

# CUSTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOS BEBEDOUROS EM SISTEMA DE PASTEJO ROTACIONADO EM UMA PROPRIEDADE RURAL

J.L. ZOCOLER<sup>1</sup>; L.M.M. MELO<sup>2</sup>; A. F. BERGAMASCHINI<sup>3</sup>;

Escrito para apresentação no  
XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2001  
Mabu Hotel & Resort, Foz do Iguaçu – Paraná, 31 de julho a 03 de agosto de 2001

**RESUMO:** Neste trabalho, avaliou-se o custo de abastecimento de água dos bebedouros em sistema de pastejo rotacionado numa propriedade rural, bem como efetuou-se uma simulação do consumo energético por Unidade Animal (UA) para deslocamento até o bebedouro. A área de pastagem atendida pelos sistemas de abastecimento perfaz 1020,58 ha, com expectativa de comportar 4538,75 UA/ano (4,5 UA/ha.ano). O investimento inicial para abastecimento foi R\$ 76,75/ha, sendo o custo anual total de R\$ 14,19/ha, considerando os custos fixos e variáveis, o que representa o custo de R\$ 0,1646/m<sup>3</sup> de água aduzida e de R\$ 3,15/ano para cada Unidade Animal. A simulação mostrou que, em terreno plano, o deslocamento exclusivo para beber água de 228,93 m/UA.dia envolve o consumo energético 97,77 MJ/UA.ano, representando uma perda de peso vivo de 2,271 kg/UA.ano, cujo custo equivale ao anual total do abastecimento por UA.

**PALAVRAS-CHAVE:** investimento, custo anual, consumo energético.

## WATER SUPPLY COST OF WATER-TROUGH IN ROTATION PASTURE SYSTEM IN A FIELD PROPERTY

**SUMMARY:** In this work, the cost of water supply was evaluated for a rotation pasture system in a field property, as well it's done a simulation of the energy consumption per Animal Unit (AU) for displacement until the water-trough. The pasture surface supplied by the systems match 1020,58 ha, with expectation of holding 4538,75 AU/year (4,5 AU/ha.year). The initial investment for supply was R\$ 76,75/ha, being the cost annual total of R\$ 14,19/ha, considering the fixed and variable costs, what represents the cost of R\$ 0,1646/m<sup>3</sup> of adduced water and of R\$ 3,15/year for each Animal Unit. The simulation showed, in plane land, the exclusive displacement to water-trough of 228,93 m/AU.day involves the energy consumption 97,77 MJ/AU.year, representing a loss of alive weight of 2,271 kg/AU.year, whose cost is equal to the annual total of supply.

**KEYWORDS:** investment, annual cost, energy consumption.

**INTRODUÇÃO:** No Brasil, apesar do imenso rebanho bovino (cerca 163,1 milhões, DBO RURAL, 2001) a convivência prolongada dos sistemas de produção animal com índices zootécnicos extremamente baixos é altamente prejudicial e determina forte resistência dos empresários rurais e dos técnicos às mudanças nos procedimentos de manejo das pastagens. Conforme CORSI (1986), é pouco provável o estabelecimento de índices de lotação animal ao redor de 6 UA/ha e 600 kg de carcaça/ha, quando as médias do país são, respectivamente, 0,5 UA/ha e 55 kg de carcaça/ha. As gramíneas tropicais tem potencial produtivo de matéria seca pelo menos duas vezes maior que as de clima temperado sendo, portanto, esperado que esse potencial elevado de produtividade fosse explorado com elevada lotação das pastagens. Nesse sentido, a adoção de técnicas como a irrigação no período seco e no final do período úmido, bem como a do pastejo rotacionado, podem elevar tais índices aos valores desejados. No pastejo rotacionado, contudo, há necessidade maior de investimentos na construção de cercas e de bebedouros, sendo que a água oferecida ao rebanho normalmente é bombeada até um reservatório elevado, que, por sua vez é distribuída por gravidade

<sup>1</sup> Prof. Assistente Doutor - Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP - Av. Brasil , 56 - centro - Ilha Solteira (SP) - CEP: 15.385-000 . E-mail: zocoler@.agr.feis.unesp.br

<sup>2</sup> Prof. Assistente Doutor – Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS/UNESP

<sup>3</sup> Prof. Assistente Doutor – Departamento de Zootecnia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS/UNESP

para os módulos. Neste trabalho, avaliou-se o custo do abastecimento de água dos bebedouros em uma propriedade rural, bem como efetuou-se uma simulação do consumo energético por Unidade Animal (UA) e, consequentemente, o custo do deslocamento em terreno plano, quando este for exclusivo para beber água.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A avaliação foi realizada na Fazenda Menina, Município de Itapura (SP), que possui uma área total de 5203 ha, tendo como atividade principal a pecuária de corte, sendo, aproximadamente, 1700 ha de pastagem irrigada por sistema de aspersão tipo pivô central (em implantação) e 2450 ha de pastagem não irrigada. São pastagens de alta produção em sistemas de pastejo rotacionado, tendo lotação média de 7,0 UA/ha.ano nas áreas irrigadas e 4,5 UA/ha.ano nas áreas não irrigadas. Nas áreas irrigadas a adubação aplicada anualmente em cada hectare é de 420 kg de N, 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 240 kg de K<sub>2</sub>O; enquanto nas áreas não irrigadas são aplicados anualmente 160 kg de N e 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, não sendo necessária a aplicação de Potássio, devido ao alto valor de saturação de bases, que chega até a 93%. Nas áreas não irrigadas os módulos possuem em média 50 ha, sendo divididos em 8 piquetes com permanência de pastagem de 4 dias e intervalo de 28 dias. Nos módulos não irrigados que não dispõem de bebedouros naturais, o abastecimento de água para os animais é feito através de sistemas ramificados de tubulações, distribuídos em 4 setores. No primeiro setor são atendidos 6 módulos, totalizando 296,96 ha. A água é bombeada 75 m acima do reservatório da Hidrelétrica de Jupiá até um reservatório R1 de 500 m<sup>3</sup>, percorrendo uma distância de 1888 m. Do reservatório R1 a água é distribuída por gravidade para os bebedouros dos módulos através 3810 m de tubos, cujos diâmetros variam de 40 a 100 mm. No segundo setor são atendidos 4 módulos, totalizando 216,51 ha. A água é bombeada de um poço confinado, situado numa cota elevada, até um reservatório R2 de 250 m<sup>3</sup>, sendo distribuída (gravidade) através de 2940 m de tubos de diâmetros de 32, 40 e 50 mm. Nos terceiros e quartos setores são atendidos 9 módulos, totalizando 507,11 ha. A água é bombeada 66,5 m acima do reservatório da Hidrelétrica de Jupiá até um reservatório denominado “Piscinão”, feito para suprir 7 sistemas pivôs centrais; do “Piscinão” é bombeada mais 27 m acima até um reservatório R3 de 350 m<sup>3</sup>, percorrendo ao todo 5594 m (2746 m no primeiro trecho e 2848 m no segundo trecho). Do reservatório R3 a distribuição é feita por gravidade para os 4 módulos do setor 3 (234,25 ha), através de 3792 m de tubos de diâmetros que variam de 25 a 100 mm, e para o reservatório R4 de 200 m<sup>3</sup> que atende o setor 4. Do reservatório R4, também por gravidade, a distribuição é feita para os 5 módulos restantes (272,86 ha), através de 3348 m de tubos de diâmetros que variam de 32 a 100 mm. Toda a distribuição por gravidade é feita por tubos de PVC. O dimensionamento do sistema de abastecimento foi realizado para a condição de máxima lotação (7,0 UA/ha no verão), considerando-se que cada Unidade Animal (UA) consome 0,0525 m<sup>3</sup>/dia, ou seja, 19,16 m<sup>3</sup>/ano. A avaliação dos custos (fixo, bombeamento, manutenção e reparos) e do investimento inicial realizou-se conforme ZOCOLER et al (1999), sendo considerada a tarifa horo-sazonal verde para o cálculo dos custos de bombeamento. Na simulação do consumo energético por UA para o deslocamento até os bebedouros, utilizou-se as fórmulas e índices da AFRC (1993) que considera o consumo energético de 2,6 J/kgPV.m (PV - peso vivo do bovino) para deslocamento do animal em terreno horizontal. A eficiência de utilização da energia da forrageira para ganho de peso foi considerada 0,4. O deslocamento total médio D<sub>m</sub> (em km) percorrido por UA até o bebedouro, localizado em um dos vértices de uma área retangular plana, durante um ano foi estimada pela seguinte equação:

$$D_m = \frac{\left[ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sqrt{\frac{5000}{L} + \frac{10000}{L} \cdot (i^2 + j^2 - i - j)} \right] \cdot 2.n}{1000.A.L}$$

sendo: L – lotação da pastagem (UA/ha);

i – múltiplo de  $(10000/L)^{0,5}$ ;

j – múltiplo de  $(10000/L)^{0,5}$ , podendo ser igual ou não a i;

n – número de vezes que cada UA vai até o bebedouro por ano (considerada 730, ou seja, duas em média por dia);

A – área de cada piquete (ha), que deve ser igual numericamente a i.j/L.

Finalmente, fez-se a simulação do custo, por UA, do deslocamento exclusivo para beber água em piquetes de forma retangular com o bebedouro localizado num dos vértices, ou seja, o custo da conversão do peso vivo em energia para o deslocamento. Considerou-se que o rendimento de carcaça foi 52% e que seu preço foi R\$ 2,67/kg (R\$ 40,00/@).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 são apresentados o investimento inicial e o custo anual fixo e de manutenção e reparos dos componentes dos sistemas de abastecimento de água para dos setores 1, 3 e 4 simultaneamente, considerando um período de amortização de 15 anos. Verifica-se que o investimento inicial nos sistemas foi de R\$ 76,75/ha, sendo que a maior fração deste custo foi atribuída às tubulações de recalque e gravidade, que mesmo possuindo diâmetros relativamente pequenos, devido à vazão diminuta quando comparada a um sistema de irrigação, cobriram longas distâncias na área devido à ramificação do sistema.

Tabela 1. Investimento inicial (InIn), investimento inicial unitário (InIn<sub>U</sub>), custo anual fixo (CAF) e custo anual de manutenção e reparos (CAMR) dos componentes dos sistemas de abastecimento de água dos setores 1,3 e 4 simultaneamente.

Itens dos Sistemas	InIn (R\$)	InIn <sub>U</sub> (R\$/ha)	CA (R\$)			CAMR (R\$)
			Deprec <sup>(1)</sup>	Remun <sup>(2)</sup>	Total	
Tubulações (recalque e gravidade)	31401,57	39,05	758,09	2957,18	3715,27	157,00
Bombas hidrául. e motores elétr.	1816,43	2,26	43,85	171,06	214,91	62,97
Comandos de partidas	1928,64	2,40	46,56	181,63	228,19	38,57
Reservatórios e bebedouros	22491,20	27,97	542,98	2117,06	2661,05	449,84
Acessórios	3514,66	4,37	84,85	330,99	415,84	17,57
<b>Total</b>	<b>61718,27</b>	<b>76,75</b>	1476,33	5758,92	<b>7235,25</b>	<b>725,95</b>

<sup>(1)</sup> Depreciação - valor anual da depreciação calculada pelo método do fundo de amortização;

<sup>(2)</sup> Remuneração - valor anual da remuneração do capital investido;

Na Tabela 2 são apresentados, para os sistemas de abastecimento de água dos setores 1 e 3-4, o custo anual fixo, de manutenção e reparos, de bombeamento e total. Também são apresentados o custo anual total por hectare de área abastecida, o custo do metro cúbico de água aduzida e o custo de abastecimento de água para cada UA. Apesar do custo anual de bombeamento ter sido maior para os setores 3 e 4 (maior elevação e trajeto nas tubulações em relação ao setor 1), o custo anual total foi menor devido ao menor custo fixo destes, explicado pelo menor investimento com a construção dos reservatórios, uma vez que no setor 1 existe um reservatório de 500 m<sup>3</sup> para uma área 296,96 ha, enquanto nos setores 3 e 4 os dois reservatórios somam 550 m<sup>3</sup> para uma área de 507,11 ha. Consequentemente, os custos anuais unitários (ha, m<sup>3</sup> e UA) são maiores para o setor 1, sendo, porém, esta diferença de apenas 6,5%. O custo de abastecimento de água para cada UA foi, em média, R\$ 3,15.

Tabela 2. Custo anual fixo (CAF), custo anual de manutenção e reparos (CAMR), custo anual de bombeamento (CABO), custo anual total (CAT), custo anual total unitário (CAT<sub>u</sub>), custo unitário da água (C<sub>ua</sub>) e custo anual de abastecimento por unidade animal (C<sub>aa</sub>) para os setores 1 e 3-4.

Setor	CAF (R\$)	CAMR (R\$)	CABO (R\$)	CAT (R\$)	CAT <sub>u</sub> (R\$/ha)	C <sub>ua</sub> (R\$/m <sup>3</sup> )	C <sub>aa</sub> (R\$/UA)
1	2500,57	291,22	1591,88	4383,66	14,7618	0,1712	3,2804
3 e 4	4734,68	434,73	1857,12	7026,54	13,8560	0,1607	3,0791
<b>Total</b>	<b>7235,25</b>	<b>725,95</b>	<b>3449,00</b>	<b>11410,20</b>	<b>14,1906</b>	<b>0,1646</b>	<b>3,1535</b>

Na Tabela 3 são apresentadas as simulações do deslocamento médio, do consumo energético, da conversão de peso em energia, do custo do deslocamento e sua relação com o custo anual de abastecimento, todos por UA, para algumas áreas que variaram, também, na forma do retângulo (alongamento). Verifica-se que, na lotação de 4,5 UA/ha, as áreas de 10,89 e 14,22 ha, cujas larguras são iguais aos comprimentos, o deslocamento médio foi inferior ao da área de 10,67 ha devido à última ser mais alongada que as primeiras, compensando com sobra seu menor valor. Consequentemente, foi maior consumo energético, conversão de peso vivo e custo do deslocamento até o bebedouro. Tal raciocínio vale também para as áreas cuja lotação foi 7,0 UA/ha. Verifica-se, também, através da comparação entre as áreas de 10,67 e 10,71 ha que a lotação do piquete não influiu no deslocamento médio.

Tabela 3. Área, comprimento e largura do piquete, lotação, deslocamento médio total por ano por UA para ir até o bebedouro ( $D_m$ ), energia consumida no deslocamento ( $E_d$ ), peso vivo convertido em energia no deslocamento ( $PV_d$ ), custo anual do deslocamento por UA ( $C_{ad}$ ) e relação custo anual de abastecimento/custo anual do deslocamento ( $C_{aa}/C_{ad}$ ).

Área (ha)	Compr (m)	Largura (m)	Lotação (UA/ha)	$D_m$ (km/UA)	$E_d$ (MJ/UA)	$PV_d$ (kg/UA)	$C_{ad}$ (R\$/UA)	$C_{aa}/C_{ad}$ (%)
10,89	329,98	329,98	4,5	367,95	430,52	10,00	13,89	22,71
14,22	377,12	377,12	4,5	420,70	492,22	11,44	15,88	19,86
10,67	565,68	188,56	4,5	452,43	529,35	12,30	17,07	18,47
10,71	566,95	188,98	7,0	453,82	530,97	12,34	17,13	18,41
11,57	340,20	340,20	7,0	379,59	444,12	10,32	14,33	22,01

Finalmente, as simulações mostraram que, em terreno plano, o deslocamento médio (considerado exclusivo para beber água) de 228,93 m/UA.dia envolve o consumo energético de 97,77 MJ/UA.ano, representando uma perda de peso vivo de 2,271 kg/UA.ano, valor este equivalente ao do custo anual total do abastecimento (por UA) observado para a propriedade em questão.

**CONCLUSÕES:** Com base nos objetivos proposto e para as condições consideradas, pode-se concluir que o investimento inicial para abastecimento foi R\$ 76,75/ha; o custo anual total foi R\$ 14,19/ha, considerando os custos fixos e variáveis, o que representa o custo de R\$ 0,1646/m<sup>3</sup> de água aduzida e de R\$ 3,15/ano para cada UA; em terreno plano, o deslocamento médio de 228,93 m/UA.dia envolve o consumo energético de 97,77 MJ/UA.ano, representando uma perda de peso vivo de 2,271 kg/UA.ano, cujo custo equivale ao anual total do abastecimento por UA.

**AGRADECIMENTO:** À Pecuária Damha, através de seus profissionais Fábio Forli, Marcos Sousa Bertani e Natalino Cuissi Sobrinho pela presteza das informações e apoio a essa e outras pesquisas desenvolvidas em suas dependências, dando exemplo de integração empresa-universidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AFRC – Agricultural and Food Research Council. **Energy and protein requirements of ruminants.** Wallingford: EAB International, 1993. 156p.
- CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8, CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 1986, Piracicaba. *Anais....* Piracicaba: FEALQ, 1986. p.499-512.
- DBO RURAL. Pecuária em números/rebanho. **DBO Rural – Anuário de Pecuária de Corte,** (São Paulo) v.243, p.24, jan-fev. 2001.

ZOCOLER, J.L.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRIZZONE, J.A; COELHO, R.D. Análise dos custos de um sistema elevatório de água em função do diâmetro da tubulação de recalque e modalidades de aplicação das tarifas de energia elétrica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, (Porto Alegre), v.4 (3), 1999.