

# Tendências e perspectivas da produção de bovinos sob pastejo



Moacyr Corsi\*  
Geraldo B. Martha Jr.\*  
Marco A. A. Balsalobre\*  
Marco A. Penati\*  
Daniel da S. Pagotto\*  
Patrícia M. Santos\*  
Luis G. Barioni\*

## 1. INTRODUÇÃO

Instituições de ensino e pesquisa são diferenciadas e reconhecidas pela comunidade à medida que são capazes de diagnosticar tendências e indicar perspectivas para orientar tomadas de decisões. Esse reconhecimento da sociedade ocorre quando soluções para problemas enfrentados pelo produtor na atualidade foram previstos anteriormente, isto é, o assunto foi pesquisado e diretrizes de manejo estabelecidas antes da demanda acontecer. Em outras palavras, a pesquisa deve estar alguns anos na frente da necessidade do produtor.

A capacidade de diagnosticar tendências e indicar perspectivas é consequência da análise e interpretação de informações por grupos com massa crítica e de caráter multidisciplinar. Atualmente a informação é uma das ferramentas mais valorizadas para o sucesso do sistema de produção. Entretanto, embora ela esteja cada vez mais acessível através dos meios de comunicação (internet, revistas, jornais, etc.), parece sofrer acentuada carência de análise e interpretação, o

---

\* Departamento de Produção Animal – Esalq/USP.

**Tabela 1.** Efeito da irrigação de 10% da área de pastagem e da intensificação da propriedade sobre a produtividade e retorno econômico.

Cenário	cab/ha	GPV médio (kg/cab/d)	Período (dias)	@/ha	área (ha)	custo/@ (R\$)	total de @	custo/área (R\$)	receita (R\$)	lucro <sup>1</sup> (R\$/ha)
I										
30% semi-intens. (verão)	3,00	0,70	185	12,95	300	16,00	3.885	62,160	135.975	
70% extens. ponta (verão)	1,50	0,40	185	3,70	700	12,00	2.590	31,080	90.650	
100% extens. (inverno)	0,80	0,40	180	1,92	1000	12,00	1.920	23,040	67.200	
Média	1,38	0,45		8,40	1000	12,60		116,28		<b>177,55</b>
Totais							8.395	116.280	293.825	
II										
10% irrigado	8,40	0,80	365	81,76	100	23,00	8.176	188,048	286.160	
90% extens.	0,80	0,40	365	3,89	900	12,00	3.504	42,048	122.640	
Média	1,56	0,44		11,68	1000	13,10		230,10		<b>178,70</b>
Totais							11.680	230.096	408.800	
III										
10% irrigado	8,40	0,80	365	81,76	100	23,00	8.176	188,048	286.160	
27% semi-intens. (verão)	3,00	0,70	185	12,95	270	16,00	3.497	55,944	122.378	
63% extens. ponta (verão)	1,50	0,40	185	3,70	630	12,00	2.331	27,972	81.585	
90% extens. (inverno)	0,80	0,40	180	1,92	900	12,00	1.728	20,736	60.480	
Média	2,08	0,48		15,73	1000	13,64		292,70		<b>257,90</b>
Totais							15.732	292.700	550.603	

1. Não inclui o preço da compra dos animais.

que freqüentemente leva os produtores a decisões ditadas pela emoção e não pela razão, fazendo com que técnicas e tecnologias aparentemente corretas proporcionem inúmeros casos de insucessos e prejuízos nas propriedades.

Alguns exemplos que servem para alertar os produtores quanto a decisões emotivas seriam: a irrigação de pastagens sem a preocupação de intensificação da produtividade do pasto “de sequeiro”, o uso de cana-de-açúcar tratada com soda sem o cuidado de observar o tamanho (grau de picagem) da partícula e o aumento da produtividade da pastagem através da adubação, porém, sem resposta correspondente no desempenho dos animais devido, provavelmente, à falta de manejo adequado.

A irrigação de uma gleba de 10%, num total de 1000 ha de pasto (100 ha irrigados; Tabela 1), proporcionaria produtividade média na área de pastagem de 11,6 @/ha/ano (caso II), nível de produtividade superior à manutenção de uma lotação animal de 0,8 cab/ha (1000 ha) no inverno e 3 e 1 cab/ha em 300 e 700 ha, respectivamente, durante o período de verão (isto é, caso I, com 8,83 @/ha/ano). Todavia, os maiores custos associados com o sistema de produção no caso II (R\$ 230,10/ha) em relação ao caso I (R\$ 116,28) e a não-intensificação do pasto “de sequeiro” negariam os benefícios da maior produtividade por área sobre a rentabilidade do empreendimento (R\$ 177,55 para o caso I e R\$ 178,70/ha para o caso II). Por outro lado, com a irrigação de 10% da área, juntamente com uma modesta intensificação da área não-irrigada (caso III), haveria retornos econômicos substancialmente mais favoráveis (R\$ 257,90), ainda que os custos de produção se elevassem (R\$ 292,70) e a produtividade (15,73 @/ha/ano) não fosse substancialmente superior ao caso II (Tabela 1).

O uso de agentes químicos hidrolíticos, como o hidróxido de sódio, tem promovido efeitos positivos sobre a digestibilidade da fibra de gramíneas (BERGER et al., 1994). Entretanto, um estudo recente mostrou que quando a partícula de cana-de-açúcar tratada com hidróxido de sódio (soda) foi maior do que 8 mm, o tratamento químico não trouxe benefício significativo sobre a digestibilidade da forragem (NUSSIO, L. G., dados não publicados). Aparentemente, a soda não foi capaz de promover ação hidrolítica suficiente para resultar em significativa ruptura dos complexos lignina-carboidratos associados com a parede celular da gramínea quando o tamanho da partícula foi maior. Esse fato sugere cautela na adoção da tecnologia, uma vez que as máquinas disponíveis atualmente no mercado nacional para colheita de cana freqüentemente não produzem o tamanho de partícula exigido

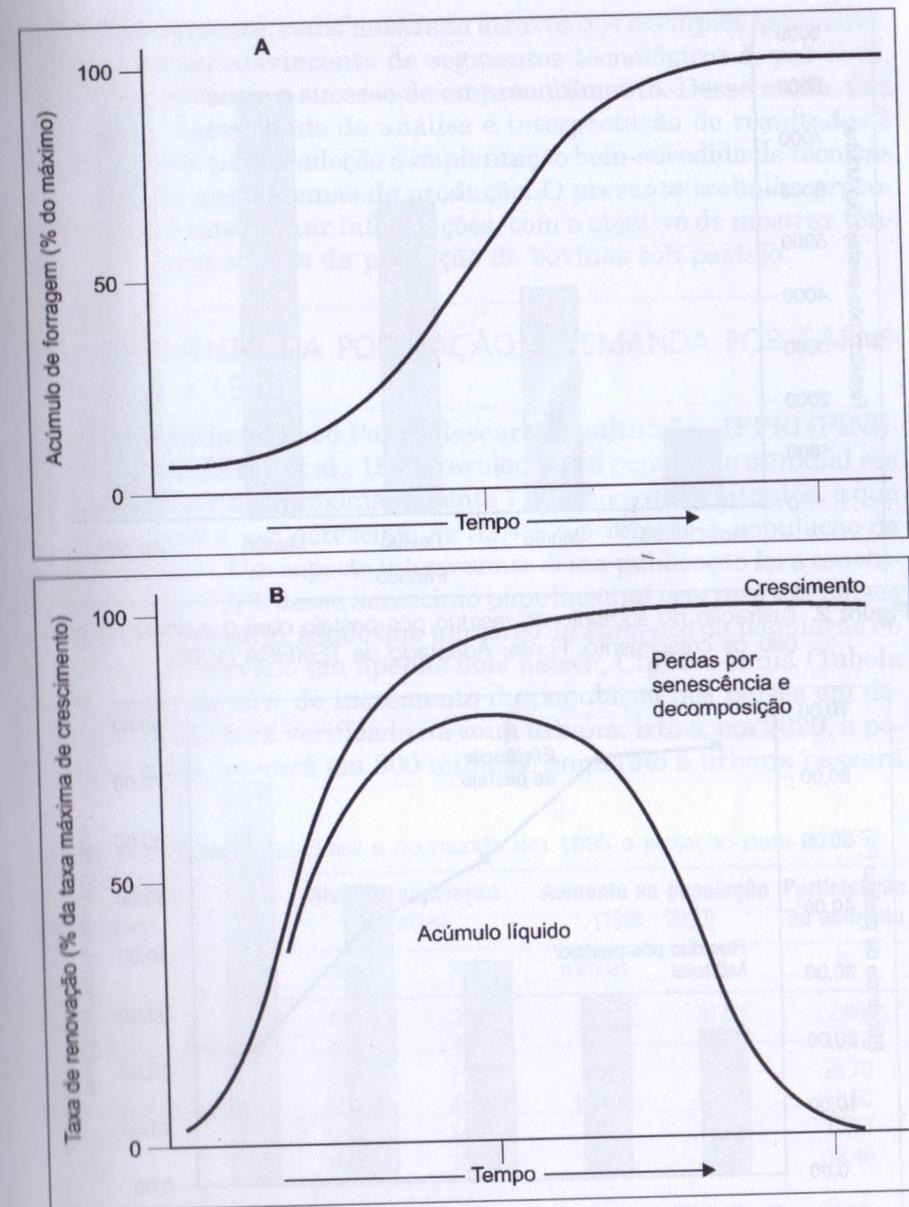
para ação da soda, quando usadas para proporcionar maior volume de corte (BALSALOBRE et al., 1999a; Tabela 2). Desse modo, a interação entre grau de picagem e tratamento da cana-de-açúcar com soda deve ser melhor explorada em estudos futuros, no sentido de indicar o real potencial dessa tecnologia no sistema de produção.

**Tabela 2.** Especificação de algumas máquinas forrageiras do mercado nacional em relação à capacidade produtiva, ao tamanho de corte do material, à potência exigida no trator e às características do sistema picador.

Modelo	Produção	Tamanho de corte (mm)	Potência exigida	Mecanismo picador
Nogueira PRF-3000	10 – 30 m+/h	10	65 cv	Tambor (6 facas)
Menta Robust	25 – 30 t/h	8 – 19	75 hp	Volante (6 facas)
Menta Colhimenta 2000	40 – 50 t/h	7 – 15	85 hp	Tambor (6 facas)
Menta Confinementa 600 R	20 – 30 t/h	5 – 16	30 – 40 cv	Volante (6 facas)
JF Nogueira JF-90	20 – 25 t/h	3 – 18	45 hp	Volante (6 e 10 facas)
Penha 50 Master	20 t/h	3 – 8	50 cv	Volante (12 facas)
Penha Master 4R	25 t/h	3 – 18	50 cv	Volante (12 facas)
Penha 50 Master super	20 t/h	3 – 18	50 cv	Volante (12 facas)
Nogueira FN-25 V	25 t/h	5 – 22	65 cv	Tambor (8 facas)
Nogueira Pecus 9000	10 – 12 t/h	4 – 22	45 cv	Tambor (10 facas)
Nogueira FN-50	20 – 40 t/h	5 – 22	100 – 150 cv	Tambor (16 facas)

Fonte: Folhetos promocionais; adaptado por BALSALOBRE et al. (1999).

O aumento da produção de matéria seca (MS) nem sempre é refletido no incremento do desempenho/produtividade do animal devido às perdas por senescência (Figura 1). Teixeira (1998), manejando o capim Tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã) com um dia de ocupação e 34 dias de descanso (430 kg N/ha/verão), em São Carlos (no Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste — Embrapa), observou que a quantidade de resíduo pós-pastejo (kg MS/ha) aumentou acentuadamente à medida que a estação de crescimento avançava (Figura 2). Esse fato foi traduzido pelo decréscimo na eficiência de pastejo e o concomitante incremento da participação do resíduo pós-pastejo na MS total (Figura 3). Como resultado, a ineficiência na colheita do material disponível resulta na alteração da estrutura do pasto (aparecimento/alongamento da haste) e permite o estabelecimento de condições favoráveis a elevadas perdas por decomposição e senescência.



**Figura 1.** Ilustração das mudanças cumulativas na massa de forragem (kg/ha/dia) durante o período de recuperação da pastagem após um corte próximo ao nível do solo (a) e as correspondentes mudanças nas taxas de crescimento, senescência e acúmulo líquido da forragem (kg/ha/dia) (b). Fonte: HODGSON (1990).

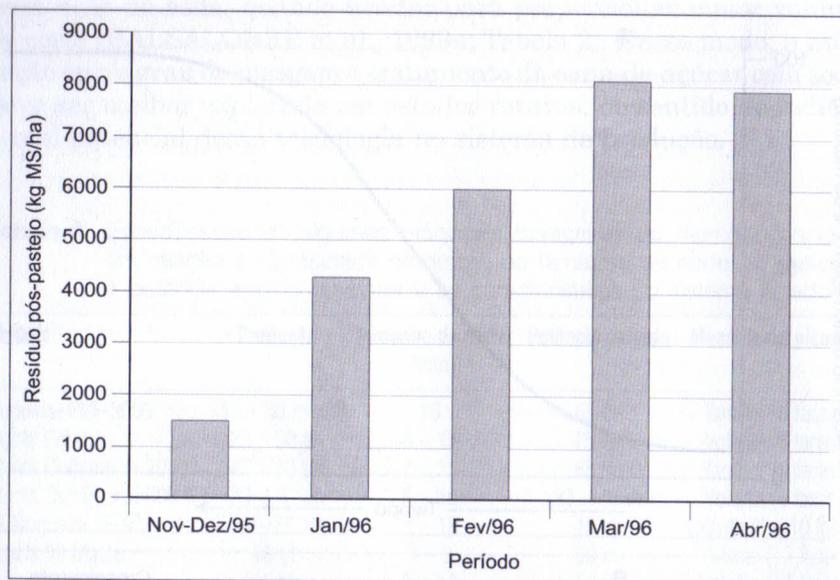


Figura 2. Ilustração do aumento do resíduo pós-pastejo com o avançar da estação de crescimento. Fonte: Adaptado de TEIXEIRA (1998).

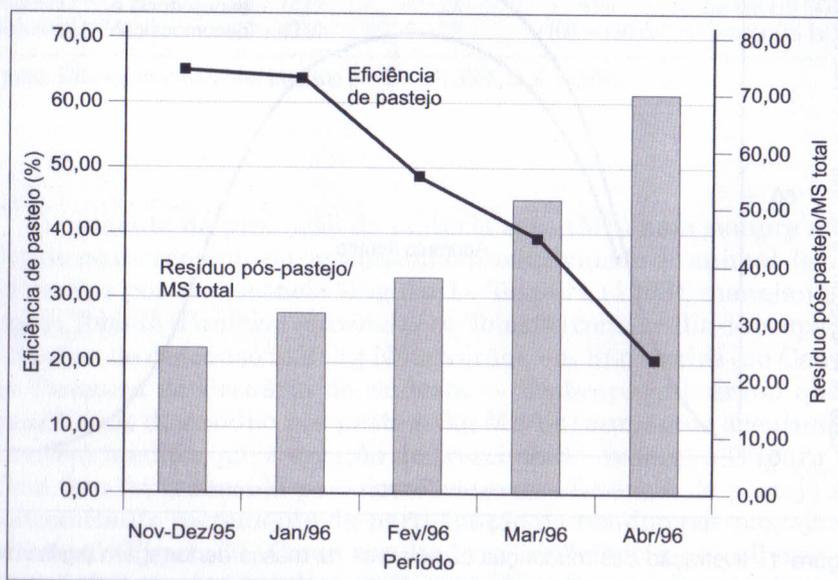


Figura 3. Ilustração da redução da eficiência de pastejo e do aumento na relação resíduo pós-pastejo/matéria seca total como avançar da estação de crescimento. Fonte: Adaptado de TEIXEIRA (1998).

Freqüentemente, como mostrado através dos exemplos anteriores, a apresentação convincente de segmentos tecnológicos é, por si só, incapaz de garantir o sucesso do empreendimento. Desse modo, fica claro que a necessidade de análise e interpretação de resultados é imprescindível para a adoção e implantação bem-sucedida de técnicas e tecnologias nos sistemas de produção. O presente trabalho procura analisar e interpretar informações, com o objetivo de mostrar tendências e perspectivas da produção de bovinos sob pastejo.

## 2. CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO E DEMANDA POR CARNE BOVINA E LEITE

O "International Food Policy Research Institute" — IFPRI (PINSTRUP-ANDERSEN et al., 1999) revelou que a população mundial em 2020 deverá ser de aproximadamente 7,5 bilhões de habitantes, o que corresponderá a um acréscimo de 32,4% em relação à população de 1995 (Tabela 3). Um aspecto interessante dessa publicação foi a constatação de que 97,5% desse acréscimo populacional ocorrerá em países em desenvolvimento, sendo que um terço do aumento da população do globo será observado em apenas dois países, China e Índia (Tabela 3). Ao redor de 85% do incremento da população nos países em desenvolvimento será verificado na zona urbana, isto é, em 2020, a população rural crescerá em 300 milhões, enquanto a urbana passará

Tabela 3. População no Brasil e no mundo em 1995 e projeção para 2020.

Região/país	Nível de população (milhões)		Aumento na população (1995 - 2020)		Participação no aumento
	1995	2020	milhões	%	%
Brasil	159	210	51	31,62	2,80
América Latina e Caribe	480	665	185	38,50	10,10
África	697	1187	490	70,30	26,70
Ásia (excluindo o Japão)	3311	4421	1.110	33,50	60,50
China	1221	1454	233	19,10	12,70
Índia	934	1272	338	36,20	18,40
Países desenvolvidos	1172	1217	45	3,80	2,50
Países em desenvolvimento	4495	6285	1.790	39,80	97,50
Mundo	5666	7502	1.836	32,40	100,00

Fonte: PINSTRUP-ANDERSEN et al. (1999); FAO (2000).

de 1,7 para 3,4 bilhões (PINSTRUP-ANDERSEN et al., 1999). O crescimento 5,7 vezes maior na região urbana, em comparação com a rural, deverá provocar, além do crescimento da população *per se*, mudanças significativas nos hábitos e exigências alimentares. Obviamente, esse fato resultará em mudanças significativas na distribuição da população rural e urbana no mundo (Figura 4).

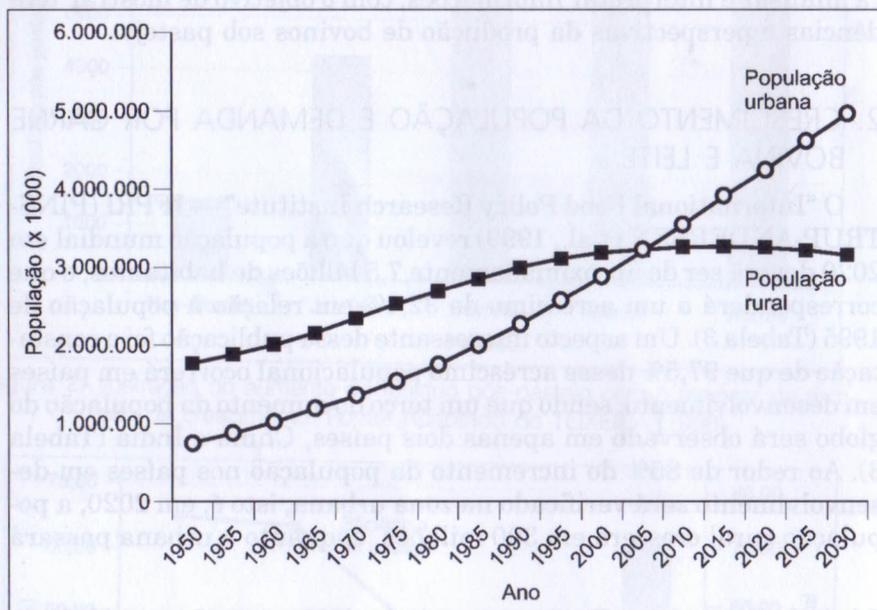


Figura 4. Expectativa de crescimento da população rural e urbana no mundo. Fonte: Adaptado a partir da FAO (2000).

No Brasil, as projeções para o crescimento da população seguem tendências semelhantes ao resto do mundo (Tabela 3), isto é, acréscimo de 31,62% de 1995 (159,35 milhões de habitantes) para 2020 (209,73 milhões de habitantes). Grande parte do aumento na população brasileira também deverá ocorrer em zonas urbanas (115,7%), havendo, na verdade, decréscimo na população rural (Figura 5; FAO, 2000).

A mudança no hábito alimentar da população exercerá aumento significativo no consumo de carne (Figura 6), que será proporcionalmente maior que o incremento no consumo de grãos, uma vez que a renda per capita, no mundo, deverá aumentar em 2,64% entre 1995 e 2020 (Tabela 4). A Tabela 4 ainda ilustra que, nesse período, a expectativa de aumento na renda será duas vezes maior nos países em desenvolvimento (4,32%) do que nos desenvolvidos (2,18%).

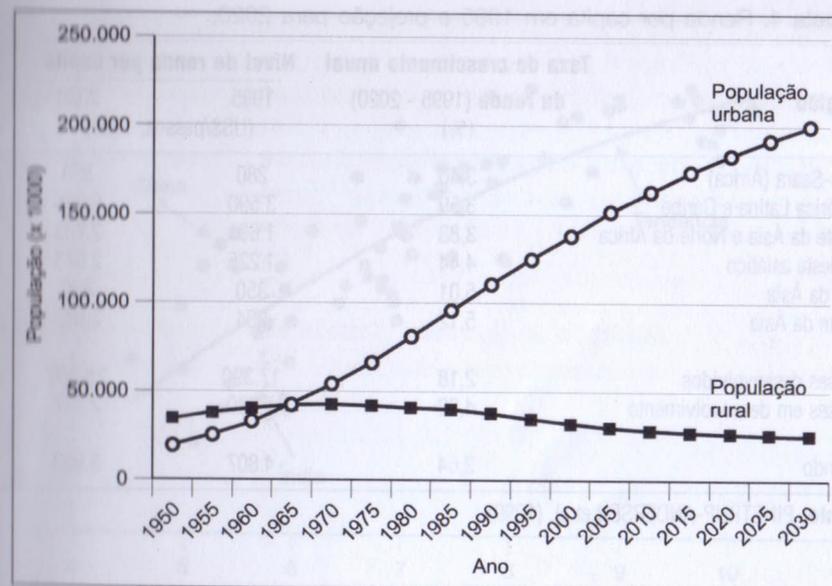


Figura 5. Expectativa de população rural e urbana no Brasil. Fonte: Adaptado a partir da FAO (2000).

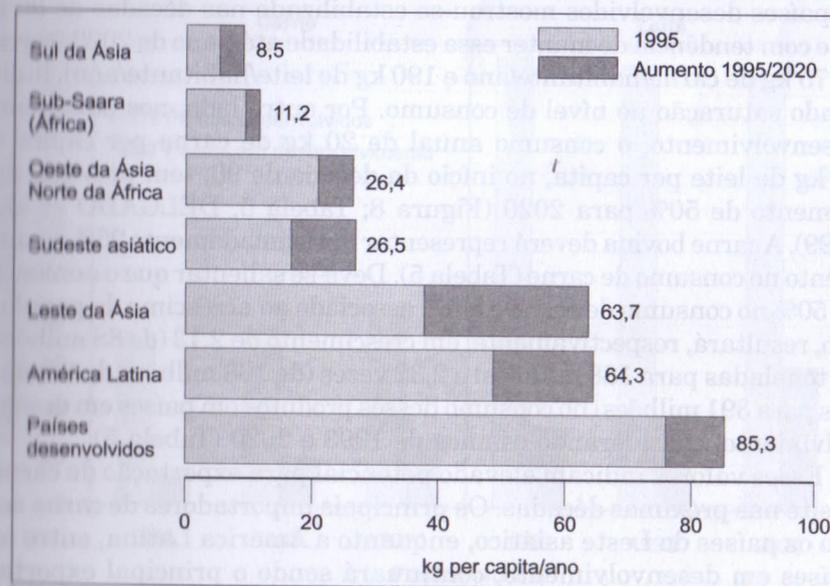


Figura 6. Expectativa de aumento no consumo per capita anual de carne para 2020. Fonte: PINSTRUP-ANDERSEN et al. (1999).

**Tabela 4.** Renda per capita em 1995 e projeção para 2020.

Região	Taxa de crescimento anual da renda (1995 - 2020) (%)	Nível de renda per capita	
		1995 (US\$/pessoa, 1995)	2020
Sub-Saara (África)	3,40	280	359
América Latina e Caribe	3,59	3.590	6.266
Oeste da Ásia e Norte da África	3,83	1.691	2.783
Sudeste asiático	4,44	1.225	2.675
Sul da Ásia	5,01	350	830
Leste da Ásia	5,12	984	2.873
Países desenvolvidos	2,18	17.390	28.256
Países em desenvolvimento	4,32	1.080	2.217
Mundo	2,64	4.807	6.969

Fonte: PINSTRUP-ANDERSEN et al. (1999).

Esses fatos terão repercussões alarmantes sobre a demanda de produtos animais, pois o consumo desses produtos apresenta comportamento elástico com a renda (Figura 7). O consumo de carne e leite para os países desenvolvidos mostrou-se estabilizado nas décadas de 80 e 90 e com tendência de manter essa estabilidade até o ano de 2020 (cerca de 75 kg de carne/habitante/ano e 190 kg de leite/habitante/ano), indicando saturação no nível de consumo. Por outro lado, nos países em desenvolvimento, o consumo anual de 20 kg de carne per capita e 40 kg de leite per capita, no início da década de 90, tem previsão de aumento de 50% para 2020 (Figura 8; Tabela 5; DELGADO et al., 1999). A carne bovina deverá representar aproximadamente 25% do aumento no consumo de carne (Tabela 5). Deve-se salientar que o aumento de 50% no consumo de carne e leite, associado ao acréscimo da população, resultará, respectivamente, em crescimento de 2,13 (de 88 milhões de toneladas para 188 milhões) e 2,32 vezes (de 168 milhões de toneladas para 391 milhões) no consumo desses produtos em países em desenvolvimento, considerando os anos de 1993 e 2020 (Tabela 5).

Esses valores indicam elevado potencial para exportação de carne e leite nas próximas décadas. Os principais importadores de carne serão os países do Leste asiático, enquanto a América Latina, entre os países em desenvolvimento, continuará sendo o principal exportador (Figura 9). O aumento na demanda de carne no mundo, no período de 1993 a 2020, implicará, obviamente, no crescimento da produção,

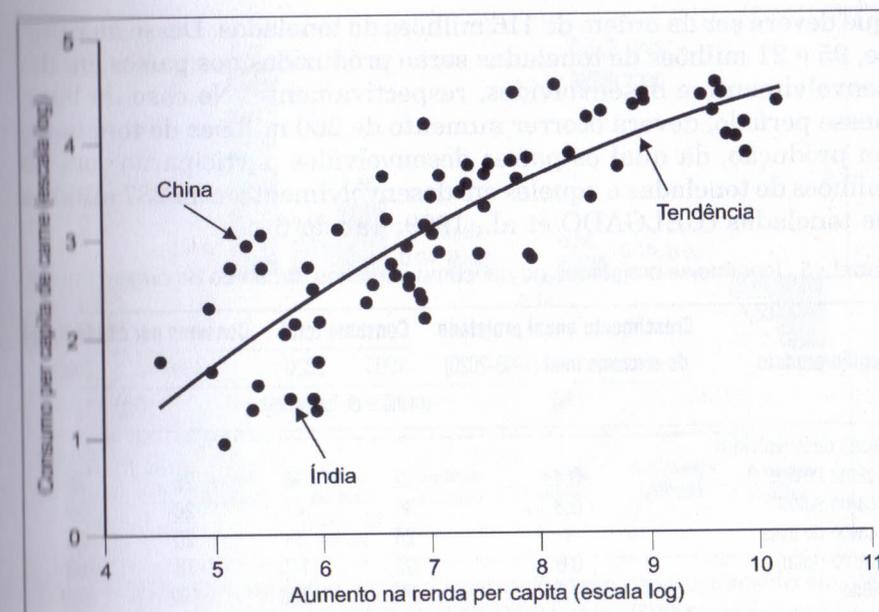


Figura 7. Relação entre consumo de carne e renda. Fonte: DELGADO et al. (1999).

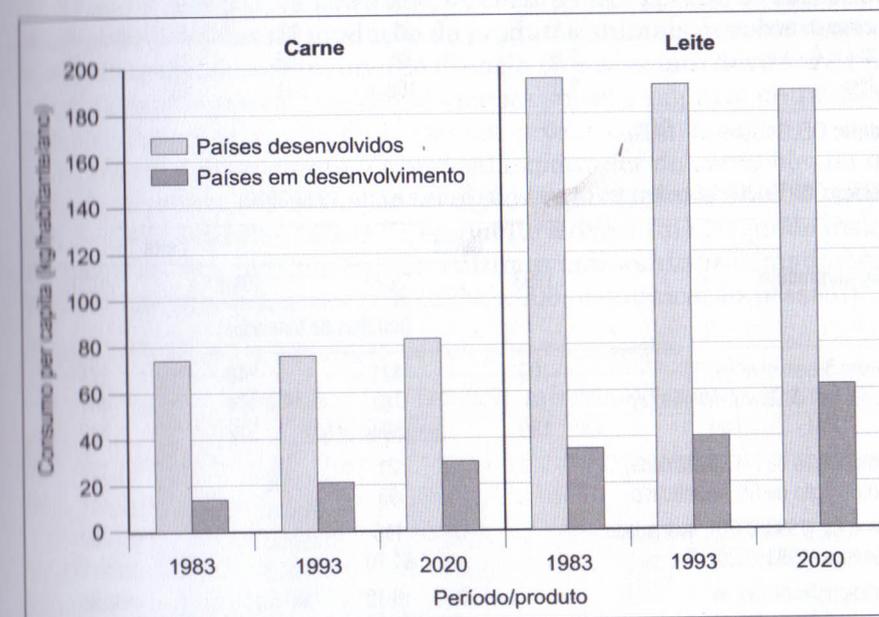


Figura 8. Expectativa de consumo anual per capita de carne e leite para 2020. Adaptado de DELGADO et al. (1999).

que deverá ser da ordem de 116 milhões de toneladas. Desse montante, 95 e 21 milhões de toneladas serão produzidos nos países em desenvolvimento e desenvolvidos, respectivamente. No caso do leite, nesse período, deverá ocorrer aumento de 260 milhões de toneladas na produção, da qual os países desenvolvidos participarão com 23 milhões de toneladas e aqueles em desenvolvimento, com 237 milhões de toneladas (DELGADO et al., 1999; Tabela 6).

Tabela 5. Tendências projetadas no consumo de vários alimentos de origem animal.

Região/produto	Crescimento anual projetado	Consumo total		Consumo per capita anual	
	do consumo total (1993-2020)	1993	2020	1993	2020
	(%)	(milhões de toneladas)		(kg)	
Países desenvolvidos					
carne bovina	0,4	32	36	25	26
carne suína	0,3	36	41	28	29
carne de aves	1	26	34	20	25
carne (total)	0,6	97	115	76	83
leite	0,2	245	263	192	189
Países em desenvolvimento					
carne bovina	2,8	22	47	5	7
carne suína	2,8	38	81	9	13
carne de aves	3,1	21	49	5	8
carne (total)	2,8	88	188	21	30
leite	3,3	168	391	40	62

Fonte: DELGADO et al. (1999).

Tabela 6. Tendências projetadas na produção de carne e leite (1993-2020).

Região/produto	Carne		Leite	
	1993	2020	1993	2020
	(milhões de toneladas)			
Países desenvolvidos (1)	100	121	348	371
Países em desenvolvimento (2)	88	183	164	401
TOTAL	188	304	512	772
contribuição de (1), quantidade		21		23
contribuição de (2), quantidade		95		237
diferença (1993/2020), quantidade		116		260
diferença (1993/2020), %		61,70		50,78
participação de (1), %		18,10		8,85
participação de (2), %		81,90		91,15

Fonte: DELGADO et al. (1999).

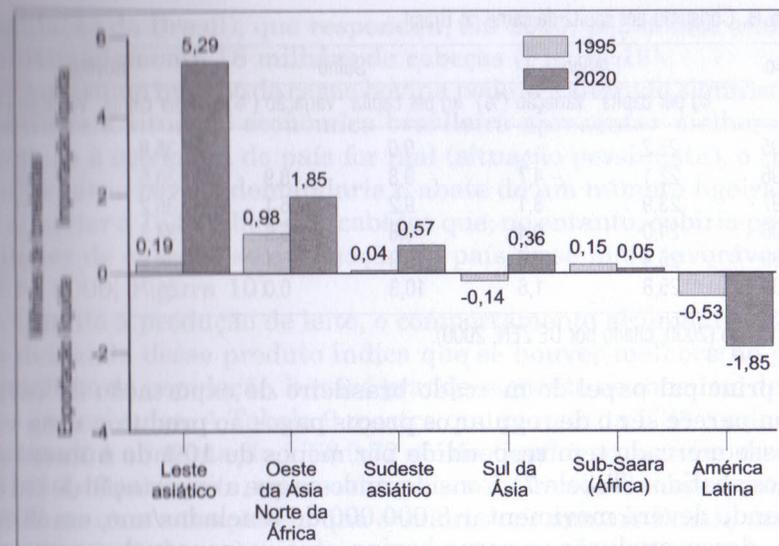


Figura 9. Comércio de carne nas principais regiões em desenvolvimento em 1995 e 2020. Fonte: PINSTRUP-ANDERSEN et al. (1999).

Conclui-se dessa maneira que, no curto e médio prazo, os aumentos mais significativos na produção de produtos animais deverão ocorrer nos países em desenvolvimento (Tabela 6) e esse fato deve servir de alerta para os produtores desses países sobre o impacto da pressão para dobrar a produção de carne nos próximos 25 anos.

O Brasil é atualmente o principal exportador de carne bovina da América Latina, sendo responsável pela exportação de 560.000 toneladas desse produto (Tabela 7), enquanto a Argentina, segundo maior exportador, vem participando nos últimos anos com aproximadamente 250.000 toneladas/ano (DE ZEN, 2000, comunicação pessoal).

Tabela 7. Produção e exportação de carne bovina brasileira.

Ano	Produção	Exportação	Exportação/Produção	Crescimento
	(1000 toneladas)		(%)	
1995	5.710	250,1	4,38	
1996	6.187	248,7	4,02	-0,6
1997	5.922	259,3	4,38	4,3
1998	5.794	346,1	5,97	33,5
1999	6.182	556,2	9,00	60,7
2000		591,0		6,3

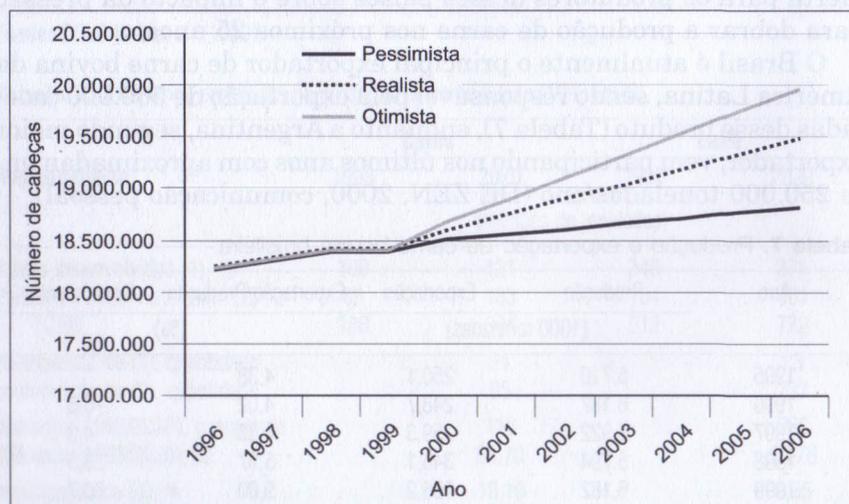
Fonte: Conab (2000, citado por DE ZEN, 2000).

**Tabela 8.** Consumo per capita de carne no Brasil.

Ano	Frango		Suíno		Bovino	
	kg per capita	Variação (%)	kg per capita	Variação (%)	kg per capita	Variação (%)
1995	23,2		9,0		35,8	
1996	22,1	-4,7	9,8	8,9	38,5	7,5
1997	23,9	8,1	9,2	-6,1	36,2	-6,0
1998	24,0	0,4	9,8	6,5	34,3	-5,2
1999	25,4	5,8	10,3	5,1	34,7	1,2
2000	25,8	1,6	10,3	0,0	35,7	2,9

Fonte: Conab (2000, citado por DE ZEN, 2000).

O principal papel do mercado brasileiro de exportação de carne bovina parece ser o de regular os preços pagos ao produtor, uma vez que esse mercado tem respondido por menos de 10% do número de bovinos abatidos (Tabela 7). Considerando-se que a exportação de carne no mundo deverá movimentar 8.000.000 de toneladas/ano, em 2020, e que, dessa produção, a carne bovina será responsável por aproximadamente 10% (PINSTRUP-ANDERSEN et al., 1999), tem-se uma perspectiva de crescimento das exportações no mundo de 800.000 toneladas de carne bovina nas próximas duas décadas. Em termos de Brasil, esse volume de exportação pode ser tido como insignificante se considerarmos o potencial de consumo no mercado interno (Tabela 8), de 5.600.000 toneladas (consumo per capita de carne bovina x



**Figura 10.** Previsão de abate de bois (cabeças) para situação pessimista, realista e otimista. Fonte: DE ZEN (2000).

população do Brasil), que respondeu, em 2000, pelo abate anual de aproximadamente 18 milhões de cabeças (Figura 10).

O consumo interno de carne bovina pode ser alterado significativamente se a situação econômica brasileira apresentar melhora. Em 2006, se a economia do país for mal (situação pessimista), o consumo de carne bovina demandaria o abate de um número ligeiramente superior a 18,5 milhões de cabeças que, no entanto, subiria para 20 milhões de cabeças se a situação do país fosse mais favorável (DE ZEN, 2000; Figura 10).

Quanto à produção de leite, o comportamento altamente elástico da demanda desse produto indica que se houver melhora no poder aquisitivo da população, haverá grande aumento no consumo de leite e seus derivados. A Tabela 9 mostra que para cada US\$ 1 adicional destinado à alimentação, US\$ 0,72 são destinados ao consumo de carne e US\$ 1,43 ao de leite, no caso dos países mais pobres. Assim, considerando-se uma situação em que o salário mínimo, no Brasil, aumentasse em 10%, em valor real, e que desse montante 30% fossem destinados à alimentação, teríamos que o aumento do salário refletiria em um aumento no consumo de carne bovina de 0,68 kg/habitante/ano (salário de R\$ 150,00 x 10% de aumento x 30% gasto com a alimentação x o valor de elasticidade da carne de 0,76 = R\$ 3,42 destinados ao consumo de carne; se o quilo de carne custar R\$ 5,00, então R\$ 3,42/R\$ 5,00, tem-se 0,68 kg de aumento no consumo de carne bovina). Esse valor deveria provocar um aumento no abate de 3,4 milhões de bois gordos de 17 @ para uma taxa de desfrute de 12%, ou seja, de 2,1% no total de bois abatidos anualmente (Tabela 10).

Por outro lado, o leite e seus derivados, com maior elasticidade (Tabela 9), teria aumento no consumo de 8 L/habitante/ano quando o mesmo raciocínio praticado para a carne fosse adotado (cenário de 10% de aumento real no salário mínimo, com 30% do salário sendo destinado à alimentação). Esse aumento no consumo de produtos lácteos exigiria aumentar o rebanho nacional em aproximadamente 1,3 milhões de vacas em lactação, com base no valor de produtividade

**Tabela 9.** Elasticidade da carne bovina e do leite em países em desenvolvimento.

Produto	Elasticidade		
	Países mais pobres	Países menos pobres	Média de todos os países
carne bovina	0,72	0,57	0,65
leite	1,43	1,26	1,36

Fonte: Adaptado de DELGADO et al. (1999).

média de 1.057 L/vaca/ano (JANK et al., 1999). Esse número de vacas em lactação corresponderia a um incremento de cerca de 4,3 milhões de cabeças de bovinos leiteiros, quando toda a estrutura de um rebanho com 30% de vacas em lactação fosse considerada (Tabela 11).

**Tabela 10.** Simulação do impacto de 10% de aumento do salário mínimo sobre a demanda de abate de bovinos e sobre o número total de cabeças, considerando-se diversas taxas de desfrute.

Item	Incremento no rebanho (%)	
salário	R\$ 150,00	
10% de aumento no salário	R\$ 15,00	
valor disponibilizado para alimentação	R\$ 4,50	
elasticidade da carne <sup>1</sup>	0,72	
valor a ser gasto com a carne	R\$ 3,24	
valor do kg da carne	R\$ 5,00	
incremento na quantidade per capita de carne consumida	0,65	
número de habitantes (2000) <sup>2</sup>	170.115.000	
incremento na quantidade total de carne consumida	110.234.520	
necessidade de bois (17 @)	432.292	
necessidade de aumento no rebanho		
desfrute = 12%	3.602.435	2,13 <sup>3</sup>
desfrute = 15%	2.881.948	1,71
desfrute = 18%	2.401.624	1,42
desfrute = 25%	1.729.169	1,02

1. Com base na Tabela 9; 2. FAO (2000); 3. Considerando 169 milhões de bovinos em 1996 (NOGUEIRA NETTO, 1997).

**Tabela 11.** Simulação do impacto de 10% de aumento do salário mínimo sobre a demanda de vacas de leite e do rebanho leiteiro.

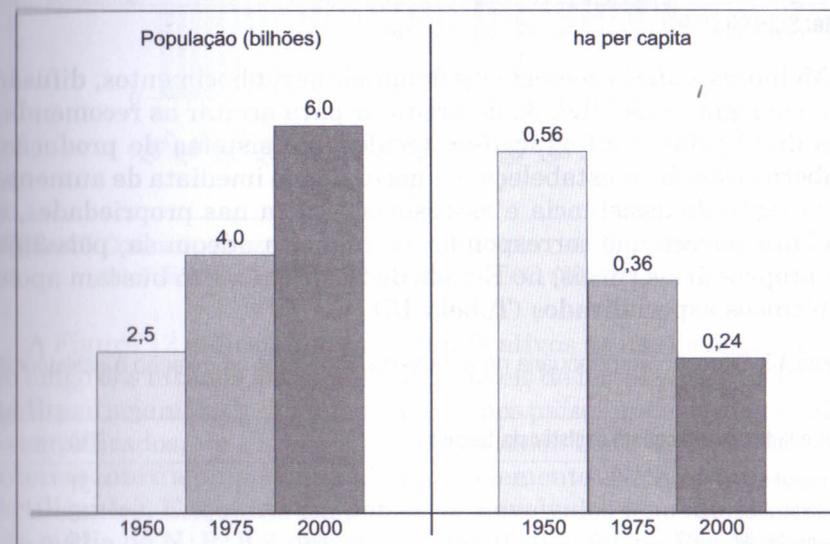
Item	
salário	R\$ 150,00
10% de aumento no salário	R\$ 15,00
valor disponibilizado para alimentação	R\$ 4,50
elasticidade do leite <sup>1</sup>	1,43
valor a ser gasto com a carne	R\$ 6,44
valor do litro de leite	R\$ 0,80
incremento na quantidade per capita de leite consumido	8,04
número de habitantes (2000) <sup>2</sup>	170.115.000
incremento na quantidade total de leite consumido	1.368.362.531
produtividade média de leite (kg/vaca/ano) <sup>3</sup>	1.057
necessidade de aumento no número de vacas	1.294.572
necessidade de aumento no rebanho	4.315.240

1. Com base na Tabela 9; 2. FAO (2000); 3. JANK et al. (1999).

Desse modo, o aumento real de 10% no salário, do qual 30% são destinados à alimentação, repercutiria na necessidade de incremento de 7,9 milhões de cabeças, quando os comportamentos elásticos da demanda por carne bovina e leite são considerados em conjunto (Tabelas 10 e 11). Essa situação indica a sensibilidade da demanda de carne bovina e leite frente às mudanças econômicas no país. Alterações na demanda por esses produtos exigiriam mudanças no comportamento dos produtores no sentido de reagirem imediatamente com aumentos na produção. Além disso, a necessidade de elevar o rebanho nacional em 7,9 milhões de cabeças exigiria um concomitante aumento na exploração de 11,3 milhões de ha de pastagens, considerando-se que a lotação média de pastagens no país é de 0,7 cab/ha/ano.

Estimativas da FAO (2000) indicaram que a população brasileira deve aumentar em 50,39 milhões de habitantes entre 1995 e 2020 (de 159,35 milhões em 1995 para 209,73 milhões em 2020). Considerando que o consumo per capita anual de carne bovina seja mantido ao redor de 35 kg (Tabela 8), haveria necessidade de abate de aproximadamente 30 milhões de bois gordos (17 @) por ano, em 2020, ou seja, um acréscimo de 60% em relação ao volume de abate em 2000.

O aumento na produção é, portanto, imprescindível para garantir o atendimento da demanda futura por produtos animais. No Brasil, até recentemente, os aumentos na produção agrícola ocorreram princi-



**Figura 11.** Variação na área por habitante no mundo nos últimos cinquenta anos. Fonte: Adaptado da FAO (2000).

palmente pela abertura de novas fronteiras. Entretanto, PINSTRUP-ANDERSEN et al. (1999) indicaram que somente cerca de 20% do aumento na produção agrícola mundial deverá ocorrer pela expansão de novas áreas. Esse fato deposita maior responsabilidade sobre melhoras nos índices de produtividade (vegetal e animal) no país, no sentido de atender aos crescentes aumentos na demanda por alimentos.

Para o mundo, esperam-se decréscimos de 0,24 ha/habitante em 2000 (Figura 11), para 0,1 — 0,2 ha/habitante em 2050 (SCHERR, 1999). Na América Central e América do Sul, a situação, embora mais favorável, ainda mostra redução significativa da área por habitante, de 2,00 para 1,17 ha per capita no período de 1990 a 2025 (Tabela 12). Em outras palavras, a expectativa de redução da área per capita (Figura 11; Tabela 12) corrobora a necessidade de incrementos imediatos dos índices de produtividade.

**Tabela 12.** Estimativa da área per capita em 2025.

Região	Área (ha) per capita	
	1990	2025
Sub-Saara africano	1,60	0,63
Oeste da Ásia e Norte da África	0,22	0,16
Restante da Ásia (sem a China)	0,20	0,12
América Central e do Sul	2,00	1,17

Fonte: SCHERR (1999).

Melhores índices zootécnicos demandam conhecimentos, difusão de tecnologia, sensibilidade do produtor para aceitar as recomendações divulgadas e integração de técnicas no sistema de produção. Embora esses fatos estabeleçam a necessidade imediata de aumento na atuação de assistência e assessoria técnica nas propriedades, o produtor parece não corresponder de maneira adequada, pois 39% dos proprietários rurais, no Estado de São Paulo, não buscam apoio de técnicos especializados (Tabela 13).

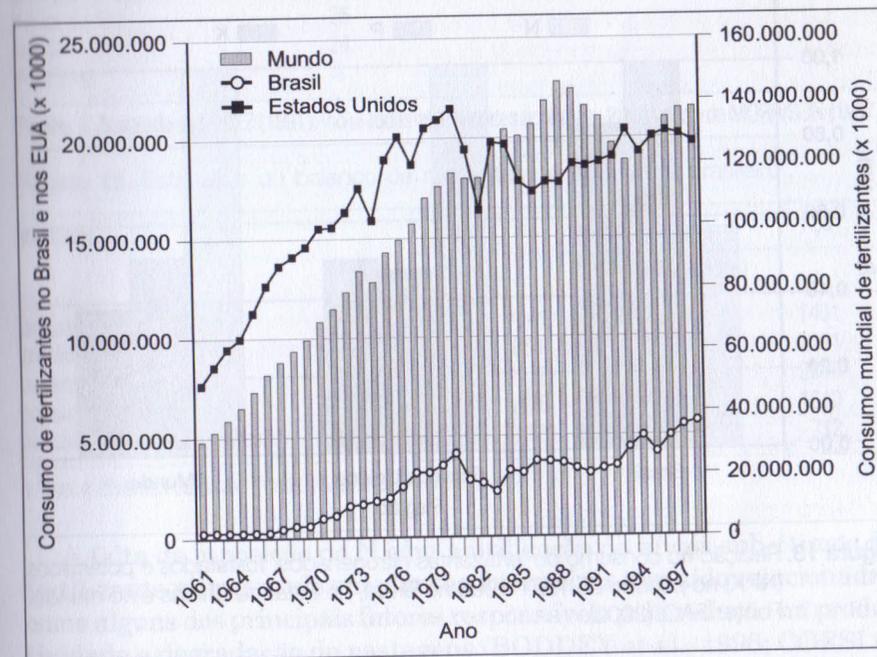
**Tabela 13.** Situação agropecuária no estado de São Paulo em relação à assistência técnica.

Propriedades que recebem assistência técnica	(%)
rede oficial	31
rede particular	15
oficial/particular	15
nenhuma assistência	39

Fonte: São Paulo (1997).

### 3. FERTILIZANTES

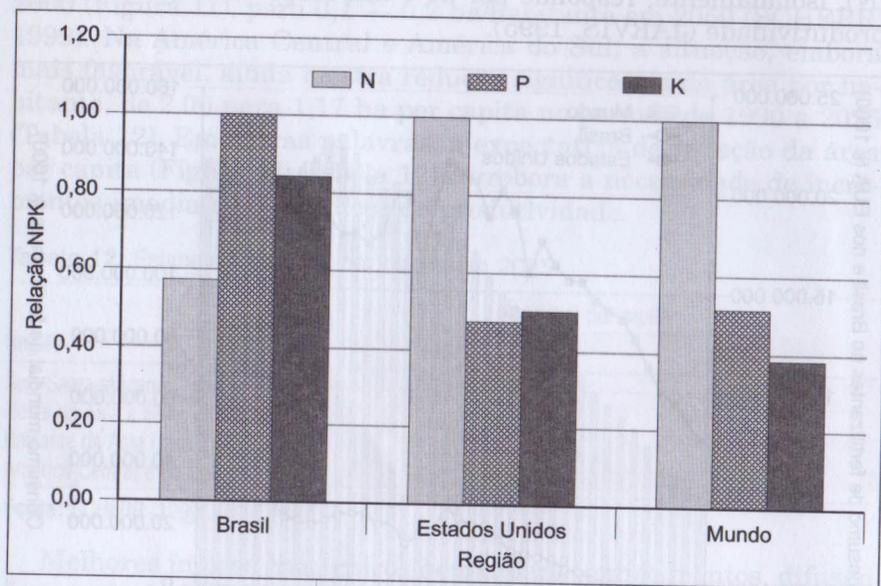
O uso eficiente de corretivos e fertilizantes é o meio maior, mais rápido e mais barato para aumentar a produtividade das pastagens (VITTI & LUZ, 1997). Esses insumos são imprescindíveis para produção vegetal, contribuindo com pelo menos 40% da produtividade agrícola (VITTI et al., 1984). Para pastagens temperadas, o nitrogênio (N), isoladamente, responde por 50% das respostas observadas na produtividade (JARVIS, 1995).



**Figura 12.** Consumo de fertilizantes no Brasil, Estados Unidos e no mundo no período de 1961-1998. Fonte: Adaptado da FAO (2000).

A Figura 12 indica aumentos significativos no uso de fertilizantes ao longo dos últimos anos, embora os níveis de fertilizantes utilizados no Brasil sejam bastante inferiores aos dos países mais desenvolvidos, exemplificados, na Figura 12, pelos Estados Unidos. Outro aspecto interessante é a proporcionalidade dos elementos NPK no consumo de fertilizantes. Enquanto em países desenvolvidos e no mundo a relação média de N:P:K é próxima a 1,00:0,50:0,50, no Brasil, essa relação é de 0,57:1,00:0,84 (Figura 13; Tabela 14). Esses fatos mostram a menor intensidade de uso do fertilizante nitrogenado no país em

comparação com os países desenvolvidos e sugere que o consumo de fertilizantes nitrogenados em pastagens brasileiras deve ser ainda mais baixo, dada a maneira extrativista com que essas culturas são encaradas (Tabela 15). Frente a esse cenário, caracteriza-se o balanço negativo entre entradas e saídas de nitrogênio e potássio (K) na agricultura brasileira, embora o balanço de fósforo (P) seja positivo (Tabela 16).



**Figura 13.** Relação no consumo de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos (NPK) no período de 1961-1998 no Brasil, nos Estados Unidos e no mundo. Fonte: FAO (2000).

**Tabela 14.** Estimativa do consumo de NPK em países selecionados.

País	NPK (kg/ha/ano)	Relação P/N	Relação K/N
Estados Unidos – silagem de milho <sup>1</sup>	295	0,44	0,60
Estados Unidos – pastagem <sup>1</sup>	68	0,50	0,50
Oeste europeu/Inglaterra – pastejo <sup>1</sup>	460	0,18	0,18
Oeste europeu/Inglaterra – corte <sup>1</sup>	790	0,24	0,84
Brasil <sup>2</sup>	58	1,70	1,50

Fonte: 1. SCHOLEFIELD & OENEMA (1999); 2. LOPEZ (1991); inclui todas as atividades agrícolas.

**Tabela 15.** Consumo do fertilizante nitrogenado em países selecionados.

País	Consumo total de N <sup>1</sup>	Consumo de N em pastagem <sup>2</sup>
	(kg N/ha/ano)	
Holanda	530	265
Inglaterra	224	120
Bélgica	220	120
França	116	30
Estados Unidos	52	?
África do Sul	25	?
Brasil	24	?
Argentina	3	?

Fonte: 1. Adaptado de LOPEZ (1991); inclui todas as atividades agrícolas; 2. Adaptado de MORRISON (1987).

**Tabela 16.** Estimativa do balanço de nutrientes na agricultura brasileira<sup>1</sup>.

Variável	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	(1.000 toneladas)		
exportação	1441	825	1401
erosão	864	198	1121
necessidade	2177	3378	2536
consumo	1176	1744	1810
consumo (exportação + erosão)	-1129	721	-712

1. Inclui diversas culturas. Fonte: MALAVOLTA (1999).

A falta de reposição de N e/ou a utilização de níveis sub-ótimos do fertilizante nitrogenado em plantas forrageiras têm sido relacionadas como alguns dos principais fatores responsáveis pela redução na produtividade e degradação de pastagens (BODDEY et al., 1996; CORSI & MARTHA JÚNIOR, 1997). A maior resistência de produtores e técnicos ao aumento nos níveis de adubação nitrogenada parece decorrer do fato de que quantidades de 40 a 80 kg de N/ha/ano são preconizadas como sendo suficientes para a manutenção da produtividade das pastagens (WERNER et al., 1996) e que doses do fertilizante nitrogenado superiores a essas dificilmente seriam justificadas economicamente.

A disponibilidade de N a partir da mineralização da matéria orgânica dos solos tropicais é, em média, de 60 kg/ha/ano (VITTI & FAVARIN, 1997). Esse valor, acrescido de 60 kg N/ha/ano (recomendação média de adubação nitrogenada para o Estado de São Paulo; WERNER et al., 1996), deixaria disponível ao sistema de produção 120 kg N/ha/ano. Uma vez que a produção de 1 kg de MS de gramínea tropical im-

plica na extração de 12 — 26 g de N (WERNER et al., 1996), estabelecer-se-ia um limite máximo de produtividade, com base na extração do N, de 8.000 kg MS/ha/ano, para uma concentração média de N no tecido da gramínea de 15 g/kg MS (cerca de 9,4% de proteína bruta, PB). Entretanto, gramíneas tropicais respondem linearmente em produtividade de MS até níveis de 400 — 600 kg N/ha/ano (VICENTE-CHANDLER et al., 1974), ou seja, são capazes de expressar produtividades de 26.700 — 40.000 kg MS/ha/ano quando a concentração de N no tecido vegetal é de 15 g/kg MS. Esse fato parece indicar que a falta de manejo de pastagens tropicais de alta produtividade é a principal responsável pela recomendação de níveis tidos como baixos, considerando-se a capacidade de resposta do pasto tropical ao nitrogênio.

Por outro lado, os solos comumente ocupados por pastagens no Brasil (latossolos e podzólicos) têm como principais características o alto grau de intemperização, os baixos teores de bases trocáveis e de fósforo, além da elevada capacidade de adsorção do fósforo (VITTI & LUZ, 1997). Desse modo, justifica-se a preocupação de pesquisadores e produtores com relação aos níveis de adubações fosfatadas (Tabelas 14 e 16), demonstrada muitas vezes pelo uso desse nutriente na recuperação e estabelecimento de pastagens.

O fósforo na solução do solo é chamado de fator intensidade, enquanto as frações lábeis de P orgânico e inorgânico são chamadas de fator quantidade. O P lábil é a porção prontamente disponível do fator quantidade e demonstra elevada taxa de dissociação, repondo, dessa forma, rapidamente, o P na solução do solo (fator capacidade). A exaustão do P lábil faz com que parte do P não-lábil torne-se lábil, porém, em taxas mais lentas, dependendo da mineralogia, matéria orgânica, temperatura, umidade etc. A manutenção na concentração (ou intensidade) do P na solução, para uma adequada nutrição fosfatada para as plantas, depende da habilidade do P lábil (quantidade) em repor o P na solução do solo absorvido pelas plantas. A relação entre os fatores quantidade e intensidade é chamada de fator capacidade, que expressa a capacidade relativa do solo em tamponar as mudanças do P na solução do solo e, assim, quanto maior o fator capacidade, maior a habilidade do solo em tamponar o P da solução (TISDALE et al., 1993).

A busca por fontes alternativas de fertilizantes fosfatados, no sentido de baratear os custos da exploração pecuária, tem sido constante. Nesse cenário tem sido preconizada, por alguns técnicos, a utilização de fosfatos de rocha (Patos, Araxá, etc.) ou reativos (Gafsa, Arad, Daoui, Argélia, Carolina do Norte, etc.) em adubações de pastagens,

como fontes alternativas ao uso de fosfatos solúveis. Esses fertilizantes praticamente não apresentam P solúvel em água (SOUZA, 1992) e, geralmente, a solubilidade em ácido cítrico é inferior a 11% do P total. Esse autor indicou que os fosfatos brasileiros, quando comparados aos solúveis em citrato neutro de amônio + água, são de eficiência inicial muito baixa (3 — 20%), havendo uma pequena melhora após alguns anos (15 — 45%). Entretanto, nem os estudos que compararam fosfatos parcialmente acidulados com os solúveis mostraram vantagens para os primeiros. No estudo de DIAS FILHO & SIMÃO NETO (1992) ainda ficou claro que, em termos econômicos, quanto maior a produção da forragem, maior será a vantagem do fosfato solúvel.

Em outras palavras, plantas forrageiras que são estimuladas para elevada produtividade devem ter à disposição fontes de fósforo que proporcionem elevado fator capacidade. Esse fato é explicado pela elevada capacidade de extração de P de pastagens tropicais, em que para a produção de 1 kg de MS há necessidade de extração de 0,8 a 3,0 g de P (WERNER et al., 1996). Portanto, para uma gramínea tropical produzir 10 t de MS/ha/ano deve ocorrer a extração de 20 kg de P do solo (fator intensidade), considerando-se uma concentração média de P no tecido vegetal de 2 g/kg MS. Obviamente, maiores produtividades demandariam maiores níveis de extração, ou seja, a maximização (níveis mais elevados) dos fatores intensidade e capacidade, já que o fator quantidade para a maioria dos solos tropicais é geralmente baixa.

Esses fatos explicam que, em muitas situações, níveis mais baixos de adubação nitrogenada (ou outro fator de estímulo à produtividade da pastagem) são estabelecidos devido à fonte do fertilizante fosfatado ser incapaz de gerar elevado fator intensidade. Dessa forma, para pastagens adubadas com níveis maiores do que 200 — 300 kg N/ha/ano, há necessidade da utilização de fontes de fósforo prontamente solúveis, no sentido de garantir a pronta disponibilidade de fósforo para a planta.

A preocupação quanto à eficiência de fertilizantes não reside apenas no aspecto econômico, uma vez que, num futuro próximo, restrições sobre as perdas de nutrientes, devido à intensificação do uso de pastagens, devem ser praticadas nas propriedades rurais, a exemplo do que já acontece em outros países. A Tabela 17, por exemplo, mostra a forte tendência de redução nas doses de adubos nitrogenados e fosfatados, na Holanda, entre os anos de 1998 e 2008, com o intuito de proteger o ambiente.

Assim, o uso eficiente de fertilizantes, pouco explorado até o momento, será motivo de pesquisas intensivas no futuro, não só pela

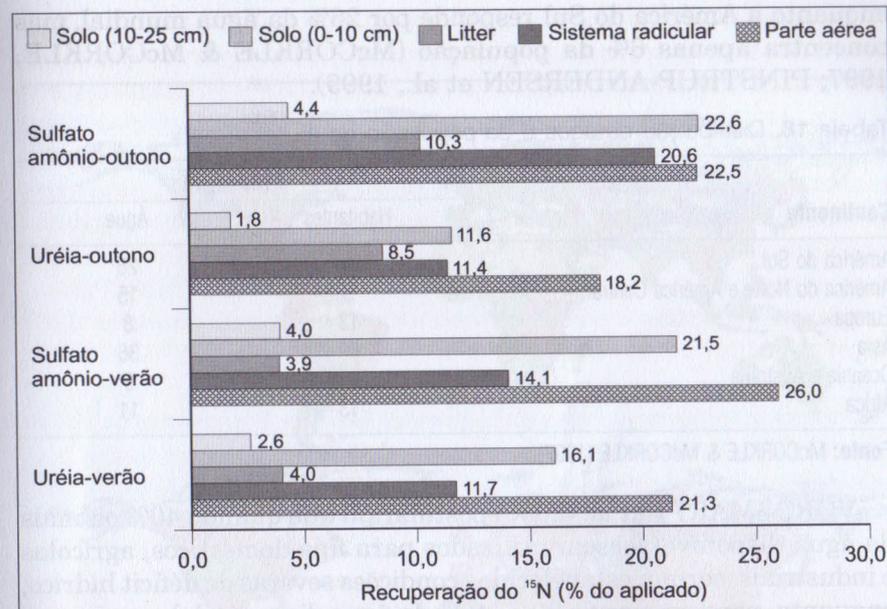
busca de melhores retornos econômicos do uso desses insumos, mas também para atender as pressões governamentais e da sociedade para proteger o ambiente. Na Holanda, desde 1998 foi implementado um sistema que contabiliza todas as entradas (representadas pelos concentrados, fertilizantes, forragens conservadas, esterco, etc.) e saídas (produto animal, esterco, forragens, etc.) de nutrientes da propriedade. Dessa maneira, o balanço de nutrientes nas áreas agrícolas é monitorado para não exceder determinados níveis que poderiam ser prejudiciais ao meio (SCHOLEFIELD & OENEMA, 1999). Esse comportamento na Holanda foi motivado pelo uso intensivo de áreas agrícolas através das adubações e utilização de esterco e fertilizantes em elevadas quantidades, por um longo período de tempo, que causaram efeitos prejudiciais ao lençol freático que, por ser mais superficial e protegido por solos arenosos, é mais vulnerável à poluição por nitratos e fosfatos.

**Tabela 17.** Níveis permitidos para o excesso de nitrogênio e fósforo para áreas de pastagens na Holanda.

Ano	N		P
	(kg/ha)		
1998	300		17
2000	275		15
2002	250		13
2005	200		11
2008	180		9

Fonte: SCHOLEFIELD & OENEMA (1999).

O fato de que no Brasil os solos normalmente utilizados com pastagens são profundos e vegetados por plantas de elevada capacidade de extração de nutrientes minimiza o problema de perda de elementos minerais por lixiviação. O trabalho de MARTHA JÚNIOR (1999) dá suporte a essa idéia ao mostrar que o uso de 100 kg N/ha/aplicação, tanto na forma de uréia como na forma de sulfato de amônio, resultou em uma perda por lixiviação inferior a 5% do fertilizante aplicado, em ambas as épocas avaliadas (verão e outono), conforme indicado pela recuperação do  $^{15}\text{N}$  na camada de 10 — 25 cm de solo (Figura 14). Por outro lado, os cuidados devem ser redobrados em solos rasos, principalmente no tocante ao controle da erosão e ao manejo adequado da planta forrageira.



**Figura 14.** Balanço de  $^{15}\text{N}$  em pastagem de capim-elefante adubada com 100 kg N/ha no verão e no outono. Fonte: Martha Júnior (1999).

## 4. FATORES FÍSICOS

### 4.1. Água

O aumento na população do Brasil e do mundo deverá ocorrer quase que na sua totalidade em áreas urbanas (Figuras 4 e 5) e, além de esse incremento na população exercer forte impacto sobre a demanda de alimentos, também provocará mudanças igualmente relevantes sobre o uso da água. Nas áreas de maior população, a garantia de disponibilidade da água deverá influir na estratégia de localização da propriedade, e como a preferência para alocação da água segue a ordem uso doméstico — produção agrícola — uso industrial, parece mais sensato que unidades de produção agrícola localizem-se após os mananciais de água terem servido à população das cidades. Entretanto, essa afirmação considera a necessidade de cuidados relativos à poluição da “água urbana”, no sentido de não comprometer a saúde da população rural e a produção agrícola.

A má distribuição da população em relação à água é obviamente um sério problema (Tabelas 3 e 18). A Ásia, por exemplo, detém 36% da água do mundo, mas abriga cerca de 60% da população mundial,

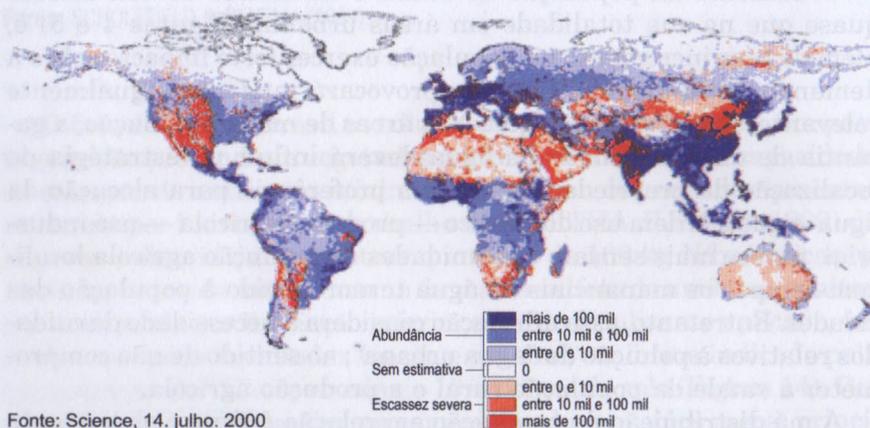
enquanto a América do Sul responde por 26% da água mundial, mas concentra apenas 6% da população (McCORKLE & McCORKLE, 1997; PINSTRUP-ANDERSEN et al., 1999).

Tabela 18. Distribuição da água e da população no mundo.

Continentes	Proporção	
	Habitantes	Água
América do Sul	6	26
América do Norte e América Central	8	15
Europa	13	8
Ásia	60	36
Oceania e Austrália	<1	5
África	13	11

Fonte: McCORKLE & McCORKLE (1997).

VÖRÖSMARTY et al. (2000) postularam que quando 40% ou mais da água disponível fossem utilizados para fins domésticos, agrícolas e industriais, seriam estabelecidas condições severas de déficit hídrico, enquanto, para um uso de 20 — 40% da água disponível, haveria condições de déficit hídrico moderado. Partindo dessas premissas, os autores, valendo-se de relações e simulações, previram que as mudanças projetadas no clima (representadas principalmente pelo aquecimento global, devido ao efeito estufa), para 2025, teriam pequeno impacto sobre a demanda de água quando comparadas ao crescimento da população, sendo o efeito desses dois fatores aditivo (Figuras 15 e 16).



Fonte: Science, 14. julho. 2000

Figura 15. Estimativa da situação atual de uso da água no mundo. Fonte: VÖRÖSMARTY et al. (2000).

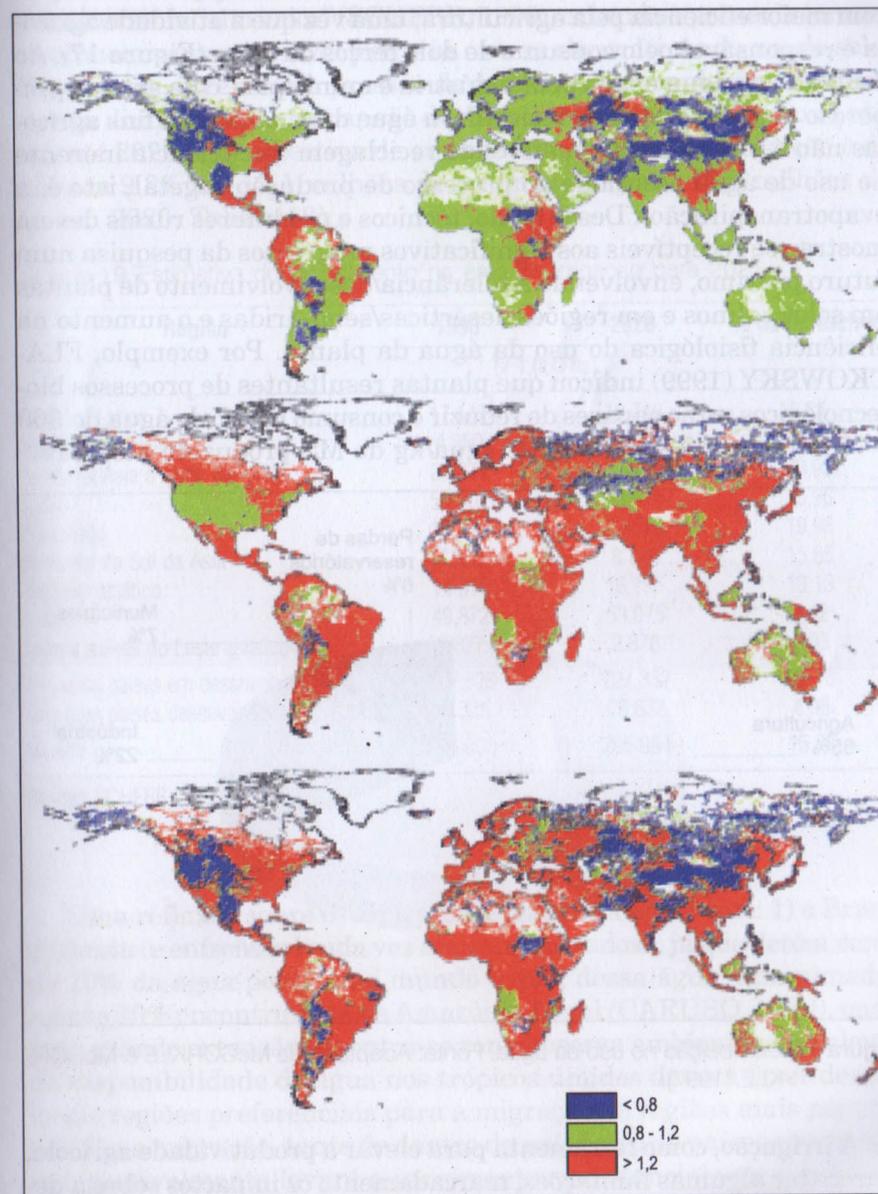


Figura 16. Estimativa da situação de uso da água no mundo em 2025. Acima, considerando o aquecimento global; no meio, considerando o aumento da população; e, abaixo, ambos os fatores. Fonte: VÖRÖSMARTY et al. (2000).

Essas informações indicam que a água é um dos fatores mais limitantes ao desenvolvimento regional e, assim, terá que ser utilizada com maior eficiência pela agricultura, uma vez que a atividade agrícola é responsável pelo consumo de dois terços da água (Figura 17). Ao contrário da água usada pela indústria e municípios, cuja grande proporção pode ser tratada e reciclada, a água destinada para fins agrícolas não é prontamente passível de reciclagem (ineficiência inerente no uso de água associada ao processo de produção vegetal, isto é, a evapotranspiração). Desse modo, técnicos e produtores rurais devem mostrar-se receptivos aos significativos progressos da pesquisa num futuro próximo, envolvendo a tolerância/desenvolvimento de plantas em solos salinos e em regiões desérticas/semi-áridas e o aumento na eficiência fisiológica do uso da água da planta. Por exemplo, FLACKOWSKY (1999) indicou que plantas resultantes de processos biotecnológicos serão capazes de reduzir o consumo médio de água de 300 — 500 para 100 — 200 kg de água/kg de MS produzida até 2015.

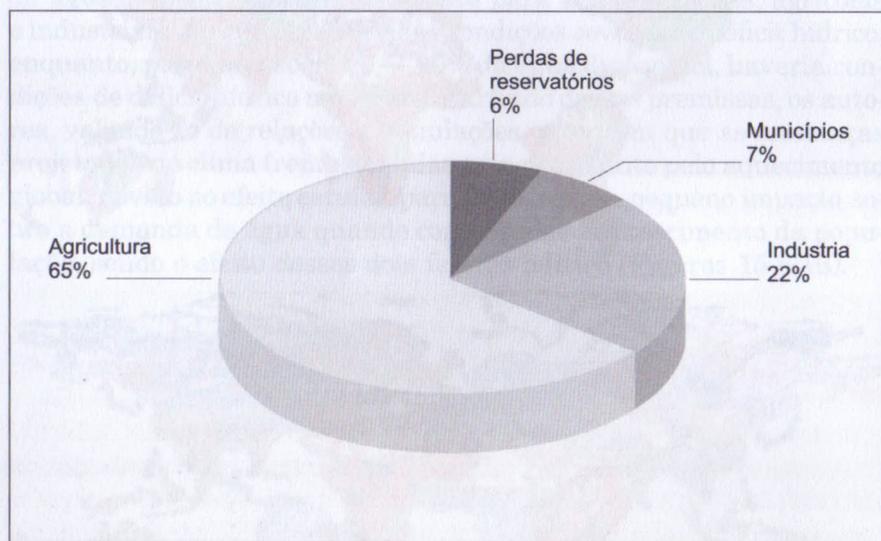


Figura 17. Distribuição no uso da água. Fonte: Adaptado de McCORKLE & McCORKLE (1997).

A irrigação, como ferramenta para elevar a produtividade agrícola, parece ter algumas limitações, marcadamente os impactos sobre a degradação do solo (salinização, encharcamento, etc.) e sobre as condições de outros recursos (conflito com outros setores quanto à alocação de água, qualidade da água, etc.; SCHERR, 1999). Além disso, a necessi-

dade de maiores investimentos em sistemas de drenagem e o aumento no custo da água, no futuro, provavelmente encorajarão a irrigação de culturas de “alto valor” (SCHERR, 1999), cabendo à pecuária tornar-se economicamente viável frente às outras alternativas de uso do solo. Esses fatos, atrelados à pressão do aumento na população, determinam a diminuição na expansão de áreas irrigadas. Na América Latina, até 2020, a perspectiva de crescimento na área de irrigação é de apenas 9,3% (de 17,1 milhões de ha em 1993 para 18,7 milhões de ha em 2020; Tabela 19).

Tabela 19. Estimativa do crescimento na área de irrigação para 2025.

Região	1993	2020	% de acréscimo
	(x 1.000 ha)		
América Latina	17.147	18.748	9,34
Sub-Saara africano	4.850	7.375	52,06
Oeste da Ásia e Norte da África	23.819	31.186	30,93
Índia	50.101	68.619	36,96
Paquistão	17.120	20.538	19,96
Restante do Sul da Ásia	7.526	8.719	15,85
Sudeste asiático	14.316	16.195	13,13
China	49.872	53.075	6,42
Outros países do Leste asiático	2.877	2.878	0,03
Todos os países em desenvolvimento	187.628	227.332	21,16
Todos os países desenvolvidos <sup>1</sup>	65.375	68.632	4,98
Mundo	253.003	295.964	16,98

Fonte: SCHERR (1999).

Uma reflexão sobre o “tópico água” parece sugerir que: 1) o Brasil enfrenta (e enfrentará cada vez mais) um paradoxo, já que detém cerca de 10% da água potável no mundo e que, dessa água, aproximadamente 70% encontram-se na Amazônia Legal (CARUSO, 1998), onde uma grande extensão encontra-se como reserva ambiental; 2) a elevada disponibilidade de água nos trópicos úmidos deverá fazer desses locais regiões preferenciais para a migração de regiões mais populosas. Essa migração, tanto de dentro do país como de países estrangeiros, possivelmente levará a incrementos substanciais na população dessas “regiões ricas em água” e, conseqüentemente, poderá provocar restrições severas na disponibilidade/qualidade hídrica desses locais e, inclusive, conflitos pela posse da terra.

## 4.2. Atmosfera e solo

### 4.2.1. Efeito estufa

Alguns gases e partículas são capazes de absorver a radiação na faixa de espectro de 5 a 30  $\mu\text{m}$ , fazendo com que uma porção substancial da energia da Terra não seja diretamente emitida para o espaço, ficando na troposfera inferior, onde causa o aquecimento das camadas da atmosfera mais próximas à superfície do planeta (SEIDL, 1999). Como resultado desse “efeito estufa natural”, as camadas inferiores da atmosfera apresentam uma temperatura média de equilíbrio de 15°C, 33°C a mais do que a temperatura de equilíbrio que existiria (- 18°C) na ausência desse fenômeno (SEIDL, 1999).

Os gases capazes de absorver o calor radiante da Terra são chamados gases causadores do efeito estufa ou partículas radiativas, e incluem o vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ), o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e o ozônio. Esses gases são produzidos por processos naturais, mas as ações antrópicas após a Revolução Industrial vêm contribuindo para o aumento demorado de sua concentração na atmosfera (com exceção do vapor d'água).

A ação de partículas radiativas contribui para a alteração do clima do globo terrestre e ainda pode mudar a estrutura e o crescimento de ecossistemas agrícolas/de pastagens e naturais, diretamente, pelo aumento na concentração desses gases e, indiretamente, pela elevação e alteração nos padrões de temperatura e precipitação pluviométrica (JONES, 1999; OWENSBY, 1999).

### 4.2.2. Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )

As projeções indicam que a concentração atmosférica de  $\text{CO}_2$  de 280  $\mu\text{mol/mol}$ , no período pré-industrial, será dobrada do meio ao fim do século 21, levando a um acréscimo na temperatura superficial do globo da ordem de 2 — 4°C (JONES, 1999). A concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera, em 1990, de 354  $\mu\text{mol/mol}$ , deverá se elevar para cerca de 530  $\mu\text{mol/mol}$  em 2050, excedendo 700  $\mu\text{mol/mol}$  em 2100 (JONES, 1999).

O dióxido de carbono, dada sua representatividade na atmosfera, tem sido a partícula radiativa mais enfocada pela mídia e a mais explorada pela pesquisa. Das fontes antropogênicas de emissão de  $\text{CO}_2$ , a agricultura contribui anualmente com 23% (1.800 Tg C; 1 Tg = teragrama =  $10^{12}$  x g; C = carbono), sendo grande parte desse montante representado pelo desmatamento (DUXBURY, 1994). Esse autor mostrou que, no período de 1850 a 1990, a conversão de florestas para áreas

agrícolas (que inclui pastagens) promoveu a perda acumulada de 150 Gt C (Gt = giga tonelada =  $10^9$  x tonelada) para a atmosfera e que dois terços dessa contribuição (100 Tg C) foram provenientes do desmatamento de florestas tropicais (Figura 18).

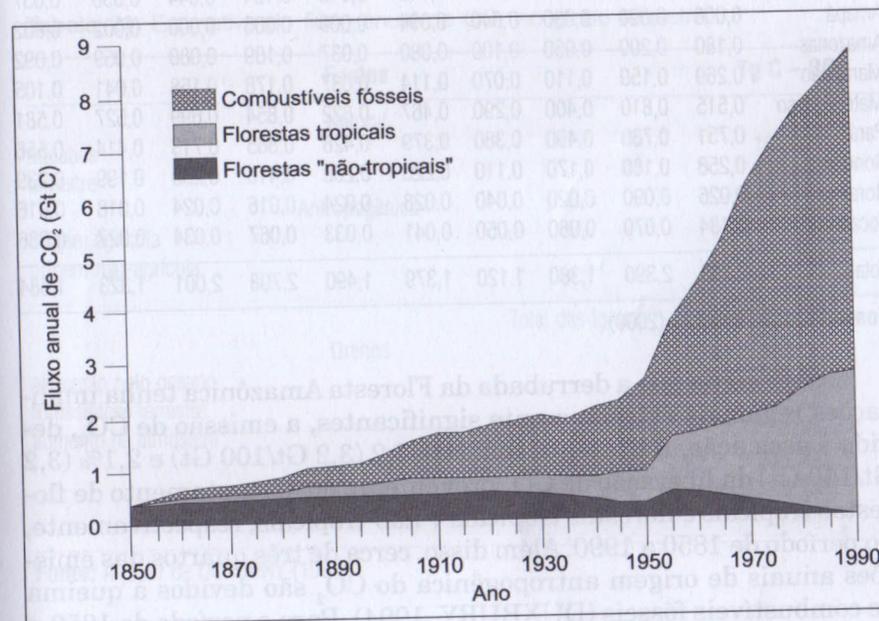


Figura 18. Estimativa de emissão de  $\text{CO}_2$  associada com atividades do homem no período de 1850-1990. Fonte: DUXBURY (1994).

Atualmente, a “grande fronteira de derrubada da mata”, no Brasil, é a região amazônica, e esse fato tem sido relacionado a pressões econômicas, ao crescimento da população, ao desenvolvimento tecnológico e a programas e incentivos do governo para o desenvolvimento da região (SERRÃO et al., 1993). A Tabela 20 revela que 17,7 milhões de ha foram desmatados nos estados da Amazônia brasileira no período de 1978 a 1998. Considerando o estudo de FEIGL et al. (1998), em que o desmatamento da floresta tropical foi responsável pela perda de 18,16 kg C/m<sup>2</sup>, teríamos que, nas últimas duas décadas, 3,2 Gt C foram emitidas para a atmosfera a partir do desmatamento da Floresta Amazônica.

**Tabela 20.** Estimativa de desmatamento na Amazônia brasileira no período de 1978 a 1998.

Estado	Taxa de derrubada da mata (milhões de ha/ano)									
	78-88	88-89	89-90	90-91	91-92	92-94	94-95	95-96	96-97	97-98
Acre	0,064	0,090	0,050	0,040	0,040	0,048	0,124	0,044	0,036	0,057
Amapá	0,006	0,020	0,030	0,040	0,004	0,000	0,005	0,000	0,002	0,002
Amazonas	0,180	0,200	0,050	0,100	0,080	0,037	0,189	0,080	0,059	0,092
Maranhão	0,269	0,150	0,110	0,070	0,114	0,037	0,178	0,158	0,041	0,105
Mato Grosso	0,515	0,810	0,400	0,290	0,467	0,622	0,854	0,699	0,527	0,581
Pará	0,751	0,780	0,490	0,380	0,379	0,428	0,865	0,713	0,414	0,556
Rondônia	0,258	0,180	0,170	0,110	0,226	0,260	0,410	0,250	0,199	0,239
Roraima	0,026	0,090	0,020	0,040	0,028	0,024	0,016	0,024	0,018	0,016
Tocantins	0,184	0,070	0,060	0,050	0,041	0,033	0,067	0,034	0,027	0,036
Total	2,253	2,390	1,380	1,120	1,379	1,490	2,708	2,001	1,323	1,684

Fonte: HOUGHTON et al. (2000).

Assim, ainda que a derrubada da Floresta Amazônica tenha implicações regionais extremamente significantes, a emissão de CO<sub>2</sub>, devido a essa ação, representa somente 3,2 (3,2 Gt/100 Gt) e 2,1% (3,2 Gt/150 Gt) da liberação de CO<sub>2</sub> proveniente do desmatamento de florestas tropicais e florestas tropicais + não-tropicais, respectivamente, no período de 1850 a 1990. Além disso, cerca de três quartos das emissões anuais de origem antropogênica do CO<sub>2</sub> são devidos à queima de combustíveis fósseis (DUXBURY, 1994). Para o período de 1850 a 1990 a emissão de CO<sub>2</sub> a partir da queima de combustíveis fósseis totalizou 230 Gt C (DUXBURY, 1994). Isso implica dizer que o desmatamento da Floresta Amazônica, nos últimos vinte anos, representou apenas 0,84% das emissões de CO<sub>2</sub> de origem antropogênica no período de 1850 a 1990 (3,2 Gt/150 Gt + 230 Gt).

Em adição aos fatos discutidos acima, verifica-se, pela Tabela 21, que, do fluxo anual de CO<sub>2</sub>, as ações antropogênicas representam apenas 3,4% das emissões globais desse gás, isto é, as atividades agrícolas, incluindo o desmatamento, representam somente 0,78% do CO<sub>2</sub> sendo emitido anualmente para a atmosfera (3,4% x 23%).

Se por um lado as práticas agrícolas desempenham papel mínimo nas emissões de CO<sub>2</sub>, por outro, pastagens bem manejadas podem representar um dreno do CO<sub>2</sub> da atmosfera. As pastagens são um estoque potencial de C no solo, conforme evidenciado pelos teores crescentes de matéria orgânica nesses ecossistemas. Logo após a derrubada da floresta, os estoques de C do solo diminuem, porém, a partir do terceiro

ou quarto ano do estabelecimento do pasto, quando a planta forrageira é bem manejada, os solos vegetados por pastagens aumentam seus estoques líquidos de C, o que conseqüentemente indica a intensa atuação desses ecossistemas no seqüestro do CO<sub>2</sub> atmosférico (CERRI, 1989; MORAES et al., 1996; FEIGL et al., 1998).

**Tabela 21.** Estimativa do fluxo anual de CO<sub>2</sub> no globo terrestre.

Fontes		Tg C - CO <sub>2</sub>
aquática terrestre	Natural	105.000
		120.000
origem agrícola origem não-agrícola	Antropogênica	1.800
		6.000
Total das fontes		232.800
absorção pelo oceano fotossíntese terrestre aumento na atmosfera	Drenos	106.700
		120.000
		3.000
Total de drenos		229.700
Balanço		3.100 (fonte)

Fonte: A partir de DUXBURY (1994).

O trabalho de FEIGL et al. (1995), por exemplo, mostrou que após 35 anos da implantação da pastagem, o déficit entre C perdido pelo desmatamento e ganho de C pelo estabelecimento do pasto foi de 13,72 kg C/m<sup>2</sup> (18,16 - 4,44 kg/m<sup>2</sup>; Tabela 22). A Tabela 22 ainda ilustra o potencial que a maior produtividade da pastagem, para uma dada quantidade de C sendo fixada no solo, teria em reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Usando-se a mesma relação parte aérea/raiz de FEIGL et al. (1995), verifica-se que a produtividade mais elevada do pasto seqüestraria 64,6% mais CO<sub>2</sub> (7,25/4,44 kg/m<sup>2</sup>; Tabela 22).

Os diversos estudos mostraram consistentemente ganhos no estoque de C no solo vegetado pela pastagem; entretanto, as taxas de acréscimo desse C são variáveis. Assim, FEIGL et al. (1995) encontraram acúmulo líquido médio em relação ao nível de C original da floresta de 206 kg C/ha/ano, enquanto CERRI (1989) encontrou incrementos líquidos de 750 kg C/ha/ano. Uma outra maneira de se analisar essa informação seria em relação ao ganho bruto do C fixado pela pas-

tagem. Nesse caso, os valores no estudo de FEIGL et al. (1995) seriam de 663 kg C/ha/ano. Para o trabalho de CERRI (1989), o ganho bruto de C proporcionado pela pastagem seria de 6.850 kg C/ha/ano para a média dos dois primeiros anos e 5.050 kg C/ha/ano para a média dos últimos seis anos (5.500 kg C/ha/ano na média geral dos oito anos).

Tabela 22. Fluxo de carbono após a derrubada da mata e após 35 anos de pasto.

Carbono	Queima	0 - 35 anos	Total
	(1.000 g C/m <sup>2</sup> )		
Perdas <sup>1</sup>			
solo da floresta	0,00	1,60	1,60
biomassa aérea	3,54	10,63	14,17
biomassa radicular	0,00	2,39	2,39
Total	3,54	14,62	18,16
Fixado <sup>1</sup>			
solo da pastagem		2,32	2,32
biomassa aérea		0,68	0,68
biomassa radicular		1,44	1,44
Total		4,44	4,44
Fixado <sup>2</sup>			
solo da pastagem		2,32	2,32
biomassa aérea		1,60	1,60
biomassa radicular		3,39	3,39
Total			7,31

1. Corresponde aos valores máximos apresentados por MORAES et al. (1995).

2. Considerando produtividade da biomassa aérea de 35,5 t MS/ha/ano e mantendo-se o mesmo valor de fixação de C pelo solo vegetado pela pastagem e a mesma proporção de parte aérea/sistema radicular apresentada por MORAES et al. (1995).

Considerando que em 1995 o Brasil contava com 210 milhões de ha de pastagens (ZIMMER & EUCLIDES Filho, 1997), mas que 50% desse montante encontrava-se em algum estágio de degradação (VIEIRA & KICHEL, 1995) e, portanto, provavelmente sem contribuição significativa para a captura do CO<sub>2</sub> atmosférico, restariam cerca de 100 milhões de ha de pastagens que estariam potencialmente contribuindo para minimizar o efeito estufa. Com base nos trabalhos de CERRI (1989) e FEIGL et al. (1995) discutidos acima, essa área de pastagem (100 milhões de ha) removeria da atmosfera 0,06 — 0,68 Gt C anualmente.

O benefício da pastagem na captura do CO<sub>2</sub> da atmosfera, no entanto, é bastante dependente do seu manejo. De acordo com OWENSBY (1999), a taxa relativamente rápida de renovação do sistema radicular

das gramíneas é fator determinante da eficiência desses ecossistemas no sequestro do C atmosférico. Esse autor ainda relatou que a utilização de forragem pelos herbívoros pode alterar o fluxo de C para o sistema radicular, uma vez que com a remoção de 80% da área foliar o crescimento radicular pode ser paralisado por seis semanas. Assim, os benefícios potenciais de maior produtividade e maior armazenamento de C no solo vegetado pela pastagem podem ser negados pela elevada utilização da forragem, não havendo, nessas situações, redução no CO<sub>2</sub> da atmosfera. Na verdade, o pastejo severo pode repercutir numa significativa redução no armazenamento de C no solo (OJIMA et al., 1993). Por outro lado, a retirada de pastagens para implantação de outra cultura, pelo revolvimento da terra, aumenta assustadoramente o fluxo de C para a atmosfera, sendo o oposto obviamente verdadeiro (OWENSBY, 1999).

Portanto, a análise dessas informações revela que: 1) o desmatamento e/ou destruição de ecossistemas naturais não é, obviamente, uma ação desejável. Se houver direcionamento de recursos financeiros/incentivos do governo e melhor infra-estrutura para a recuperação das extensas áreas já degradadas, cria-se uma enorme oportunidade para aumentar a produção agrícola e pecuária no país; 2) o apelo da mídia para justificar “o não-desmatamento”, com base na emissão de CO<sub>2</sub> (e a conseqüente contribuição para o efeito estufa), não tem fundamento. Em contrapartida, a perda de biodiversidade em decorrência da destruição de ecossistemas naturais é um problema sério e de difícil quantificação, uma vez que não se sabe nem ao certo o recurso genético que se está perdendo, tampouco o potencial desse material em solucionar problemas futuros; 3) ainda que a perda de CO<sub>2</sub> pela derrubada da mata não seja mais recuperada pelo sistema solo-planta, pastagens bem manejadas são, provavelmente, a melhor opção agrícola para minimizar o déficit dessa perda; 4) o papel da agricultura em sequestrar o CO<sub>2</sub> da atmosfera terá importância crescente, conforme indicam as intenções de comunidades científicas, onde se discute a implantação de um sistema de equilíbrio de responsabilidades pela emissão e sequestro de CO<sub>2</sub>. Os “países emissores” poderão vir a pagar aos “países sequestradores de CO<sub>2</sub>” pelo prejuízo da emissão desse gás na atmosfera; 5) a queima de combustíveis fósseis deverá ser, entre as ações antropogênicas vinculadas à emissão do CO<sub>2</sub> para a atmosfera, o motivo de maior preocupação num futuro próximo. Com base nos dados levantados chega-se à conclusão de que não se pode ignorar a participação dos países em desenvolvimento nas emissões de CO<sub>2</sub>, porém, a pressão de governos e sociedades deveria

ser maior nos países desenvolvidos, pois eles contribuem de maneira muito mais significativa para a evolução do  $\text{CO}_2$  para a atmosfera. A Figura 19 ilustra que a contribuição relativa dos Estados Unidos no efeito estufa (avaliada pelas emissões de  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ ) é cerca de cinco e sete vezes maior do que na Índia e no Brasil, respectivamente.

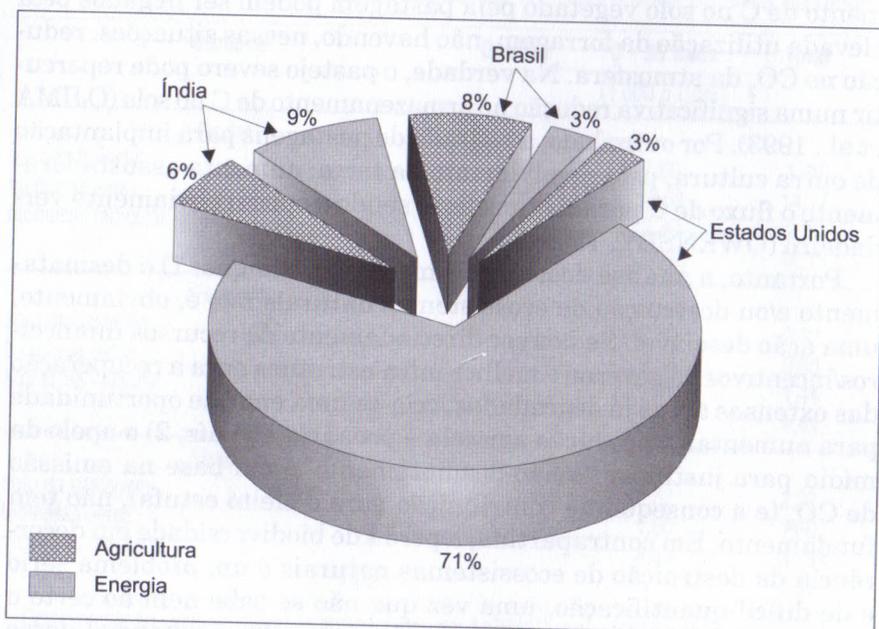


Figura 19. Contribuição relativa de fontes energéticas e agrícolas para o efeito estufa em países selecionados. Fonte: DUXBURY (1994).

#### 4.2.3. Metano ( $\text{CH}_4$ )

O metano é formado por microorganismos anaeróbicos (bactérias metanogênicas), sendo um produto do seu metabolismo energético. O metano está presente na atmosfera na base de 1,7 ppm (volume), porém essa concentração vem crescendo nos últimos anos na taxa de 1 — 2%; o potencial de absorção radiativa do metano é 10 — 100 vezes superior ao  $\text{CO}_2$  e esse gás é responsabilizado por 10% do aquecimento global (JARVIS, 1991).

A ação antrópica contribui com aproximadamente 70% do fluxo anual de  $\text{CH}_4$ , sendo que a atividade agrícola representa 57 e 40% da participação antrópica e antrópica + natural, respectivamente

(DUXBURY, 1994). A Figura 20 mostra que a fermentação entérica contribui com 15,5% das emissões anuais de  $\text{CH}_4$ . Por outro lado, OWENSBY (1999) apontou que os ruminantes são responsáveis por somente 3% das emissões desse gás e, sob essa mesma premissa, VAN SOEST (1994) indicou que a manipulação da produção de metano em ruminantes terá pouco efeito na produção líquida de  $\text{CH}_4$  no mundo.

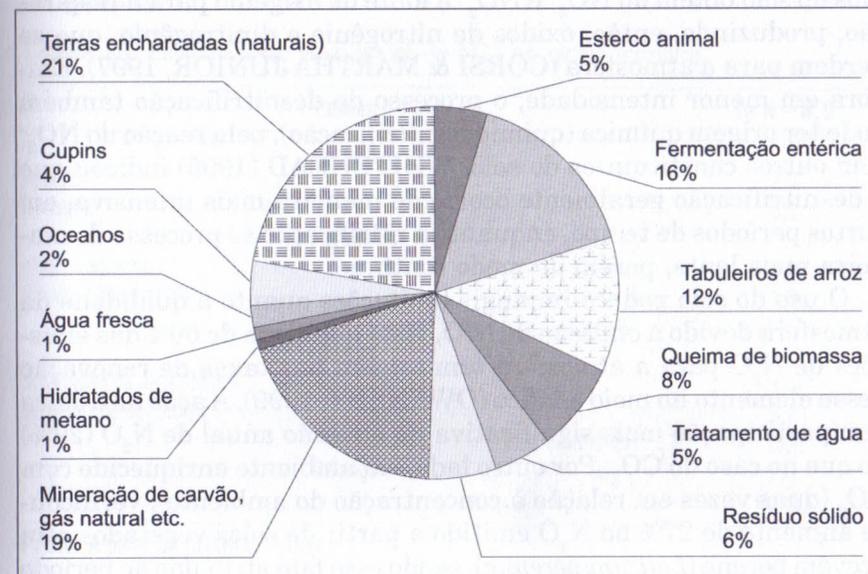


Figura 20. Fontes de metano. Fonte: SEIDL (1999).

#### 4.2.4. Óxido nítrico ( $\text{N}_2\text{O}$ )

O  $\text{N}_2\text{O}$  é uma potente partícula radiativa que contribui com cerca de 180 a 200 vezes mais para o efeito estufa do que o  $\text{CO}_2$  (JARVIS, 1995; WHITEHEAD, 1995). As emissões vêm crescendo a uma taxa de 0,25% ao ano, permitindo que a concentração no período pré-industrial, de cerca de 280 ppbv, passasse para 310 ppbv nos dias atuais, com projeção de elevação para 340 ppbv nos próximos cinquenta anos se essa taxa for mantida (GRANLI & BOCKMAN, 1995). Além da natureza radiativa, que determina a contribuição em 5% no efeito estufa de origem antrópica, a lenta decomposição na estratosfera do  $\text{N}_2\text{O}$  (período de vida de 130 anos), parcialmente ao óxido nítrico (NO), contribui para a destruição da camada de ozônio (GRANLI & BOCKMAN, 1995; WHITEHEAD, 1995).

O  $N_2O$  é gerado juntamente com o dinitrogênio ( $N_2$ ) e outras formas oxidadas de N ( $NO_x$ ) a partir dos processos de nitrificação e desnitrificação no solo. A nitrificação é um processo microbiano em duas etapas que compreende a passagem do íon amônio ( $NH_4^+$ ) para nitrito ( $NO_2^-$ ) e deste para nitrato ( $NO_3^-$ ). A desnitrificação é o processo que ocorre em condições anaeróbicas, quando os microorganismos do solo obtêm do  $NO_3^-$  e  $NO_2^-$  a fonte de oxigênio para a respiração, produzindo, então, óxidos de nitrogênio e dinitrogênio, que se perdem para a atmosfera (CORSI & MARTHA JÚNIOR, 1997). Embora em menor intensidade, o processo de desnitrificação também pode ter origem química (quimiodesnitrificação), pela reação do  $NO_2^-$  com outros constituintes do solo. WHITEHEAD (1995) indicou que a desnitrificação geralmente ocorre de maneira mais intensiva, em curtos períodos de tempo, enquanto a nitrificação se processa de maneira mais lenta, porém de modo contínuo.

O uso do solo poderá impingir limitações quanto à qualidade da atmosfera devido à emissão de  $N_2O$ , visto que cerca de 60% das emissões de  $N_2O$  para a atmosfera têm origem nas taxas de renovação desse elemento no meio edáfico (OWENSBY, 1999). A ação antrópica tem participação mais significativa na emissão anual de  $N_2O$  (29%) do que no caso do  $CO_2$ . Por outro lado, em ambiente enriquecido com  $CO_2$  (duas vezes em relação à concentração do ambiente), verificou-se aumento de 27% no  $N_2O$  emitido a partir de solos vegetados com azevém perene (*Lolium perenne*), sendo esse fato atribuído ao período mais dilatado da atividade microbiana, que estimulou a desnitrificação (OWENSBY, 1999). Tendo em vista a perspectiva de aumento nas concentrações de  $CO_2$  no futuro, é plausível admitir que estudos envolvendo o efeito favorável do  $CO_2$  sobre os fluxos de  $N_2O$  deverão ser melhor explorados.

Dentre as atividades do homem, a agricultura contribui com aproximadamente 62% das emissões de  $N_2O$  (Tabela 23) e essa responsabilidade tem sido atribuída às adições de fertilizantes nitrogenados, à exploração da fixação biológica, à maior taxa de mineralização do N orgânico do solo em ecossistemas agrícolas, mas, principalmente, à derrubada da floresta, em função das grandes quantidades de N passíveis de serem mobilizadas por esse evento (DUXBURY, 1994; GRANLI & BOCKMAN, 1995).

Solos tropicais são vistos como grandes fontes emissoras de  $N_2O$ , sendo esse fato atribuído às condições quentes e úmidas nos trópicos, que têm efeito favorável sobre os processos microbianos, favorecendo a rápida decomposição da matéria orgânica (GRANLI & BOCKMAN,

1995). Além disso, maiores emissões de  $N_2O$  foram associadas com a elevada disponibilidade de C e  $NO_3^-$  no solo e, nesse contexto, sistemas de pastejo são geralmente considerados fontes potenciais de emissão desse gás (Tabela 24; CORSI & MARTHA JÚNIOR, 1997). Todavia, as informações apresentadas por esses autores indicaram que as perdas parecem ser significativas apenas nas áreas afetadas pela excreta do animal.

**Tabela 23.** Estimativa do fluxo anual de  $N_2O$  no globo terrestre.

Fontes		Tg N - $N_2O$
Natural		
aquática		2,0
terrestre		6,3
Antropogênica		
origem agrícola		2,1
origem não-agrícola		1,3
Total das fontes		11,7
Drenos		
destruição da atmosfera		10,0
aumento na atmosfera		3,7
Total de drenos		13,7
Balanço		2,0
		(fonte)

Fonte: A partir de DUXBURY (1994).

**Tabela 24.** Perdas por desnitrificação em pastagens submetidas a diferentes condições de manejo e ambiente.

Manejo e condição	Taxa de desnitrificação (kg N/ha/dia)		
	corte	área não afetada pela excreta	área afetada pela excreta
Pasto irrigado			
dia 3	0,04	0,058	0,199
período de 20 dias	0,004-0,04	0,013-0,064	0,032-0,4
Pasto não-irrigado			
temp. solo = 11°C	< 0,001	0,164	0,318 (urina) 0,386 (fezes)
temp. solo = 6°C	0,009	0,016	0,027 (urina) 0,073 (fezes)

Fonte: Adaptado de WILLIAMS & HAYNES (1993).

O uso de fertilizantes nitrogenados, em sistemas intensivos de produção, tem sido associado com maiores fluxos de  $N_2O$  para a atmosfera em relação a ecossistemas não-adubados (DUXBURY, 1994; GRANLI & BOCKMAN, 1995; WHITEHEAD, 1995). Esse fato foi comprovado em estudo desenvolvido na Costa Rica envolvendo pastagem nativa não-adubada, associação braquiário (*Brachiaria brizantha*) — *Arachis pintoi* e *Brachiaria decumbens* adubada com 300 kg N/ha/ano, onde as taxas de emissão de  $N_2O$  não diferiram nos dois primeiros casos, mas foram, no entanto, significativamente inferiores ao pasto adubado (2,7; 4,9 e 25,8 ng  $N/cm^2/h$ , respectivamente;  $1ng = 10^{-9} \text{ x g}$ ; VELDKAMP et al., 1998). Ainda que a emissão de  $N_2O$  em pastagens adubadas tenha superado aquelas verificadas em pastagens nativas não-adubadas e em associações gramínea-leguminosa, as perdas representaram apenas 6,8% do fertilizante nitrogenado aplicado (VELDKAMP et al., 1998). Assim, o mérito de pastagens como fontes emissoras de  $N_2O$  merece investigações futuras, dadas as dificuldades nos métodos e protocolos de avaliação utilizados (WHITEHEAD, 1995; SCHOLEFIELD & OENEMA, 1999).

Por outro lado, solos vegetados por pastagens poderão ser mais eficientes do que aqueles ocupados por florestas na redução da emissão de  $N_2O$ , conforme indicado no trabalho de NEILL et al. (1997). Segundo os autores, esse fato parece estar atrelado às menores taxas líquidas de mineralização e nitrificação observadas em pastagens, contribuindo para o menor acúmulo de  $N-NO_3^-$  no solo e, conseqüentemente, para o menor fluxo de  $N_2O$  no ecossistema.

Assim, a necessidade na redução da emissão de  $N_2O$  deverá ser mais um fator determinante na implementação de melhores práticas de manejo de pastagens e uso eficiente de fertilizantes nitrogenados, haja vista o potencial desses ecossistemas em emitirem esse gás para a atmosfera, principalmente sob condições de irrigação.

Nesse contexto, o manejo da irrigação terá importância significativa, uma vez que condições de anaerobiose, que podem ocorrer em áreas irrigadas, estimulam as perdas de N na forma de  $N_2O$ . Além disso, produtores vêm paulatinamente adotando a irrigação de pastagens, muitas vezes sem acompanhamento técnico e com o manejo do sistema de produção baseado em práticas geradas em nível de fazenda, sem a devida validação pela pesquisa. Isso pode levar à compactação do solo que, por sua vez, pode propiciar a formação de “bolsões” de anaerobiose, promovendo, conseqüentemente, maiores emissões de  $N_2O$ . Esse fato indica que após o pastejo, em condições de solos compactados, deverá haver mudanças no regime de irrigação, provavelmente através de aplicações mais freqüentes de menores lâminas

d'água, para evitar o encharcamento. Em adição ao impacto ambiental, o excesso de água promove prejuízos quanto ao uso de maior quantidade de energia, menor eficiência de uso da água e redução na eficiência de fertilizantes nitrogenados, fatos que determinam prejuízos econômicos significativos nos sistemas irrigados de produção.

## 5. SISTEMA DE PRODUÇÃO

Levantamentos recentes indicaram que, em diferentes regionais do Estado de São Paulo, o aumento na proporção de pastagens esteve relacionado com a redução na receita por unidade de área (@/ha; Figura 21). Por exemplo, nas regionais de São João da Boa Vista e Mogi Mirim, como menos de 20% da área em pastagens, as receitas foram de aproximadamente R\$ 1.200,00/ha/ano (~ 30 @/ha/ano), enquanto localidades com cerca de 80% de suas áreas em pastagens apresentaram receita por volta de R\$ 250,00/ha/ano (~ 6 @/ha/ano). A Figura 21 também indica que para cada incremento percentual na área de pastagem houve decréscimo de 0,37 @/ha, refletindo provavelmente a baixa taxa de lotação animal das pastagens (0,7 UA/ha/ano) e enfatizando a necessidade de intensificação do sistema de produção, principalmente porque a atividade de pecuária de corte representa a terceira maior receita pecuária do Estado de São Paulo (Figuras 22 e 23).

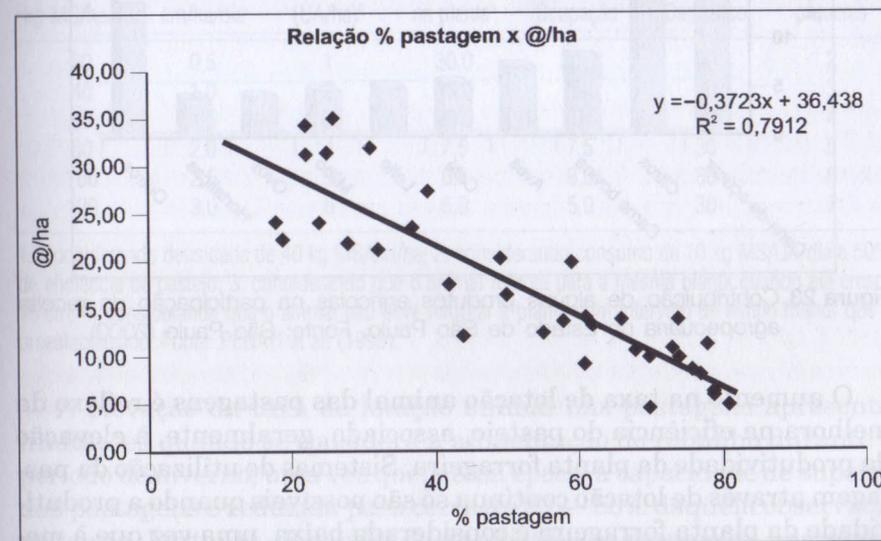


Figura 21. Relação entre a proporção de pastagens e receita por hectare (arobas) nas diferentes regionais do Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo (2000).

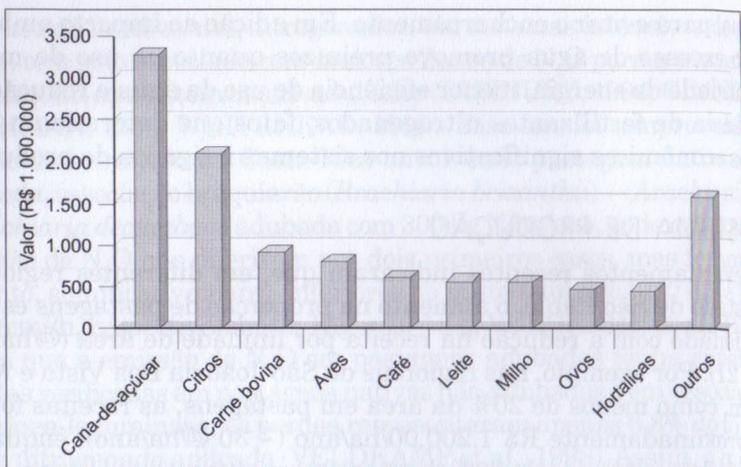


Figura 22. Participação de alguns produtos agrícolas na receita agropecuária do Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo (2000).

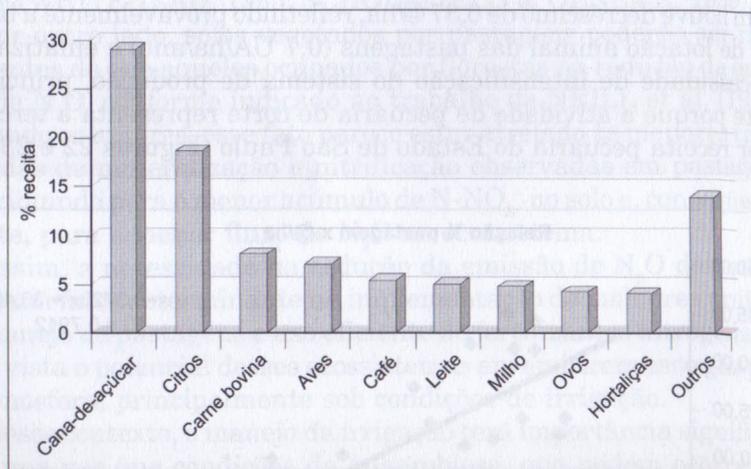


Figura 23. Contribuição de alguns produtos agrícolas na participação da receita agropecuária no Estado de São Paulo. Fonte: São Paulo (2000).

O aumento na taxa de lotação animal das pastagens é reflexo da melhora na eficiência do pastejo, associada, geralmente, à elevação da produtividade da planta forrageira. Sistemas de utilização da pastagem através de lotação contínua só são possíveis quando a produtividade da planta forrageira é considerada baixa, uma vez que à medida que a rebrota atinge cerca de 10 a 15 cm o animal tem preferência para o consumo dessa rebrota. Assim, em áreas onde a taxa de

crescimento da planta é suficiente para que ocorram pastejos antes de três semanas, cria-se situação favorável para o superpastejo.

Gramíneas forrageiras tropicais adubadas podem assinalar taxas de expansão da lâmina foliar entre 5 a 7 cm/dia, o que permitiria o retorno do animal à mesma comunidade de plantas em dois ou três dias e, conseqüentemente, provocaria a degradação das pastagens. Pela Tabela 25 verifica-se que se a taxa de crescimento da planta fosse de 0,5 cm/dia seriam necessários trinta dias para a planta forrageira atingir cerca de 15 cm, ou seja, o pastejo alternado entre dois piquetes permitiria o descanso de trinta dias para recuperação da pastagem. Por outro lado, se a taxa de crescimento fosse de 3 cm/dia, dever-se-ia planejar o uso de no mínimo sete piquetes, no sentido de permitir o mesmo período (trinta dias) de repouso para a planta forrageira. Desse modo, sistemas intensivos, caracterizados pela elevada taxa de lotação animal por unidade de área, demandam o uso do pastejo rotacionado. Estima-se que as diferenças econômicas entre os métodos de pastejo com lotação contínua e rotacionado comecem a ser observadas quando a carga animal ultrapasse 1,2 — 2,0 UA/ha/ano.

Tabela 25. Pastejo rotacionado: efeito do ritmo de crescimento do pasto sobre a necessidade de divisão da pastagem.

Acúmulo de forragem <sup>1</sup> kg MS/ha/dia	Taxa lotação cm/ha/dia	Taxa lotação (UA/ha) <sup>2</sup>	Dias p/ retorno na planta <sup>3</sup>	Período (dias) de		Número de piquetes
				Ocupação <sup>4</sup>	Descanso	
20	0,5	1	30,0	30,0	30	2
40	1,0	2	15,0	15,0	30	3
60	1,5	3	10,0	10,0	30	4
80	2,0	4	7,5	7,5	30	5
100	2,5	5	6,0	6,0	30	6
120	3,0	6	5,0	5,0	30	7

1. Considerando densidade de 40 kg MS/cm/ha; 2. considerando consumo de 10 kg MS/UA/dia e 50% de eficiência de pastejo; 3. considerando que o animal retorna para a mesma planta quando ela cresce 15 cm; 4. considerando que o animal não deve retornar à planta num intervalo de tempo menor que o preestabelecido. Fonte: PENATI et al. (1999).

A elevação da taxa de lotação animal nas pastagens apresenta limitações quando se considera a alimentação do rebanho durante o período de inverno, uma vez que, nessa época, a capacidade de suporte das pastagens é reduzida para cerca de 20 — 50% daquela observada no verão. Portanto, dependendo do objetivo do manejo da pastagem em relação ao sistema de produção, atribui-se ênfase sobre o acúmulo líquido da planta forrageira e/ou redução das perdas por senescência.

A redução das perdas por senescência recebe atenção especial em sistemas de produção com plantas forrageiras de clima temperado (HODGSON, 1990). Em pastagens de azevém perene, por exemplo, a senescência das folhas ocorre de modo a manter constante o número de três folhas verdes por perfilho. Nessa planta, o tamanho de folhas que senescem e são emitidas é semelhante, indicando que não haveria acúmulo líquido de matéria seca de forragem se fosse permitida a morte das folhas. Em outras palavras, o pastejo deve ocorrer em intervalos que combinem o período de tempo para o aparecimento da folha (dias/folha, graus-dia/folha) com o número de folhas por perfilho. No caso do azevém perene, se o período de tempo entre o aparecimento de folhas sucessivas for de 7 dias (110 graus-dia/folha), o intervalo de pastejo deverá ser de 21 dias (7 dias/folha x 3 folhas/perfilho).

Para algumas gramíneas tropicais, como o *Panicum maximum* cv. Tanzânia e Mombaça, o acúmulo líquido de produção parece não ser a forma indicada para o estabelecimento do manejo, uma vez que as folhas que senescem são substituídas por outras de maior tamanho (SANTOS, 1997), garantindo o aumento no acúmulo líquido de matéria seca por mais de cem dias de crescimento (GOMIDE & GOMIDE, 1996).

A capacidade da gramínea tropical de aumentar o acúmulo líquido até idades elevadas da planta permite o planejamento do manejo da pastagem explorando essa característica. Neste caso, o uso do pasto diferido associado ao uso de suplementos protéicos ou sal proteinado possibilita ganhos de peso capazes de permitir a exploração do ganho compensatório. O tipo do animal, no entanto, é importante para a exploração desse sistema. Animais precoces, caracterizados por acumularem gordura em menor tempo, não seriam indicados para essa maneira de exploração das pastagens, uma vez que restrições nutricionais provocam prejuízos severos no seu crescimento, ou seja, animais mais tardios se adaptariam melhor ao uso de pastagens diferidas.

Resultados de pesquisa indicaram que a resposta absoluta do uso do ionóforo (g/cab/dia) é mantida independentemente da qualidade da forragem (GATES et al., 1989). Assim, o uso de ionóforos pode contribuir de maneira significativa para o ganho de peso de animais alimentados com pastagens tropicais, inclusive para as situações em que o ganho proveniente do pasto é modesto, da ordem de 250 — 400 g/cab/dia (MARTHA JÚNIOR & CORSI, 2000). Esses autores revisaram diversos trabalhos que indicaram que a utilização de cerca de 150 — 200 mg de monensina sódica/cab/dia promoveu incrementos de cerca de 80 g/cab/dia no ganho de peso dos animais tratados (Tabelas 26 e 27). Frente aos ganhos de peso dos animais tratados com sal protéico +

monensina (0,64 kg/cab/dia) em relação àqueles não tratados (0,57 kg/cab/dia; BALSALOBRE et al., 1999b), pode-se inferir que o ionóforo parece ser o maior responsável pelo acréscimo do ganho de peso em animais sob pastejo recebendo esse tipo de suplemento.

Tabela 26. Efeito de diferentes ionóforos sobre o desempenho de bovinos sob pastejo.

Ionóforo	Duração (dias)	Peso (kg)	Ganho (kg/cab/dia)		Acréscimo		Número de experimentos
			Controle	Ionóforo	(g/dia)	(%)	
monensina	111	237	0,65	0,72	70	10,8	18
lasalocida	101	339	0,60	0,69	90	15,0	9
tetronasina	110	253	1,09	1,19	100	9,2	2
bambermicina	104	250	1,10	1,16	60	5,5	2
lisocelina	107	249	1,15	1,23	80	7,0	1

Fonte: Adaptado por MARTHA JÚNIOR & CORSI (2000).

Tabela 27. Efeito da monensina sódica sobre o desempenho de bovinos em pastagens tropicais.

Espécie forrageira	Duração (dias)	Peso inicial (kg)	Ganho (kg/cab/dia)		Acréscimo		Autor <sup>1</sup>
			Controle	Ionóforo	(g/dia)	(%)	
<i>Cynodon dactylon</i>	140	193	0,58	0,71	130	22,4	Potter et al. (1986)
<i>Cynodon dactylon</i>	112	259	0,64	0,70	60	9,4	Potter et al. (1986)
<i>Cynodon dactylon</i>	91	222	0,35	0,52	170	48,6	Potter et al. (1986)
<i>Cynodon dactylon</i>	112	264	0,38	0,51	130	34,2	Potter et al. (1986)
<i>Cynodon dactylon</i>	112	213	0,34	0,44	100	29,4	Potter et al. (1986)
<i>Cynodon dactylon</i>	85	250	0,42	0,51	90	21,4	Potter et al. (1986)
<i>Digitaria decumbens</i>	140	186	0,64	0,73	90	14,0	Potter et al. (1986)
<i>Panicum maximum</i>	120	350	1,07	1,18	110	10,3	Andrade et al. (1996)
Média geral	114	242	0,55	0,66	110	23,7	

1. Adaptado por MARTHA JÚNIOR & CORSI (2000).

O diferimento de pastagens, usado frequentemente na exploração de pastagens, no Brasil, impõe sérias restrições à produtividade do sistema de produção, através da qualidade e/ou quantidade do alimento em oferta ao animal. A qualidade da planta forrageira, decrescendo com a maturidade, não permite elevado desempenho animal e também impede o diferimento por longos períodos, negando a vantagem do alto acúmulo de forragem sem perda de qualidade ou por acamamento da planta. Além desses aspectos, a exclusão de áreas de pastejo para diferimento leva ao aumento na pressão de pastejo no restante

da propriedade, determinando, geralmente, que esse método de utilização da pastagem não permita taxas de lotação animal superiores a 2 UA/ha/ano, quando cerca de 30% da área é diferida.

Aumentos na taxa de lotação animal acima dos níveis citados seriam possíveis através do uso intensivo de pastagens no verão, associado a práticas que assegurem a alimentação no inverno, caracterizando o equilíbrio entre a oferta e a demanda de forragem durante todo o ano. Esse equilíbrio, considerando-se apenas a propriedade (isto é, sem a aquisição de alimento volumoso de áreas externas à propriedade), seria observado por meio do pastejo que reserva áreas extras para garantir a produção de alimentos para suplementação no período de inverno e/ou através da conservação do excedente de produção do verão para fornecimento durante o inverno. Independentemente da alternativa, observa-se a necessidade do estabelecimento de sistemas de suplementação de volumosos para o inverno, que deverá englobar o uso de técnicas adequadas relativas à produção de forragem conservada e, também, a adoção de máquinas eficientes e efetivas para colheita e distribuição desse material.

A simulação da produtividade de rebanhos de corte para sistemas empregando diferentes alternativas de uso da forragem foi apresentada por Nussio et al. (2000). As alternativas avaliadas foram combinações de pastejo extensivo e intensivo com silagem extensiva e intensiva. A Tabela 28 mostra que a intensificação do uso de pastagens determinou melhores receitas ao sistema, independente do grau de uso da silagem (extensiva ou intensiva). Entretanto, os melhores resul-

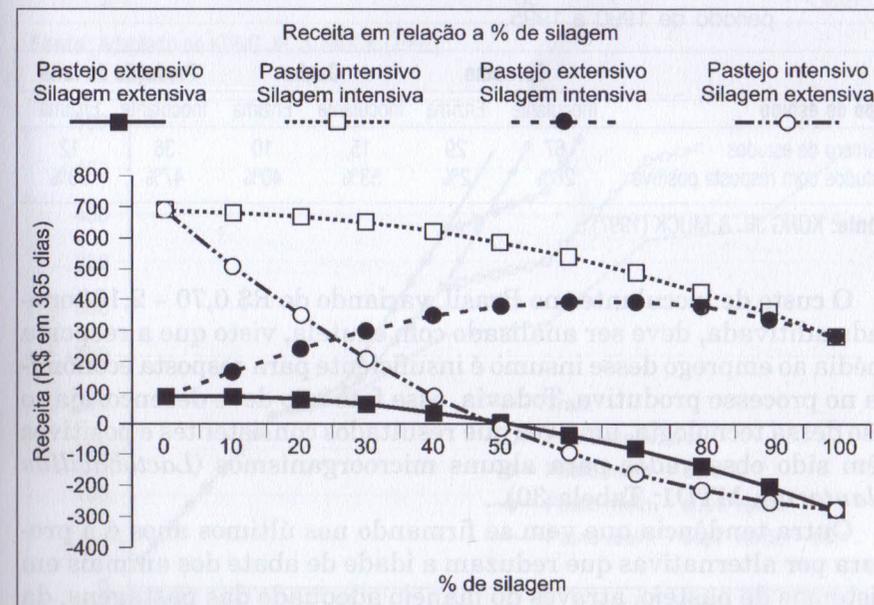
**Tabela 28.** Projeção da produção de carne e da receita líquida geradas em sistemas de produção simulados através da combinação de áreas para produção de silagem e de pastejo de capim Tanzânia manejadas sob diferentes intensidades de exploração.

Sistemas de produção	Produtividade (t MS/ha)	Custo (R\$/t MS)	Taxa lotação (UA/ha)	Ganho (kg/cab/d)	@/ha/ano	Custo da @	Receita (R\$/ha/ano)
pastejo extensivo silagem extensiva	4,5	53	0,7	0,5	6	26	80
pastejo intensivo silagem intensiva	20,0	67	3,5	0,7	44	24	673
pastejo extensivo silagem intensiva	7,6	47	1,5	0,5	14	21	242
pastejo intensivo silagem extensiva	16,9	72	2,7	0,6	32	28	350

Fonte: NUSSIO et al. (2000).

tados foram observados para condições intensivas de uso do pasto e da silagem, enquanto a receita menos favorável foi observada na combinação de pastagem extensiva e silagem extensiva. A Figura 24 indica que a porcentagem de área a ser dedicada para produção intensiva de silagem, associada ao uso intensivo do pasto, seria de até 20%, e que valores maiores do que esse contribuiriam para redução da receita do sistema de produção. Portanto, conclui-se que a intensificação do pastejo deve ser priorizada, seguida da intensificação das glebas destinadas à produção de silagem.

Por outro lado, atualmente, um dos principais problemas para o uso de silagens tropicais é a baixa densidade do material, promovendo dificuldades em atender às exigências de consumo diário de matéria seca do rebanho. Os custos elevados de transporte e os investimentos em equipamentos de distribuição da forragem constituem empecilhos ao fornecimento desse suplemento aos animais. Observações de campo em propriedades na região Centro-Oeste indicaram que a densidade da silagem de capim Tanzânia, na carreta, é de 200 kg/m, ou cerca de 40 kg MS/m, o que constitui fator limitante para distribuição do alimento para um elevado número de animais, haja vista a necessidade



**Figura 24.** Projeção da receita líquida para combinação de sistemas de produção baseados na intensidade de manejo e na porcentagem de área ocupada com pasto e silagem. Fonte: NUSSIO et al. (2000).

de transporte desse material e a quantidade de cochos para abrigá-lo. Desse modo, esperam-se progressos significativos nos anos que se seguem em relação ao desempenho de máquinas para colheita, conservação e distribuição de forragem conservada para rebanhos numerosos.

O uso de inoculantes bacterianos e outros aditivos em silagens de capins tropicais também deverá ser motivo de mais estudos no futuro, no sentido de desenvolver produtos e protocolos práticos mais adequados às nossas situações. A literatura tem demonstrado resultados inconsistentes quanto aos efeitos desses inoculantes, o que coloca em dúvida a sua economicidade no sistema de produção. KUNG JR. & MUCK (1997) indicaram essa variação, apontando que as respostas positivas ao uso de inoculantes foram de 28, 53 e 47% das observações efetuadas para consumo, ganho de peso e produção de leite, respectivamente (Tabela 29). Nos casos em que se verificou resposta positiva ao uso do inoculante esse valor correspondeu a um incremento médio de 1,4 kg de leite/dia ou 1,8 kg de ganho de peso/tonelada de forragem ensilada (KUNG JR. & MUCK, 1997). A Tabela 29 ainda revela resultados menos positivos para o uso de enzimas em relação ao uso de inoculantes.

**Tabela 29.** Sumário da resposta do animal a inoculantes microbianos e enzimas no período de 1990 a 1995.

Tipo de estudo	Consumo		Ganho		Produção de leite	
	Inoculante	Enzima	Inoculante	Enzima	Inoculante	Enzima
Número de estudos	67	29	15	10	36	12
Estudos com resposta positiva	28%	2%	53%	40%	47%	33%

Fonte: KUNG JR. & MUCK (1997).

O custo de inoculantes no Brasil, variando de R\$ 0,70 – 2,10/tonelada aditivada, deve ser analisado com cautela, visto que a resposta média ao emprego desse insumo é insuficiente para resposta econômica no processo produtivo. Todavia, esse fato não deve desencorajar o uso dessa tecnologia, uma vez que resultados consistentes e positivos têm sido observados para alguns microorganismos (*Lactobacillus plantarum* MTD1; Tabela 30).

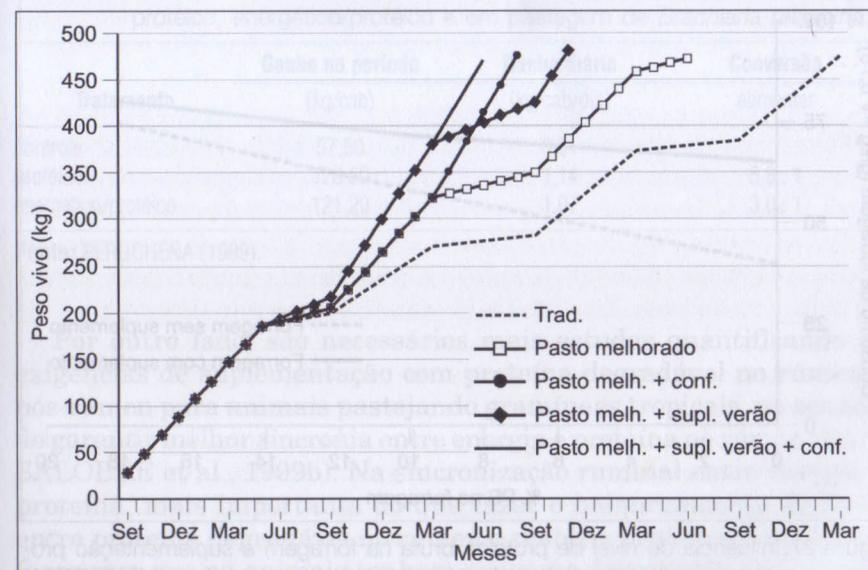
Outra tendência que vem se firmando nos últimos anos é a procura por alternativas que reduzam a idade de abate dos animais em sistemas de pastejo, através do manejo adequado das pastagens, da suplementação com alimentos concentrados durante o verão e da terminação dos animais em regime de confinamento. A Figura 25 revela que o manejo do pasto ("pasto melhorado"), o manejo do pasto

+ suplemento no verão, o manejo do pasto + confinamento e o manejo do pasto + suplemento no verão + confinamento permitem que a idade de abate seja reduzida em 7, 16, 19 e 21 meses, respectivamente, em comparação com o sistema tradicional (abate aos 43 meses).

**Tabela 30.** Efeito de silagens inoculadas com MTD1 sobre o desempenho de bovinos.

	Consumo MS da silagem (kg/dia)		Desempenho (kg/dia)	
	Controle	MTD1	Controle	MTD1
Produção de leite				
média	10,48	10,98	25,95	27,12
diferença		4,80%		4,60%
Ganho (animais em crescimento)				
média	4,50	4,74	0,66	0,76
diferença		5,30%		15,20%
valor de P		NS		< 0,01
Ganho (animais em terminação)				
média	6,58	6,83	0,51	0,58
diferença		3,80%		9,80%
valor de P		NS		< 0,01

Fonte: Adaptado de KUNG JR. & MUCK (1997).



**Figura 25.** Expectativa de abate em diferentes sistemas de produção.

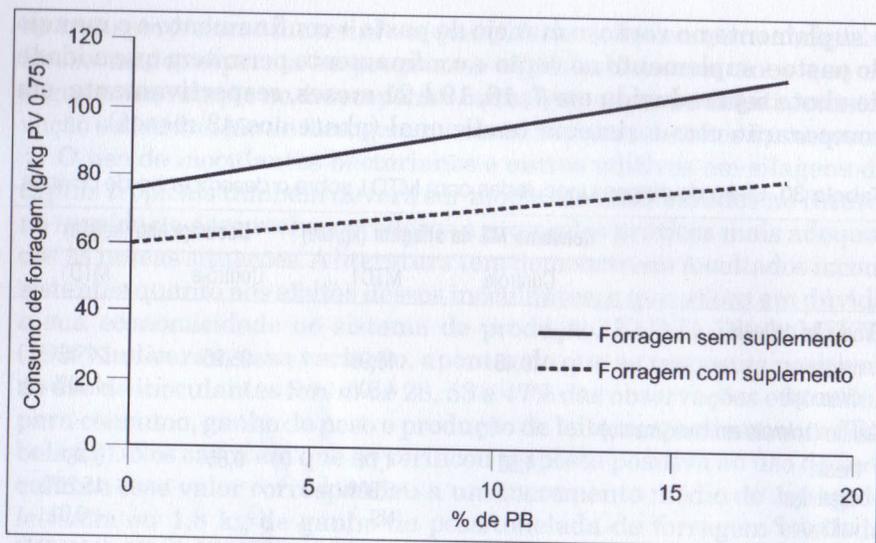


Figura 26. Influência do nível de proteína bruta na forragem e suplementação energética sobre o consumo de matéria seca de forragem. Fonte: PATERSON et al. (1994).

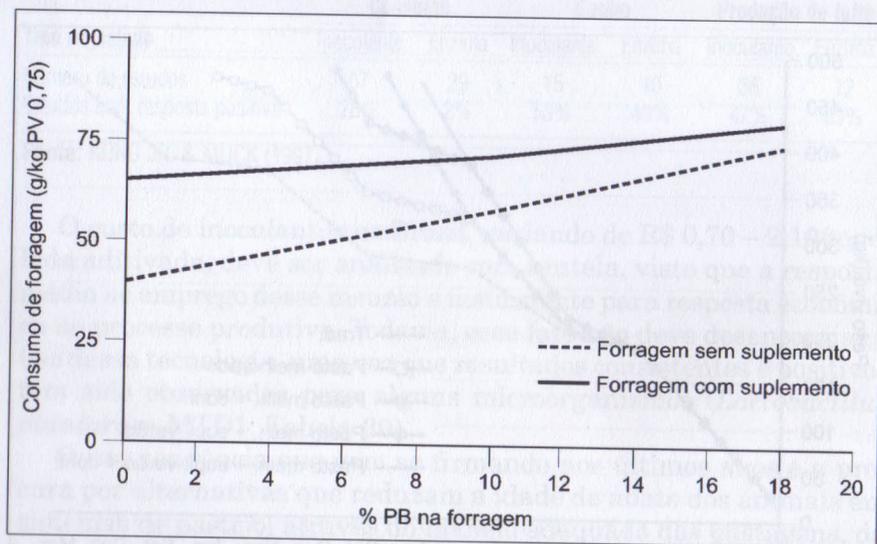


Figura 27. Influência do nível de proteína bruta na forragem e suplementação protéica sobre o consumo de matéria seca de forragem. Fonte: PATERSON et al. (1994).

A literatura indica resultados promissores para a suplementação no verão, uma vez que a utilização desses alimentos, nesse período do ano, tem potencial para permitir que uma maior proporção do rebanho tenha condições de apresentar ganhos elevados (~ 1 kg/cab/dia), oferecendo oportunidades para a obtenção de melhores retornos econômicos. Entretanto, até o momento, o total conhecimento do efeito da suplementação com concentrados/fibras degradáveis sobre o desempenho de bovinos em pastagens tropicais, principalmente no tocante à substituição da matéria seca da forragem pela matéria seca do concentrado, ainda é incipiente.

A substituição da forragem pelo concentrado é maior com forragens de maior qualidade e geralmente a suplementação energética (Figura 26) é menos vantajosa do que a protéica, pois pode promover o aumento no consumo de matéria seca da forragem (Figura 27). As informações relativas à suplementação no verão, apresentadas por PERUCHENA (1999), dão suporte a essa idéia. Esse autor forneceu suplemento protéico (farelo de algodão; 0,6% do peso) ou suplemento energético/protéico (1% do peso) para novilhos em pastagem de braquiarião e encontrou respostas mais positivas para suplementação com farelo de algodão (Tabela 31).

Tabela 31. Desempenho e conversão alimentar de novilhos durante o período de verão/outono, sem suplementação ou suplementados com alimento protéico, energético/protéico e em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Tratamento	Ganho no período	Ganho diário	Conversão
	(kg/cab)	(kg/cab/dia)	alimentar
controle	57,50	0,51	
protéico	128,50	1,14	5,8 : 1
energético/protéico	121,20	1,07	3,0 : 1

Fonte: PERUCHENA (1999).

Por outro lado, são necessários mais estudos quantificando as exigências de suplementação com proteína degradável no rúmen e pós-rúmen para animais pastejando gramíneas tropicais, no sentido de garantir melhor sincronia entre energia e proteína no rúmen (BALSALOBRE et al., 1999b). Na sincronização ruminal entre energia e proteína, mais importante do que fazer o balanceamento da dieta entre proteína degradável no rúmen e matéria orgânica digestível é fazer com que os animais tenham consumo distribuído ao longo do dia, sendo o consumo dos suplementos intercalado nos picos de con-

sumo de forragem. Isso deve ocorrer porque após os picos de consumo verificam-se altas concentrações de amônia no rúmen, o que pode levar a perdas de N se o rúmen apresentar deficiência em matéria orgânica digestível (amido, fibra de alta digestibilidade ou carboidratos solúveis; Figura 28).

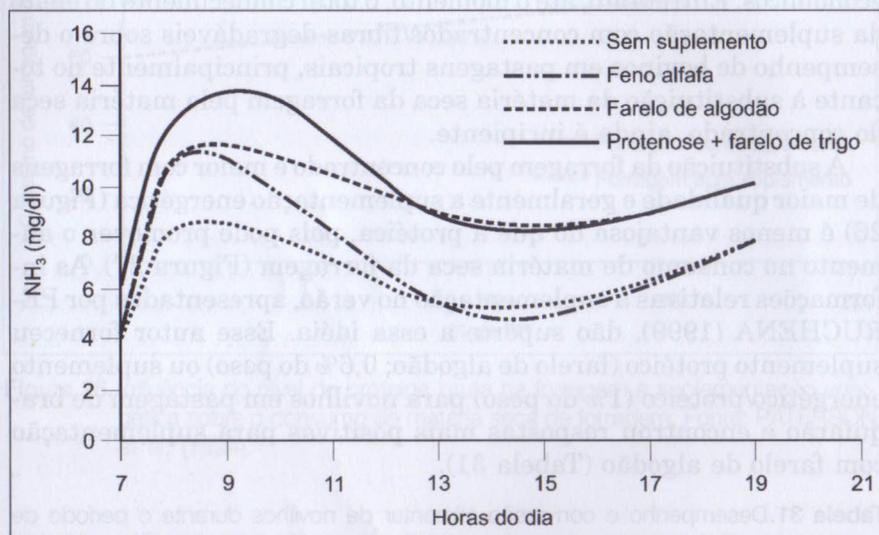


Figura 28. Concentração de amônia ao longo do dia em novilhos alimentados com diferentes tipos de suplementos às 7 horas. Fonte: HESS et al. (1994).

Com base no trabalho de POPPI et al. (1999) é possível deduzir que além da perda potencial de proteína pelo excesso de amônia no rúmen, existe um custo para o animal (em termos de energia e aminoácidos), em razão da produção de uréia no fígado. Além desse aspecto, a elevação da concentração de amônia no sangue pode afetar o cérebro e, conseqüentemente, deprimir o consumo. Desse modo, o nível limite de proteína para maximizar o uso de nitrogênio no rúmen (minimizar as perdas) seria de 210 g de PB/kg de matéria orgânica digestível (POPPI & MCLENNAN, 1995). Assim, os valores máximos de proteína bruta na forragem seriam os apontados na Tabela 32, indicando que pastagens adubadas não devem atingir valores elevados, mas equilibrados com a digestibilidade da forragem. Deve-se alertar aos produtores e técnicos que o entusiasmo por níveis elevados de proteína em plantas forrageiras tropicais adubadas pode ser prejudicial ao melhor desempenho do animal.

Tabela 32. Teor de proteína bruta limite para evitar perdas na transferência líquida da proteína ingerida para o intestino, em diferentes digestibilidades da forragem.

Digestibilidade da dieta (matéria orgânica)	PB (g/kg MS)
0,80	151
0,70	132
0,60	113
0,50	94

Fonte: POPPI & MCLENNAN (1995).

Por outro lado, a terminação de animais em confinamento deverá aumentar sensivelmente no futuro, em virtude da necessidade de maior produção de carne bovina, conseqüência do incremento da população nos centros urbanos, do comércio de exportações e da crescente demanda por esse produto, devido à melhora na renda per capita. Considerando que a alimentação é o item que representa a maior parcela do custo de produção de animais confinados, pode-se inferir que a preferência da localização dos confinamentos será por áreas de elevada disponibilidade de resíduos agroindustriais e de grãos, capazes de garantir o desempenho satisfatório dos animais de maneira econômica.

Assim, tem-se verificado a polarização de confinamentos ao redor de usinas e destilarias de açúcar e álcool, face aos subprodutos produzidos por essa cadeia agroindustrial, como o bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado, leveduras e melaço. As indústrias que processam outros produtos agrícolas (conserva de alimentos, limpeza de grãos como soja, milho, sementes, etc.) também têm a capacidade de provocar a concentração de áreas de confinamento de bovinos ao seu redor. Acredita-se que a tendência dos confinamentos, nessas áreas, será a de maior uso de concentrados, onde ganhos maiores serão priorizados, tanto devido à redução dos valores dos alimentos como ao aumento do potencial genético dos animais. Todavia, as áreas industrializadas não serão marginalizadas para a produção de carne em confinamento, pois nelas é que se concentra a maior parte da população e, portanto, os maiores preços da arroba.

A irrigação de pastagens tem sido apresentada como uma alternativa de intensificação. Os índices pertinentes à área irrigada apresentados na Tabela 1 podem ser considerados conservadores face às produtividades observadas em regiões mais quentes e de menor latitude, como atestam resultados obtidos junto a unidades de produção nessas regiões (CORSI, 2000). Entretanto, o conceito de que o sistema

de produção só será beneficiado se ocorrer a intensificação do sistema de produção como um todo, e não apenas na área irrigada (Tabela 1), permanece válido.

Nesse contexto, considerando que 10% da área de pastagem seja irrigada (100 ha), num total de 1000 ha de pasto, e que o pasto de sequeiro (900 ha) seja mantido de maneira extensiva, haveria potencial para produtividades da ordem de 76.3 e 12.2 @/ha/ano na área recebendo irrigação e na área total, respectivamente, quando a área de sequeiro apresentasse 5.1 @/ha/ano (Tabela 33). Por outro lado, com a adubação de 10% da área e a manutenção de 90% da pastagem no sistema extensivo, a produtividade média seria de 7.8 @/ha/ano nos mesmos 1000 ha de pasto (Tabela 33). Deduz-se, assim, que o sistema

**Tabela 33.** Comparação entre sistemas de produção contendo área irrigada ou de sequeiro adubadas.

Sistema de produção	Área (%)	Produtividade (@/ha)	% acréscimo de preço em relação a safra <sup>5</sup>	Produtividade corrigida (@/ha/ano) <sup>6</sup>	Custo estimado de produção (R\$/@)
Irrigado					
Pivô	10	76,3 <sup>1</sup>			23,00
Convencional	90	5,1 <sup>2</sup>			10,00
Extensivo					
<b>Média ponderada</b>		<b>12,2</b>	<b>5,04</b>	<b>12,52</b>	<b>18,11</b>
Sequeiro					
Adubado	10	29 <sup>3</sup>			14,00
Convencional	90	5,4 <sup>4</sup>			10,00
Extensivo					
<b>Média ponderada</b>		<b>7,8</b>	<b>2,40</b>	<b>7,80</b>	<b>11,49</b>
<b>Aumento da produtividade (%)</b>				<b>60,50<sup>7</sup></b>	
<b>Diferença no custo de produção (%)</b>					<b>57,6</b>

1. 0,85 kg/cab/d x 365 d x 100 ha x 6,96 cab/ha x 0,53 (rendimento)/15 (@)/100; 2. 0,4 kg/cab/d x 365 d x 900 ha x 1 cab/ha x 0,53/15/900; 3. 0,8 kg/cab/d x 120 d x 100 ha x 5,8 cab/ha x 0,53/15 (= 19,67)/100; 0,6 kg/cab/d x 90 d x 100 ha x 3,5 cab/ha x 0,53/15 (= 6,68)/100; 0,4 kg/cab/d x 155 d x 100 ha x 1,2 cab/ha x 0,53/15 (= 2,63)/100; 4. 0,7 kg/cab/d x 120 d x 900 ha x 1,3 cab/ha x 0,53/15 (= 3,86)/900; 0,5 kg/cab/d x 90 d x 900 ha x 0,7 cab/ha x 0,53/15 (= 1,11)/900; 0,3 kg/cab/d x 155 d x 900 ha x 0,3 cab/ha x 0,53/15 (= 0,49/900); 5. % de acréscimo no preço da arroba comercializada na safra, considerando a média ponderada quando 58% e 42% das arribas no sistema irrigado são vendidas na safra e entressafra, respectivamente. Esses valores seriam de 80% na safra e 20% na entressafra para o sistema de sequeiro adubado; 6. 12,2 @/ha/ano x 1,026 (105,04/102,40); 7. 12,52 @/ha/ano/7,8 @/ha/ano.

irrigado (e obviamente adubado) produziria 56.4% (12.2 @/ha/ano) a mais do que o sistema onde 10% da área de sequeiro seria adubada.

Esses resultados parecem animadores, principalmente quando se divulga que no sistema irrigado é possível efetuar vendas mais concentradas na entressafra, quando o preço da arroba é, em média, 12% acima dos valores observados na safra de produção de carne. Porém, considerando-se a safra de dezembro a junho (7 meses) e a entressafra de julho a novembro (5 meses), sendo a produção do pivô contínua, calcula-se que 42% (5 meses/12 meses) da produção de bovinos que passa pelo pivô é comercializada por ocasião do ágio no preço da carne (entressafra). No sistema de sequeiro, 20% da produção de bovinos seria comercializada nessa época. A composição ponderada dos preços, para um diferencial de 12% entre safra e entressafra, indicaria 5,04 e 2,40% acima do preço da safra, respectivamente, para os casos de irrigação e sequeiro ilustrados anteriormente, isto é, vantagem de 2,01% para o sistema irrigado. Corrigindo esse diferencial de preço para a produtividade dos 1000 ha de pasto, o sistema irrigado repercutiria no equivalente a 12,45 @/ha/ano (12,2 @/ha/ano x 2,01%), aumentando a sua vantagem de 56,4 para 59,6% (12,45/7,8 @/ha/ano; Tabela 33).

Apesar de as porcentagens relativas ao aumento da produção no sistema irrigado terem sido, aparentemente, anuladas pelo maior custo de produção, deve-se alertar para o fato de que o sistema irrigado é beneficiado quando o preço da arroba é mais elevado. Assim, no exemplo da Tabela 33, o sistema irrigado (10% de área irrigada + 90% convencional extensivo) proporcionará maior margem bruta quando os preços da arroba forem superiores a R\$ 27,00 na safra. A análise de sensibilidade para preços da arroba e custo de produção indica que a adoção de irrigação será vantajosa quando o preço da arroba engordada superar em pelo menos 50% seu custo de produção no sistema irrigado.

## 6. INFORMATIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BOVINOS

Apenas 3% dos produtores agrícolas brasileiros utilizam computadores e, embora essa porcentagem seja mais elevada na Região Sudeste, da ordem de 6% (CNA, 1999), ela ainda é, obviamente, muito baixa. A pecuária é uma das atividades agrícolas menos informatizadas, com apenas 3% das unidades de produção do Estado de São Paulo possuindo computadores, em comparação com 10,5; 6,9 e 4,2% para as culturas do *Pinus*, cana-de-açúcar e laranja, respectivamente

(FRANCISCO & MARTIN, 1999). Esses autores ainda mostraram que a informatização tem ocorrido predominantemente em propriedades de grande porte (Figura 29).

O nível de instrução dos produtores informatizados é alto, verificando-se que 56,3% possui nível superior completo, valor bastante superior à escolaridade média da Região Sudeste, de 4,2 anos (FRANCISCO & MARTIN, 1999). Produtores informatizados também parecem ser mais sensíveis à adoção de outras tecnologias no setor agrícola: 91% praticavam a análise de solos rotineiramente, 92% adotavam práticas de conservação do solo, 67% utilizavam sementes melhoradas e 40% usufruíam assistência técnica privada (FRANCISCO & MARTIN, 1999).

Há de se notar, entretanto, que os níveis atuais de adoção da informática pela agropecuária brasileira são muito inferiores àqueles constatados em países desenvolvidos há aproximadamente uma década. Entre 15 e 27% das propriedades envolvidas na produção de leite nos Estados Unidos já possuíam computadores no início da década de 90 (TOMAZEWSKI, 1992). Dados mais recentes, publicados pelo USDA, mostraram que, em 1999, 29% das fazendas já estavam “plugadas” à internet.

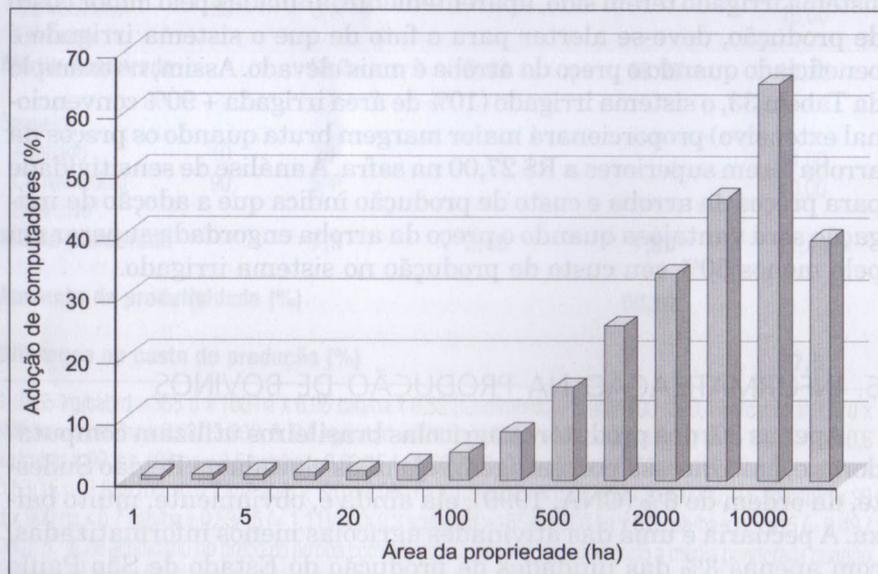


Figura 29. Utilização de computadores, por classe de área, no estado de São Paulo, no período de 1995-96. Fonte: FRANCISCO & MARTIN (1999).

O uso de técnicas para caracterização objetiva e quantitativa de variáveis de sistemas de produção animal, como peso dos animais, massa de forragem, etc., e a manutenção de bancos de dados adequados, são fatores essenciais para o desenvolvimento de um “meio de cultura” apropriado para utilização de sistemas de apoio à decisão (SAD).

Embora alguns eventos e tendências possam ser evidenciados através de análise gráfica ou estatística dos dados, sistemas automatizados de acesso aos bancos de dados podem apressar e aumentar a eficiência de diagnóstico na propriedade, através de técnicas estatísticas (i.e. MAINLAND, 1994; ALLORE & JONES, 1995) e/ou pela incorporação de subprogramas inteligência artificial (i.e. MCKINION et al., 1989; NEVO & AMIR, 1991; NEVO et al. 1994; GRISPAN, 1994; ALLORE & JONES, 1995). Os modelos matemáticos são, provavelmente, as ferramentas que têm chamado mais a atenção por parte das instituições de pesquisa nacionais (BARBOSA et al., 1999; WIAZOWSKI et al., 1999). Modelos matemáticos compostos por equações isoladas e índices têm sido disseminados rapidamente para avaliação *ad hoc* do desempenho de partes dos sistemas de produção animal. Exemplos são as equações para cálculo de nutrientes digestíveis totais para avaliação de alimentos (WEISS, 1998), o modelo de graus-dia ou unidades fototérmicas para predição de crescimento de pastagens (VILLA-NOVA et al., 1999), o modelo de “peso metabólico” para avaliação das exigências nutricionais de animais em manutenção (NRC, 1996), entre outros. Sistemas com modelos estáticos, compostos por conjuntos de equações empíricas, têm sido rapidamente implementados em planilhas requintadas por programação de macros para balanceamento de dietas para bovinos (LANNA et al., 1999; ROBINSON, 2000) e cálculo de balanço hídrico (ROLIM & SENTELHAS, 1999). Certamente SADs baseados em modelos estáticos irão se valer da facilidade de desenvolvimento de aplicativos proporcionada por planilhas eletrônicas. Aplicativos para desenvolvimento de bancos de dados como Paradox e Access, entre outros, deverão tomar grande espaço no desenvolvimento de programas personalizados. A perspectiva é, entretanto, que bancos de dados complexos e modelos dinâmicos de simulação valham-se do maior desempenho e versatilidade proporcionados por ambientes de programação imbuídos de compiladores verdadeiros.

Recentemente alguns programas para apoio a tomada de decisão têm atingido a maturidade no país. Programas para balanceamento de dietas para animais confinados como o GeraBoi (RESENDE FILHO, 1998) e o RLM (LANNA, 1999) são exemplos bem-sucedidos já disponíveis no mercado nacional. Estimativas extra-oficiais (LANNA, co-

municação pessoal) são de que, um ano após seu lançamento, o sistema RLM (Rações de Lucro Máximo) esteja formulando dietas para mais de 20% dos bovinos confinados no país. Modelo publicado por RESENDE FILHO et al. (1999) para avaliação de recria de fêmeas leiteiras é outro exemplo de SAD com potencial comercial.

Ainda existem hoje vários projetos de pesquisa em preparação e em andamento em diversas instituições de pesquisa nacionais. Exemplos são os projetos de desenvolvimentos do TAMU 21 (BARBOSA et al., 1999), por pesquisadores da Embrapa-CNPGL e UFSC, um modelo matemático dinâmico acoplado a um sistema especialista em simulação de sistemas de produção animal em pastagens. Projeto em andamento na Esalq-USP com colaboração de pesquisadores da AgResearch (Nova Zelândia) também contempla o desenvolvimento de um modelo dinâmico acoplado com rotinas de otimização para sistemas de recria e engorda no Brasil Central (L. G. BARIONI, trabalho em andamento). A Embrapa-CPAC, com o apoio de pesquisadores da Universidade da Califórnia, está iniciando o desenvolvimento de modelos de simulação para avaliar técnicas de recuperação de pastagens no Cerrado e a integração agricultura-pecuária. Pesquisadores do CPAC também possuem projetos incluindo simulações com modelos de critérios múltiplos (R. VELOSO, comunicação pessoal). A Embrapa-Pecuária Sudeste, o CNPTIA e a Embrapa-Bagé são outras instituições com envolvimento no desenvolvimento de modelos de simulação para bovinocultura.

Certamente, os programas para apoio à decisão integrarão modelos matemáticos, algoritmos de otimização, sistemas especialistas, lógica nebulosa, bancos de dados, entre outros. É possível que alguns formatos de arquivamento de dados e protocolos sejam desenvolvidos para alimentar SADs com dados gerados por diversos sistemas de monitoramento na fazenda e fora dela. Equipamentos de monitoramento como balanças eletrônicas, medidores eletrônicos para produção de leite e diagnóstico de mastites, transponders, colares, equipamentos fotográficos, fotos de satélite e dados georeferenciados, entre outros, fornecerão dados sobre a propriedade e o status de animais e pastagens para o banco de dados local da propriedade, poupando o trabalho de digitação dos pecuaristas. Bancos de dados externos, acessados *on line*, irão fornecer dados regionais em tempo real sobre mercado e clima, entre outros. Programas de bancos de dados e SADs serão então capazes de automaticamente adquirir essas informações.

Sistemas de informação geográfica, bancos de dados centrais com dados de clima e preço, entre outros, deverão alimentar as ferramentas do pecuarista do futuro. Sistemas com dados climáticos históricos para

cada uma das regiões da Austrália já estão disponíveis na internet em tempo real do Australian Bureau of Meteorology (WHITE et al. 1995). O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) utiliza dados de sensoriamento remoto para previsão de produtividade agrícola e oportunidades no mercado mundial. Tais informações podem ser obtidas via instituições como "Pennsylvania State College of Agricultural Sciences" (telnet psupen.psu.edu) ou através da "Cornell University" (WHITE et al., 1995). No futuro, um aumento expressivo no número e envergadura das bases de dados remotas e aquisição automática dos dados nelas armazenados será uma realidade. Bancos de dados remotos deverão dar acesso a informações geográficas, preços médios de insumos e produtos, mercado futuro, conversões de moeda, clima, sumários genéticos, entre outros. Acessos a tais bancos possibilitarão agilizar o carregamento de informações em SADs. Centralização no armazenamento de dados de propriedades particulares poderão se estabelecer, de modo a gerar padrões de desempenho, que servirão para alimentar sistemas especialistas, para calibrar equações como curvas de lactação, respostas em crescimento de pastagens, entre outros. Além disso, os diversos tipos de tecnologia para desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão tendem a ser utilizados em conjunto. Assim, teremos programas que possuam bancos de dados acoplados a modelos de simulação, sistemas especialistas, aplicações de lógica nebulosa, entre outros.

Pelo que se vislumbra no horizonte delineado pelas tecnologias disponíveis e em desenvolvimento, seria um erro imaginar que sistemas de apoio à decisão irão nivelar a capacidade administrativa de pecuaristas ou suprimir a consultoria técnica. Entretanto, é provável que o trabalho de consultoria seja pesadamente assessorado por SADs e consultores serão treinados para uso e interpretação dos resultados de forma a serem capazes de assessorar pecuaristas a aumentar sua capacidade produtiva. Em futuro distante, por outro lado, SADs poderão vir a competir na habilidade de prover informações e recomendações para pecuaristas, porém a tendência atual é que SADs e consultores sejam grandes aliados.

O potencial da internet para disseminação de dados e informações é sem precedentes. A rede mundial de computadores possibilita acesso a grande quantidade de informações a custo muito mais baixo do que os meios de comunicação convencional, com possibilidades de busca, arquivamento e, freqüentemente, até contato pessoal com os veiculadores da informação. Ainda a internet possibilita atualizações com freqüência só permitida por outras mídias eletrônicas, como TV e

rádio, que, entretanto, estão em desvantagem pela volatilidade das informações veiculadas. Essas são as características que devem levar a internet ao topo entre os veículos de comunicação de massa para o agronegócio.

Dados do USDA mostram que o número de fazendas americanas conectadas à internet aumenta em proporção assustadora. Eram 13% das propriedades em 1997, alcançando 29% em 1999. Fóruns, informações sobre mercado e fontes de disseminação das informações disponíveis, como as promovidas pelo governo americano através do site "Internet Resources in Agriculture" (<http://www.nal.usda.gov/acq/intscsel.htm>) e por setores de extensão das universidades, são extremamente atraentes.

Além de dados e informação *per se*, a difusão da internet deverá estabelecer o chamado "comércio eletrônico". Nesse tipo de comércio, as transações comerciais ocorrem entre fabricantes ou fornecedores de insumos e produtores, e entre produtores e empresas ligadas. No Brasil, a quase totalidade das empresas já possui formas de veiculação de informações sobre a empresa e seus produtos na internet. É evidente que o contato pessoal e a verificação do produto como maquinário agrícola, reprodutores, etc. são imprescindíveis, porém produtos padronizados, como alguns ingredientes para formulação de rações, defensivos, fertilizantes, medicamentos, sêmen, entre outros, podem ser comprados diretamente da empresa ou de fornecedores ligados ao comércio eletrônico.

Nos últimos anos, alguns sites também têm desenvolvido plataformas nas quais compradores e vendedores podem encontrar-se para negociar bens e serviços. Um site americano de quatro anos de existência, o "e-markets.com", anunciou vendas de mais de US\$500 milhões em grãos e outros produtos durante o ano passado (JORNAL AGROSOFT, 2000). Segundo dados da agência americana Reuters, a indústria alimentícia espera usar a Web para comprar ingredientes e gerenciar seus inventários e programações mais eficientemente. Cinquenta das maiores indústrias alimentícias do mundo investiram US\$ 250 milhões na criação do "Transora.com", para comprar ingredientes on-line. O crescimento do comércio eletrônico nos próximos anos e as perspectivas são tantas que só os anos dirão quais delas realmente prevalecerão.

A disseminação de informações de mercado e o comércio eletrônico deverão exercer pressão para minimizar as ações de intermediários. Redes de distribuição ligadas a sites da web, mesmo que utilizando a estrutura varejista já existente, podem se tornar uma realidade.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A população do Brasil e do mundo deverá crescer de maneira assustadora nas próximas duas décadas. Grande parte desse incremento ocorrerá em áreas urbanas, fato que juntamente com a expectativa de melhora na renda per capita levará a mudanças nos padrões alimentares, como maior consumo de carne e leite. A demanda crescente por esses produtos provavelmente ocorrerá pela intensificação dos sistemas de produção, uma vez que a perspectiva de abertura de novas áreas agrícolas é inferior a 20%. A intensificação do sistema de produção deverá considerar não apenas os aspectos produtivos e a economicidade do empreendimento, mas também o delineamento de práticas que não agridam o ambiente, pelo menos, que minimizem o impacto ambiental. Nesse contexto, a maior eficiência de uso de corretivos e fertilizantes assumirá papel de destaque.

Além da maior demanda por alimentos, o crescimento da população irá impor restrições quanto ao uso da água. A irrigação, como ferramenta de manejo, deverá considerar a maior eficiência e racionalidade no uso da água, tanto porque a água será cada vez mais um recurso escasso, mas também porque o manejo inadequado da irrigação pode levar a perdas econômicas no sistema de produção e à intensificação da emissão de partículas radiativas para a atmosfera. Embora práticas mais acertadas de manejo devam ser implementadas nas propriedades, no sentido de reduzir o efeito estufa, as práticas agrícolas não são, de modo geral, as maiores responsáveis pela emissão de partículas radiativas para o ambiente, sendo essa maior contribuição atribuída a outras atividades antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis, e a eventos naturais. Países desenvolvidos são mais poluentes do que aqueles em desenvolvimento e, dessa maneira, parece mais lógico que a maior pressão de governos e sociedades seja dirigida aos países desenvolvidos. No entanto, esse fato não isenta de maneira alguma a responsabilidade dos países em desenvolvimento. Nesse contexto, pastagens bem manejadas assumem papel de destaque, pois são a melhor alternativa agrícola para captura do CO<sub>2</sub> da atmosfera, minimizando o efeito estufa, e são a melhor opção para garantir o suprimento de carne e leite de modo rentável e de uma maneira que não agrida o ambiente, evitando, por exemplo, a erosão.

Diversos sistemas de produção podem ser adotados na propriedade para atender a esses fins, sendo o mais indicado dependente da localização da propriedade, da capacidade de investimento do proprietário e, obviamente, dos objetivos do empreendimento. Para regiões de ele-

vado valor da terra, como o Estado de São Paulo, o processo de intensificação de pastagens deverá envolver a adoção do pastejo rotacionado, no sentido de garantir a elevada taxa de lotação animal e o manejo eficiente de forragens de elevada produtividade.

A intensificação no uso de pastagens, no verão, precisa considerar a utilização de alimentos conservados no inverno, para garantir o equilíbrio entre suprimento e demanda de forragens durante todo o ano. Simulações recentes revelaram que a combinação de pasto intensivo e silagem intensiva garante maior receita ao sistema de produção, sendo que a intensificação das pastagens deve ser priorizada, seguida da intensificação da área destinada à produção de ensilagem que deve ser de, no máximo, 20% da área total.

A suplementação com alimentos concentrados durante o verão e/ou a terminação dos animais em regime de confinamento são opções para reduzir a idade de abate para valores próximos a dois anos. Essa constatação deverá impulsionar o desenvolvimento de mais estudos relativos à suplementação com alimentos concentrados em pastagens tropicais e uso de resíduos agropecuários/industriais em condições de confinamento. Até o momento, o total conhecimento do efeito de suplementos concentrados/fibras degradáveis sobre o desempenho de bovinos, nas nossas condições, principalmente no tocante à substituição da matéria seca da forragem pela matéria seca do concentrado, ainda é bastante incipiente. Quanto ao confinamento, seu uso deverá ser intensificado, principalmente nas proximidades de regiões com excedente de subprodutos agropecuários/industriais, capazes de garantir o desempenho satisfatório dos animais de maneira mais econômica.

Por fim, a informática, incorporando técnicas como modelagem e simulação de sistemas, sistemas especialistas, bancos de dados e internet, deverá ocupar um espaço cada vez mais representativo nos anos que se seguem. Melhoras na eficiência e economicidade do empreendimento deverão ser obtidas com o uso de modelos capazes de prever mais detalhadamente o impacto que alterações em um dado componente do sistema de produção (condições da dieta do animal, do ambiente, etc.) terão em outros. Modelos abrangentes, que integram vários dos processos determinantes do sistema de produção, deverão constituir uma ferramenta imprescindível na avaliação do desempenho e economicidade de alternativas tecnológicas e estratégias de manejo na produção de bovinos sob pastejo.

## 8. LITERATURA CONSULTADA

- ALLORE, H. G.; JONES, L. R. An approach to summarize somatic cell score trends for a data-driven, decision support system. **J. Dairy Sci.**, v. 78, p. 1377-1381, 1995.
- BALSALOBRE, M. A. A.; FERNANDES, R.A.T.; SANTOS, P. M. Corte e transporte de cana-de-açúcar para consumo animal. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, Piracicaba, 1999. **Anais...** Fealq: Piracicaba, 1999a, p. 7-26.
- BALSALOBRE, M. A. A.; SANTOS, P. M.; CORSI, M.; MEDEIROS, S. R.; BANIN, R. B. Desempenho de bovinos em crescimento recebendo suplementação a pasto durante o verão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, Porto Alegre, 1999. **Anais...** SBZ: Porto Alegre, 1999b. (compact disk).
- BARBOSA, P. F.; COSTA, M. A. B.; TORRES, I. Tamu 21: um modelo de simulação para análise de sistemas de produção de gado de corte. In: AGROSOFT 99 — CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMÁTICA, 1999. **Anais...** Agrosoft: Juiz de Fora, 1999.
- BERGER, L. L.; FAHEY JR., G. C.; BOURQUIN, L. D et al. Modification of forage quality after harvest. In: FAHEY JR., G. C. et al. (ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. p. 922-966.
- BODDEY, R. M.; RAO, I. M.; THOMAS, R. J. Nutrient cycling and environmental impact of *Brachiaria* pastures. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. (ed.) **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT/Embrapa-CNPq, 1996. p. 72-86.
- CARUSO, R. **Água vida**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. 112p.
- CERRI, C. C. Dinâmica da matéria orgânica em solos de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, Jaboticabal, 1989. **Anais...** FUNEP: Jaboticabal, 1989. p. 135-147.
- CNA (Confederação Nacional da Agricultura). **Um perfil do agricultor brasileiro**. Brasília: CNA, 1999.
- CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 14, Piracicaba, 1997. **Anais...** Fealq: Piracicaba, 1997. p. 161-192.
- DE ZEN, S. Cadeia produtiva da carne bovina. Piracicaba: Esalq/Cepea, USP, 2000.
- DELGADO, C.; ROSEGRANT, M. W.; STEINFELD, H. et al. **Livestock to 2020: the next food revolution**. Washington: IFPRI, Food, Agriculture and the environment, discussion paper 28, 1999. 72p.
- DIAS FILHO, M. B.; SIMÃO NETO, M. Eficiências agrônoma e econômica de um fosfato parcialmente acidulado em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em solos de floresta na Amazônia. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 27, p. 395-401, 1992.
- DUXBURY, J. M. The significance of agricultural sources of greenhouse gases. **Fert. Res.**, v. 38, p. 151-163, 1994.
- FAO. <http://fao.org>. 2000.
- FEIGL, B. J.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Balanço de carbono e biomassa microbiana em solos da Amazônia. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (ed.) **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa/Cnpma, 1998. p. 423-441.
- FLACHOWSKY, G. Animal nutrition in conflict with current and future social expectations and demands. **Anim. Res. Develop.**, v. 49, p. 63-104, 1999.

- FRANCISCO, V. L. F. S.; MARTIN, N. B. A informática na agricultura paulista. In: AGROSOFT 99 — CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMÁTICA, 1999. Juiz de Fora. **Anais...** Agrosoft: Juiz de Fora, 1999.
- GATES, R. N.; ROLAND, L. T.; WYATT, W. E. et al. Dose-response relationship of tetrahydrocortisol administered to grazing steers. **J. Anim. Sci.**, v. 67, p. 3419-3424, 1989.
- GOMIDE, C. A.; GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza, 1996. **Anais...** SBZ: Fortaleza, 1996. p. 403-406.
- GRANLI, T.; BOCKMAN, O. C. Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions from soils in warm climates. **Fert. Res.**, v. 42, p. 159-163, 1995.
- GRISPAN, P.; EDAN, Y.; KAHN, H. E.; MALTZ, E. A fuzzy logic expert system for dairy cow transfer between feeding groups. **Trans. ASAE**, v. 35 p. 1647-1654, 1994.
- HESS, B. W.; PARK, K. K.; KRYSL, L. J. et al. Supplemental protein for beef cattle grazing dormant intermediate wheatgrass pasture: effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, grazing behaviour, ruminal fermentation, and digestion. **J. Anim. Sci.**, v. 72, p. 2113-2123, 1994.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.
- HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; NOBRE, C. A. et al. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. **Nature**, v. 403, p. 301-304, 2000.
- JANK, M. S.; FARINA, E. M. Q.; GALAN, V. B. **O agribusiness do leite**. São Paulo: Pensa/Ed. Milkbizz, 1999. 108p.
- JARVIS, S. C. Losses of methane and ammonia from grassland production systems. In: RICHARDSON, M. L. (ed.) **Chemistry, agriculture and the environment**. London: The Royal Society of Chemistry, 1991. p. 133-156.
- JARVIS, S. C.; SCHOLEFIELD, D.; PAIN, B. Nitrogen cycling in grazing systems. In: BACON, P. E. (ed.) **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 381-419.
- JONES, M. B. The impacts of global climate change on grassland ecosystems. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, 1997. Winnipeg/Saskatoon. **Proceedings...** Winnipeg/Saskatoon: CFC/CSA/CSAS, 1999. (compact disk).
- KUNG Jr., L.; MUCK, R. E. Animal response to silage additive. In: SILAGE: field to feedbunk, 1997. Hershey. **Proceedings...** NRAES: Hershey, 1997. p. 200-210.
- LANNA, D. P. D.; TEDESCHI, L. O.; BELTRAME FILHO, J. A. Comparação de modelos lineares e não-lineares de simulação do uso de nutrientes em ruminantes para formulação de dietas que maximizem o retorno econômico. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 2, p. 479-488, abr./jun. 1999.
- MAINLAND, D. D. A decision support system for dairy farmers and advisors. **Agric. Syst.**, v. 45, p. 217-231, 1994.
- MALAVOLTA, E. The fertility of brazilian soils. In: WORKSHOP ON TROPICAL SOILS, 1999. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABC, 1999. p. 171-184.
- MARTHA JÚNIOR, G. B. Balanço de <sup>15</sup>N e perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim-elefante. Piracicaba, 1999. 75p. Dissertação (Mestrado) — Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M. **Utilização de ionóforos em condições de pastejo para bovinos de corte em crescimento**. Piracicaba: Esalq, USP — Departamento de Produção animal. 13p.
- McCORKLE, C. O.; McCORKLE, S. A. **A agricultura no século XXI: tendências e implicações para os maiores participantes do mundo**. São Paulo: Manah S/A, 1997. 20p.
- MCKINION, J. M.; BAKER, D. N. Application of the GOSSYM/COMAX system to cotton crop management. **Agric. Syst.**, v. 31 p. 55-65, 1989.
- MORAES, J. F. L.; VOLKOF, B.; CERRI, C. C. et al. Soil properties under Amazon forest and changes due to pasture installation in Rondônia, Brazil. **Geoderma**, v. 70, p. 63-81, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL Nutrient Requirement of Beef Cattle, Seventh Revised Ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- NEILL, C.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. C. et al. Net nitrogen mineralization and net nitrification rates in soils following deforestation for pasture across the southwestern Brazilian Amazon Basin landscape. **Oecologia**, v. 110, p. 243-252, 1997.
- NEVO, A.; AMIR, I. CROPLIT — An Expert System for Determining the Suitability of Crops to Plots. **Agric. Syst.**, v. 37 p. 225-241, 1991.
- NEVO, A.; OAD, R.; PODMORE, T. H. An Integrated Expert System for Optimal Crop Planning. **Agric. Syst.**, v. 45 p. 73-92, 1994.
- NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; AGUIAR, R. N. S. et al. Silagem do excedente de produção de pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 2, 2000. Goiânia. **Anais...** CBNA: Goiânia, 2000p.
- OJIMA, D. S.; DIRKS, B.; GLENN, E. P. et al. Assessment of budget for grasslands and drylands of the world. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 70, p. 95-109, 1993.
- OWENSBY, C. E. Role of grasslands as modifiers of global climate change. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, 1997. Winnipeg/Saskatoon. **Proceedings...** Winnipeg/Saskatoon: CFC/CSA/CSAS, 1999. (compact disk).
- PATERSON, J. A.; BELYEA, R. L.; BOWMAN, J. P. et al. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY JR., G. C. et al. (ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. p. 59-113.
- PENATI, M. A.; CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; SANTOS, P. M. Manejo de plantas forrageiras no pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999. Goiânia. **Anais...** CBNA: Goiânia, 1999. p. 123-144.
- PERUCHENA, C. O. Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales: aspectos nutricionales, productivos y economicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, Porto Alegre, 1999. **Anais...** SBZ: Porto Alegre, 1999b. (compact disk).
- PINSTRUP-ANDERSEN, P.; PANDYA-LORCH, R.; ROSEGRANT, M. W. **World food prospects: critical issues for the early twenty-first century**. Washington: IFPRI, Food Policy Report, 1999. 32p.

- POPPI, D. P.; McLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminant at pasture. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p. 278-290, 1995.
- POPPI, D. P.; McLENNAN, S. R.; BEDYIE, S. et al. Forage quality: strategies for increasing nutritive value of forages. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, 1997. Winipeg/Saskatoon. **Proceedings...** Winipeg/Saskatoon: CFC/CSA/CSAS, 1999. (compact disk).
- RESENDE FILHO, M. A.; BRAGA, J. L.; FONTES, C. A. de A. Um sistema de apoio à decisão para o gerenciamento de confinamentos de bovinos de corte. **Rev. de Economia e Sociologia Rural**, v. 36, p. 91-112, 1998.
- RESENDE FILHO, M. A.; PINTO, M. R.; CAMPOS, O. F.; LIZIEIRE, R. S. Um sistema de apoio à decisão para avaliação *ex-ante* da criação de fêmeas de rebanhos leiteiros em confinamento. In: AGROSOFT 99 — CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMÁTICA, 1999. Juiz de Fora. **Anais...** Agrosoft: Juiz de Fora, 1999.
- ROBINSON, P. H. SHIELD (Excel) Dairy Ration Evaluator. COOPERATIVE EXTENSION Series, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS ([http://animalscience.ucdavis.edu/extension/shield\\_excel.htm](http://animalscience.ucdavis.edu/extension/shield_excel.htm)), 2000.
- ROLIM, G. R.; SENTELHAS, P. C. Balanços hídricos e produtividade de culturas v 6.1 para Excel 7.0 In: AGROSOFT 99 — CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMÁTICA, 1999. Juiz de Fora. **Anais...** Agrosoft: Juiz de Fora, 1999.
- SANTOS, P. M. Estudo de algumas características agrônômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo. Piracicaba, 1997. 62p. Dissertação (Mestrado) — Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Lupa** (Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola). São Paulo, 1997, 4v.
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Relatório. São Paulo, 2000.
- SCHERR, S. **Soil degradation: a threat to developing-country food security by 2020?** Washington: IFPRI, Food, Agriculture and the environment, discussion paper 27, 1999. 63p.
- SCHOLEFIELD, D.; OENEMA, O. Nutrient cycling within temperate agricultural grasslands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, 1997. Winipeg/Saskatoon. **Proceedings...** Winipeg/Saskatoon: CFC/CSA/CSAS, 1999. (compact disk).
- SEIDL, W. Intensification of animal husbandry: effects on global warming and soil quality. **Anim. Res. Develop.**, v. 49, p. 7-13, 1999.
- SERRÃO, E. A.; UHL, C.; NEPSTAD, D. C. Deforestation for pasture in the humid tropics: is it economically and environmentally sound in the long term? In: BAKER, M. J. (ed.). **Grassland for our world**. Wellington: Sir Publishing, 1993. p. 832-838.
- SOUZA, E. C. A. **Uso agrônômico do fosfato natural**. Jaboticabal: Funep, 1992. 39p.
- TEIXEIRA, E. I. Avaliação de características morfofisiológicas e nutricionais do capim Tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã) sob sistema de pastejo rotacionado. Piracicaba, 1999. 87p. Dissertação (Mestrado) — Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. et al. **Soil fertility and fertilizers**. 5. ed. New York: Macmillan Publ., 1993. 634p.
- TOMASZEWSKI, M. A. Using advanced computer technologies to increase extension effectiveness. **J. Dairy Sci.**, v. 75, n. 11, p. 3242-3245, 1992.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VELDKAMP, E.; KELLER, M.; NUÑEZ, M. Effects of pasture management on N<sub>2</sub>O and NO emissions from soils in the humid tropics of Costa Rica. **Global Biogeochem. Cycles**, v. 12, p. 71-79, 1998.
- VICENTE-CHANDLER, J.; ABRUÑA, F.; CARO-COSTAS, R. et al. **Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico**. Rio Piedras: University of Puerto Rico, 1974. 164p. (Bulletin 233).
- VIEIRA, J. M.; KICHEL, A. N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...** Fealq: Piracicaba, 1995. p. 147-196.
- VILLA NOVA, N. A.; BARIONI, L. G.; PEDREIRA, C. G. S.; PEREIRA, A. R. Um modelo para predição da produtividade do capim-elefante em função da temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 1, p. 75-79, 1999.
- VITTI, G. C.; FAVARIN, J. L. Nutrição e manejo químico do solo para a cultura do milho. In: SIMPÓSIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DO MILHO, Piracicaba, 1997. **Anais...** Esalq: Piracicaba, 1997. p. 104-120.
- VITTI, G. C.; LUZ, P. H. Calagem e uso do gesso agrícola em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 3, Jaboticabal, 1997. **Anais...** Funep: Jaboticabal, 1997. p. 63-111.
- VITTI, G. C.; MALAVOLTA, E.; COUTINHO, E. L. M. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados e portadores de enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Ilhéus, 1984. **Anais...** Embrapa: Ilhéus, 1984. p. 205-253.
- VÖRÖSMARTY, C. J.; GREEN, P.; SALISBURY, J. et al. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. **Science**, v. 289, p. 284-288, 2000.
- WEISS, W. P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 81, n. 3, p. 830-839, 1998.
- WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. et al. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. (ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. p. 261-273.
- WHITE, D. H.; BRADBURY, R.; MALAFANT, K. Using the Internet to benefit rural Australia. In: Multinet'95 Information Highway: from Hypertext to Multimedia on the Internet — advanced tools and techniques. **Proceedings...** Canberra. ACS: Canberra, 1995.
- WHITEHEAD, D. C. **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 1995. 397p.
- WIAZOWSKI, B. A.; LOURENZANI, W. L.; SILVA, C. A. B. Sistemas dinâmicos como ferramenta de aprendizagem. **Economia Rural**, v. 3 n. 10, 1999.
- ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. A pecuária de corte no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, 1997. **Anais...** UFV: Viçosa, 1997. p. 349-379.