geocarto International*, 1:41-60

KUMAR M AND MONTEITH J.L., 1982 Remote sensing of plant growth. In *Plant and Daylight Spectrum*, edited by H. Smith, London, Academic Press. P133-144.

LEMON E.R., 1969. Important microclimate factors in soil-water-plant relationship. *Great Plains Agr. Council Publ. N°.* 30:117-137.

LIU W.T.H. AND F. KOGAN, 1996. Monitoring regional drought using vegetation condition index. *Int. Journal of Remote Sensing*, 17:2761-2782

LIU W.T. AND R. N. JUAREZ, 2001. ENSO drought Prediction of Northeast Brazil Using NDVI. *International journal of Remote Sensing*, V22(17):3483-3501

R.N JUÁREZ AND W.T. LIU, 2001 “FFT analysis of NDVI annual cycle and climatic regionality in northeast Brasil”. *International Journal of Climatology*, V21(14):1803-1820.

LIU W. AND F. KOGAN, 2002. “Monitoring Brazilian Soybeans Production Using NOAA/AVHRR Based Vegetation Condition Indices” , *International Journal of Remote Sensing*, vol. 23, no. 6, 1161-1179. 2002.

MONTEITH, J.L. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology*. 9:747-766.

PRICE J. C. AND W. C. BAUSCH, 1995. Leaf area index estimation from visible and near-infrared reflectance data. *Rem Sens. Environ.* 52:55-65.

PRINCE, S.D., 1991a. Satellite remote sensing of primary production: comparison of results for Sahelian grasslands 1981-1988. *Int J. Remote Sens.* 12(6):1301-1312.

PRINCE, S.D., 1991b. A model of regional primary production for use with coarse resolution satellite data. *Int. J. Remote Sens.* 12(6):1313-1333.

QUARMBY N.^a, J.R. TOWNSHEND, P.J. K.H. WHITE, M, MILNES, T.L. HINDLE AND N. SILLEOS, 1992. Linear mixture modelling applied to AVHRR data for crop area estimation. *Int. J. Rem. Sens.* 13:415-426.

SAKAMOTO, C.M. and L.T. Steyart, 1987. International drought early warning program of NOAA/NESDIS. In *Planning for drought: Toward a Reduction of Social. Vulnerability.* eds. pp. 267-273.

STEINMETZ S., M. Guerif, R. Delecolle e F. Baret, 1990. Spectral estimates of the absorbed photosynthetically active radiation and light use efficiency of a winter wheat crop subjected to nitrogen and water deficiencies. *Int. J. Rem. Sens.* 11:1797-1808.

SEGUIN B., D. Courault e M. Guéri, 1994. SuPARce temperature and evapotranspiration: application of local scale methods to regional scales using satellite data. *Rem. Sens. Environ.* 49:287-295.

THOMPSON, L. M., 1970. Weather and technology in the production of corn in the U.S. corn belt. *Agron. J.* 61:453-456.

WAGGONER P.E. e Nornell, 1979. Fitting the Law of the Minimum to fertilizer applications and crop yields. *Agrn. J.* 71:352-355.

WIEGAND, C.L. and A.J. Richardson, 1990. Use of pectral vegetation indices to infer leaf area evapotranspiration and yield. I. Rationale, II Results, *Agron. J.* and 83(3):623-636.