

Pedro N.A. Berto*
Wallace B. Guedes**
Luiz G. Mialhe***

RESUMO

No Brasil, visando a mecanização do transporte intermediário, foi estudado um guincho de tração animal, desenvolvido pelos fornecedores de cana de Pernambuco e aperfeiçoado pela Seção de Operação Agrícolas da Coordenadoria Regional Norte do Planal sucar /IAA. O guincho foi levado para Campos, no Estado do Rio de Janeiro, onde foram realizados ensaios de campo, visando avaliar seu desempenho sob condições típicas das áreas declivosas da região canavieira de Campos.

Para tração do guincho, empregou-se 2 e 3 juntas de bois atreladas ao tandem. Os animais foram caracterizados pela idade peso, altura na cernelha e perímetro torácico, determinando-se o índice anamorfósico de cada um. Para os ensaios com 2 juntas, descartou-se a junta do meio. O ciclo operacional do guincho apresenta a seguinte sequência de operações: a) carregamento na palha; b) transporte carregado; c) descarregamento no "ponto" e d) transporte vazio.

Na quantificação da capacidade do sistema, empregou-se o parâmetro denominado fluxo de transporte (F_t), que engloba os fatores carga, distância e tempo.

Para avaliação do desempenho do guincho de tração animal escolheu-se uma área tipicamente declivosa da região canavieira de Campos, localizada na Fazenda Morro Grande, de propriedade da Usina Outeiro. Para ambos os ensaios, foi utilizado o mesmo guincho e dois operadores. Para cada conjunto foram registrados dados de 10 ciclos (10 repetições compreendendo: tempo (S), consumidos em cada fase do ciclo; distâncias (m) percorridas carregado e vazio, em cada ciclo e carga (kg) transportada.

Na análise dos dados utilizou-se o teste de Wilcoxon, do campo não paramétrico, além de análises de correlação, do campo paramétrico.

Dos resultados obtidos, concluiu-se que o comportamento do equipamento estudado é afetado pelas condições de atrelamento dos animais e pela forma de manejo.

SUMMARY

Seeking the mechanization of the intermediary transport in Brazil it was studied a animal draw ratched, developed by su

-
- (*) Engº Agrônomo, Seção de Operações Agrícolas da Coordenadoria Regional Leste do Planalsucar/IAA, Campos - RJ
- (**) Engº Agrônomo, Seção de Operações Agrícolas da Coordenadoria Regional Norte do Planalsucar/IAA, Recife - PE
- (***) Prof. Assist. Dr., Deptº de Engenharia Rural da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.

garcane suppliers of Pernambuco, and improved by the Agricultural Mechanization Section of the Coordenadoria Regional Norte of PLANALSUCAR/IAA. The ratched was taken to Campos, State of Rio de Janeiro, where the field trials were held, seeking to evaluate its performance under typical conditions of the declivous areas of the sugarcane region of Campos.

For traction of the ratched was used 2 and 3 oxen yoked in tandem. The animals were characterized by the lifetime, weight, height in the withers and toraxical perimeter, and the anamorphosic index of each one. To the trials with two yokes, it was discharged the middle yoke. The ratched operational cycle presents the following sequence of operations: a) loading in field; b) loading transportation; c) unloading in the "point" and d) empty transportation.

It was used the flow of transportation (FT) as a parameter for the evaluation of the capacity of the sistem, and it gathers the factors load, distance and time.

To evaluate the performance of the ratched with animal traction it was located at the Morro Grande Farm, of the Outeiro Mill's property. It was used the same and two operators for both trials. For each set it was recorded data from 10 cycles (10 replications) including: Time (S), wasted in each fase of the cycle; distances (m) covered loaded and empty in each cycle, and load (kg) transported.

To analyse the data in was used the Wilcoxon test of the nonparametric field besides the correlation analysis, of the parametric field.

From the achieved results, it was concluded that the behaviour of the studied equipament is affected by the yokement conditions of the animals and by the way of management.

INTRODUÇÃO

O transporte de cana-de-açúcar, nas regiões de topografia declivosa, é realizado em duas etapas. Na primeira, denominada "transporte intermediário" se efetua o trabalho da matéria prima desde o interior do talhão, até a margem dos carreadores; na segunda, a matéria prima é carregada em veículos convencionais (caminhões, carretas etc.) e transportada ao pátio da indústria.

De acordo com dados relatados por FITZGERALD (1974) o transporte intermediário, em áreas declivosas, é bastante moroso, exigente em mão-de-obra e oneroso, quando realizado por sistemas convencionais. Com o advento do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose, tornou-se imperiosa a necessidade de reduzir-se os tempos entre corte e moagem da matéria prima e baixar os custos dos sistemas tradicionalmente empregados no transporte intermediário.

No Brasil, os primeiros estudos visando a mecanização do transporte intermediário foram realizados pelo PLANALSUCAR/IAA (1976), nas regiões declivosas do Estado de Pernambuco. Além das tentativas de aplicação de equipamentos florestais e guinchos tratorizados, foi estudado um guincho de tração animal, desenvolvido pelos fornecedores de cana de Pernambuco. Após aperfeiçoamentos introduzidos pela Seção de Operações Agrícolas da Coordenadoria Regional Norte do PLANALSUCAR/IAA (1978) o guincho foi levado para Campos, no Estado do Rio de Janeiro, e apresentado aos produtores da região pela Seção de Operações Agrícolas da Coordenadoria Regional Leste.

Este trabalho relata os primeiros resultados obtidos no estudo do ciclo operacional e nos ensaios de campo visando avaliar o desempenho do guincho de tração animal, efetuados sob condições típicas das áreas declivosas da região camaveira de Campos - RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

O guincho apresenta-se como uma estrutura metálica, constituída por um tubo de ferro, tendo, numa das extremidades, uma sapata recurvada, que desliza sobre o solo e, na outra, uma alça de atrelamento que se acopla no centro da cana-dupla. Conforme ilustra a Figura 1, na extremidade junto à sapata é montado um guincho manual ("catraca") e um suporte vertical, de encosta da carga para o arrocho do cabo de aço.

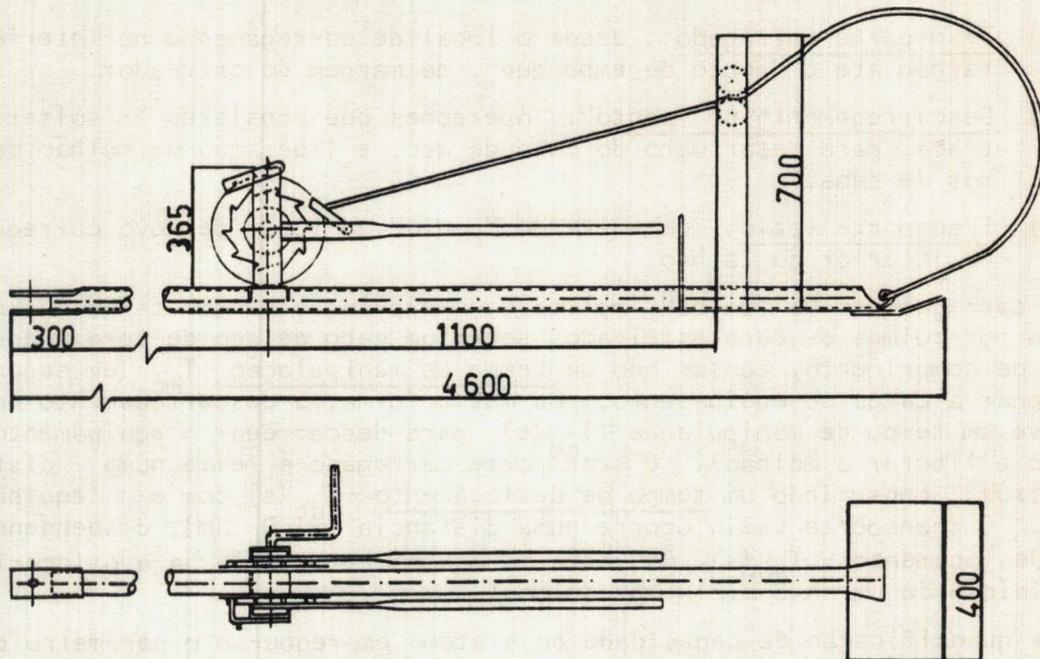


FIGURA 1 - Partes Constituintes e Dimensões Gerais do Guincho de Tração Animal para Transporte Intermediário de Cana-de-Açúcar em Áreas Declivosas

Para tração do guincho, empregou-se 2 e 3 juntas de bois, atreladas em tandem, segundo critério comumente adotado na região, cujos animais apresentavam as seguintes características:

Designação das Juntas	Nº do Animal	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura na Cernelha (m)	Perímetro Torácico (m)	Índice anamorfósico [*]
de guia	1	10	585	1,59	2,04	2,617
	2	5	485	1,36	2,00	2,941
	3	7	510	1,47	1,99	2,694
de meio	4	7	525	1,56	2,03	2,642
	5	6	530	1,52	2,03	2,711
de cambão	6	7	490	1,61	1,92	2,290

(*) Calculado, conforme descrito por Couti (1942), pela relação: $(\text{perímetro torácico})^2 / \text{altura na cernelha}$.

De acordo com COUTI (1942) a aptidão dos animais para tração é revelada com valores maiores que 2,116 para o índice anamorfósico. No caso dos animais utilizados, é significativa essa aptidão. Para os ensaios com 2 juntas de bois, descartou-se a junta do meio (bois n.ºs. 3 e 4).

O ciclo operacional do guincho de tração animal caracteriza-se por apresentar a seguinte sequência de operações:

- Carregamento na "palha": feito no interior do talhão onde os colmos cortados ("pê-ponta") se acham esteirados sobre um cabo de aço, com aproximadamente 20m de comprimento; a operação consiste em acoplar as extremidades do cabo de aço no guincho, girar o tambor para encosto do cabo e, finalmente, arrochar a carga através das alavancas da catraca.
- Transporte Carregado: desde o local de carregamento no interior do talhão até o "ponto de embarque", na margem do carreador.
- Descarregamento no "ponto": operações que consistem em soltar a catraca, para desarrocho do cabo de aço, e liberação do molhão de colmos de cana.
- Transporte vazio: de volta do "ponto" ao local de novo carregamento no interior do talhão.

O carregamento na "palha" implica na manipulação de uma carga C (kg), representada por colmos de cana esteirados sobre um cabo de aço de aproximadamente 20 metros de comprimento, consumindo um tempo de manipulação - T_{mc} (em segundos), para carregar a carga no equipamento. Da mesma forma, o descarregamento no "ponto" envolve um tempo de manipulação - T_{md} (s), para descarregar o equipamento (soltar o cabo e liberar o molhão). O transporte carregado é feito numa distância D_c (em metros), consumindo um tempo de deslocamento - T_{dc} (s) com o equipamento carregado. O transporte vazio ocorre numa distância D_v (m), dispendendo um tempo de deslocamento - T_{dv} (s), de volta do equipamento vazio para o interior do talhão e início de um novo ciclo operacional.

Na quantificação da capacidade do sistema empregou-se o parâmetro denominado fluxo de transporte - F_t , que engloba os fatores carga, distância e tempo, expresso pela seguinte equação:

$$F_t = C \frac{D_c + D_v}{T_m + T_d} \quad (1)$$

onde:

T_m = tempo total de manuseio ($T_{mc} + T_{md}$);

T_d = tempo total de deslocamento ($T_{dc} + T_{dv}$).

O valor encontrado pela equação (1), ao ser multiplicado por 0,0036, fornece o F_t em termos de "toneladas . quilômetro/hora" (t.km/h), quando C é expresso em quilogramas, D em metros e T em segundos.

Para avaliação do desempenho do guincho de tração animal, escolheu-se uma área tipicamente declivosa, da região canavieira da Usina Cia. do Outeiro. Os ensaios foram conduzidos considerando-se dois conjuntos: - um com 2 juntas e outro com 3 juntas de bois. Em ambos foram usados o guincho e 2 operadores. Para cada conjunto foram registrados dados de 10 ciclos (10 repetições), abrangendo:

- tempos (s), consumidos em cada fase do ciclo
- distâncias (m) percorridas carregado e vazio, em cada ciclo
- carga (kg) transportada.

Na análise dos dados, utilizou-se o teste de Wilcoxon, do campo não paramétrico, descrito por Campos (1976), além de análises de correlação, do campo paramétrico.

RESULTADOS

Os resultados obtidos nos ensaios de campo constam do Quadro 1. A partir desses dados, foram calculadas as velocidades do deslocamento e os fluxos de carga e descarga do equipamento, cujos resultados são apresentados no Quadro 2.

QUADRO 1 - Resultados obtidos nos ensaios de campo na Usina Cia. Outeiro, Município de Campos - RJ.

Conjunto de transporte	Ciclos (repetição)	Carga transportada C (kg)	Distâncias percorridas(m)		Tempos Consumidos (s)				Fluxo de Carga (t.km/h)
			D _c	D _v	T _{mc}	T _{md}	T _{dc}	T _{dv}	
3 juntas de bois 1 catraca 2 operadores	01	680	88	422	140	40	125	390	1,80
	02	930	57	334	215	48	70	448	1,68
	03	760	50	362	140	30	58	345	1,97
	04	770	135	378	130	32	130	410	2,03
	05	580	110	333	95	90	128	413	1,27
	06	760	120	139	180	75	135	299	1,03
	07	900	104	161	215	48	125	255	1,33
	08	1.070	90	120	229	69	87	225	1,33
	09	1.080	64	142	175	55	80	290	1,33
	10	1.000	114	169	238	32	125	298	1,47
2 juntas de bois 1 catraca 2 operadores	01	560	98	362	179	48	79	371	1,37
	02	800	46	95	135	90	40	55	1,27
	03	670	49	310	128	95	45	320	1,47
	04	1.030	121	330	145	65	160	385	2,21
	05	780	110	378	132	95	163	405	1,72
	06	960	133	169	190	40	92	298	1,68
	07	860	69	158	175	58	75	242	1,28
	08	760	79	134	195	45	54	213	1,15
	09	780	131	233	235	49	140	340	1,34
	10	810	136	195	190	70	135	270	1,45

QUADRO 2 - Velocidades de Deslocamento e Fluxo de Carregamento e Descarregamento Obtidos a partir dos Dados do Quadro 1.

CONJUNTO DE TRANSPORTE	CICLOS (Repetição)	VELOCIDADES (m/s)		FLUXO DE CARREGAMENTO (kg/s)	
		V_c	V_v	Q_c	Q_d
3 juntas de bois 1 catraca 2 operadores	01	0,704	1,082	4,858	17,000
	02	0,814	0,745	4,325	19,375
	03	0,862	1,049	5,428	25,33
	04	1,038	0,922	5,923	24,062
	05	0,859	0,806	6,105	6,444
	06	0,889	0,465	4,222	10,133
	07	0,832	0,631	4,186	18,750
	08	1,034	0,533	4,672	15,507
	09	0,800	0,490	6,171	19,636
	10	0,912	0,567	4,202	31,250
2 juntas de bois 1 catraca 2 operadores	01	1,240	0,976	3,128	11,667
	02	1,150	1,727	5,926	8,889
	03	1,089	0,969	5,234	7,053
	04	0,756	0,857	7,103	15,846
	05	0,675	0,933	5,909	8,210
	06	1,446	0,567	5,053	24,000
	07	0,920	0,653	4,914	14,827
	08	1,463	0,629	3,897	16,889
	09	0,936	0,685	3,319	15,918
	10	1,007	0,722	4,263	11,571

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Fluxo de Transporte - T_f (t . km/h)

Aplicando-se aos dados de F_t (Quadro 1) o teste de Wilcoxon, chegou-se aos seguintes resultados:

$W = 103,50$
 $\alpha = N.S.$

onde W é a estatística do teste e α o nível de significância. A não significância indica não haver diferenças de F_t entre os tratamentos com 2 e 3 juntas de bois, na tração do guincho. As médias observadas para F_t , são:

2 juntas	1,494 t . km/h
3 juntas	1,524 t . km/h

Distâncias e Velocidades - (D_c, D_v); (V_c, V_v)

A distribuição de frequências para a relação D_v/D_c é mostrada no histograma da Figura 2. Conforme se observa, a maior frequência para D_v/D_c foi na classe de 1,158 a 2,375. O ponto médio da classe situa D_v/D_c em torno do valor 1,767, ou seja:

$$D_v = 1,767 D_c$$

$$D_c = 0,566 D_v$$

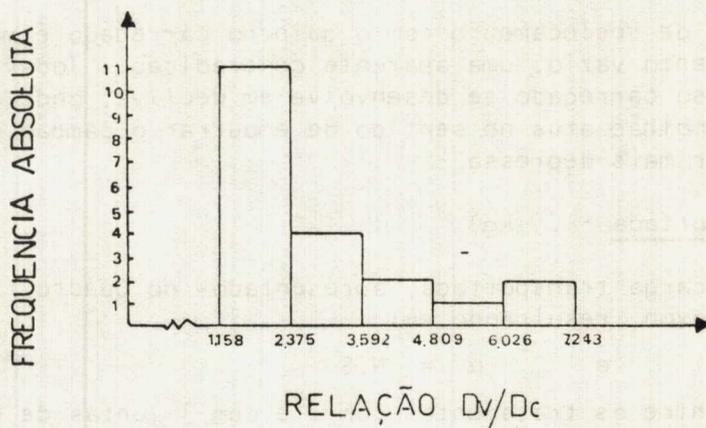


FIGURA 2 - Histograma de Frequência Absoluta para a Relação D_v/D_c

Há, portanto, uma nítida tendência das distâncias percorridas com o guincho carregado serem equivalentes a 0,566 daquelas de volta ao talhão, com equipamento vazio. Os percursos carregados variaram de 46 a 136m, com média de 95,25m para ambos os tratamentos (2 e 3 juntas). Os percursos vazios variaram de 95 a 422m, com média de 246,20m.

Com relação às velocidades de deslocamento, os dados do Quadro 2 foram submetidos ao teste de Wilcoxon, apresentando os seguintes resultados:

Fatores de Comparação entre Conjuntos com 2 e 3 Juntas de Bois	Teste de Wilcoxon W	α
V_c	130,0	4,5 %
V_v	118,5	N.S.
V_v/V_c	104,0	N.S.

O único fator que determinou diferença significativa entre os conjuntos foi V_c . O conjunto com 2 juntas de bois apresentou maior V_c . Os valores médios são:

2 juntas	1,068 m/s (3,84 km/h)
3 juntas	0,874 m/s (3,15 km/h)

A aparente contradição desses resultados, uma vez que 3 juntas teriam maior potencial de tração que 2 juntas, pode-se explicar pelo aumento da perda por atrelamento com o aumento das juntas atreladas em tandem, conforme relata o CONTI (1942).

Com relação a V_v e V_c/V_v , não se observou diferenças significativas entre os conjuntos com 2 e 3 juntas. As médias para esses fatores são:

Fatores	2 Juntas	3 Juntas	Médias
V_v	0,872 m/s	0,729 m/s	0,801 m/s (2,88 km/h)
V_c/V_v	1,225	1,199	1,212

Assim, a relação V_c/V_v situa-se em torno de 1,212, ou seja:

$$V_v = 0,825 V_c \quad \text{e} \quad V_c = 1,212 V_v$$

A velocidade de deslocamento com o guincho carregado é maior que a velocidade com o equipamento vazio, uma aparente contradição. Todavia, é necessário lembrar que o percurso carregado se desenvolve em declive, onde a componente horizontal do peso do molhão atua no sentido de empurrar o cambão para frente obrigando a junta a andar mais depressa.

Carga Transportada - C (kg)

Os dados de carga transportada, apresentados no Quadro 1, foram submetidos ao teste de Wilcoxon, resultando em:

$$W = 92,0 \quad \text{e} \quad \alpha = \text{N.S.}$$

Não houve, entre os tratamentos com 2 e com 3 juntas de bois, diferenças no peso da carga transportada, cujos valores médios são:

2 juntas	801 kg
3 juntas	853 kg
Média	827 kg

Características dos Animais e Atrelamento

De acordo com Conti (1942), o avanço por passo de animais de serviço se equivale a 3/4 da altura da cernelha. Em função das características levantadas para cada animal e velocidade carregada observada, calculou-se o tempo médio para cada junta completar 1 passo. Os resultados são os seguintes:

Nº do Animal	Avanço por Passo (m)	Avanço Médio da Junta por Passo	Tempo para Completar 1 Passo	
			3 Juntas ($V_c = 0,874$ m/s)	2 Juntas ($V_c = 1,068$ m/s)
1	1,19			
2	1,02	1,105 m	1,26 s	1,03 s
3	1,10			
4	1,17	1,135 m	1,30 s	-
5	1,14			
6	1,21	1,175 m	1,34 s	1,10 s

Como se observa, a distribuição dos animais atrelados no equipamento, sem levar em conta suas respectivas alturas na cernelha, levou aos seguintes fatos:

- a) em desequilíbrio entre o avanço médio por passo entre as juntas de guia e do cambão, da ordem de 7,5 cm/passos
- b) um acréscimo no tempo por passo quando se compara o atrelamento de 2 e 3 juntas, resultando em significativo decréscimo em V_c para o conjunto com 3 juntas.

Fluxo de Carregamento e Descarregamento - Q_c, Q_d

Analisando-se as correlações entre C, T_{mc} e T_{md} , obteve-se os seguintes resultados:

Correlação	2 Juntas de Bois	3 Juntas de Bois	Independente do N° de Juntas
C vs T_{mc}:			
Coefficiente γ :	0,01	0,82	0,52
Teste F	0,00 (N.S.)	16,67**	6,83*
C vs T_{md}:			
Coefficiente γ :	- 0,14	- 0,17	- 0,21
Teste F:	0,17 (N.S.)	0,23 (N.S.)	0,85 (N.S.)

Conforme se observa, a única correlação significativa foi para C vs T_{mc} no caso de 3 juntas de bois e independentemente do n° de juntas, cujas equações de regressão são, respectivamente:

$$\hat{C} \text{ (kg)} = - 20,49 + 0,23 T_{mc} \text{ (s)}$$

$$\hat{C} \text{ (kg)} = 57,27 + 0,14 T_{md} \text{ (s)}$$

Para soltar o molhão, a correlação T_{md} vs C, independentemente dos tratamentos (2 e 3 juntas), apresentou os seguintes resultados:

$$\gamma = 0,21$$

$$F = 0,85 \text{ (N.S.)}$$

Dessas análises de correlação, verifica-se que enquanto o tempo para prender o molhão no equipamento está correlacionado com o peso do molhão, o tempo para soltar o molhão independente do peso deste.

A distribuição de frequências para a relação Q_c/Q_d é mostrada no histograma da Figura 3.

Como se observa, a maior frequência para Q_c/Q_d foi na classe de 0,134 a 0,297. O ponto médio da classe situa Q_c/Q_d em torno do valor 0,216, ou seja:

$$Q_c = 0,216 Q_d$$

$$Q_d = 4,63 Q_c$$

Há, portanto, uma nítida tendência dos fluxos de descarregamentos serem 4,63 vezes maiores que aqueles de carregamento. A faixa de variação e os valores médios para Q_c e Q_d , independentemente dos tratamentos, foram:

$$Q_c \text{ } 3,128 \text{ a } 7,103 \text{ kg/s (4,942 kg/s)}$$

$$Q_d \text{ } 6,444 \text{ a } 25,333 \text{ kg/s (16,118 kg/s).}$$

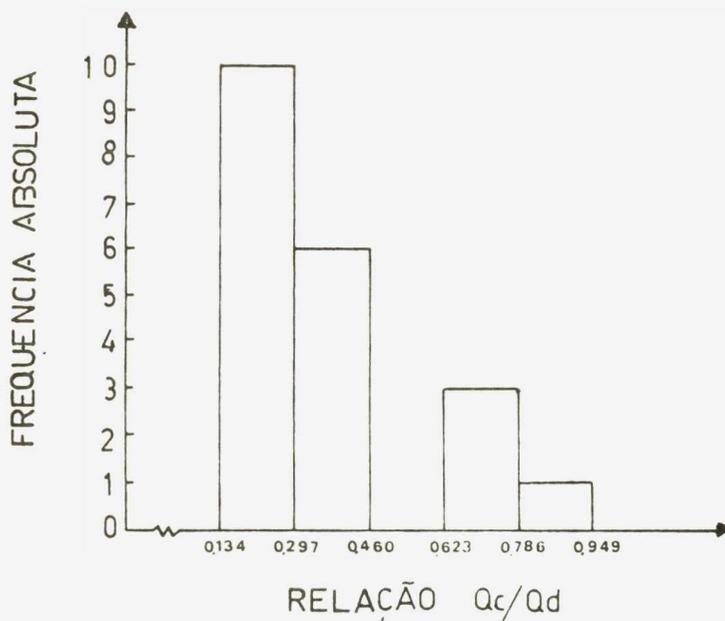


FIGURA 3 - Histograma de Frequência Absoluta para a Relação Q_c/Q_d

CONCLUSÕES

1. Os níveis de fluxo de carga observados, têm possibilidade de ser melhorados, desde que se proceda a uma melhor distribuição no atrelamento dos animais. Os resultados obtidos neste trabalho sugerem novos estudos, com 1, 2 e 3 juntas de bois, cujos avanços por passo sejam ajustados, pela posição de atrelamento, evitando-se que as juntas posteriores fiquem sujeitas a um efeito de retardamento pelas juntas anteriores.

2. Ao se comparar os valores das relações D_c/D_v e V_c/V_v , chega-se à conclusão de que o percurso carregado, além de ser menor de que o vazio é feito numa maior velocidade; tal fato sugere o estudo de critérios de percurso no talhão e manejo dos animais, que permitam aumentar a relação D_c/D_v e reduzir a relação V_c/V_v .

3. O fato de T_{md} não estar correlacionado com C , indica que o fluxo de descarregamento poderá ser melhorado, através de um aprimoramento das técnicas de manuseio do equipamento e da adoção de dispositivos que facilitem o desacoplamento do cabo de aço.

4. O baixo valor observado para a relação Q_c/Q_d , sugere um reestudo da maneira como o pessoal encarregado do corte deixa o molhão no campo; a cana estendida sobre o cabo exige para acoplamento no guincho, que seja previamente amontoadada, operação que concorre para reduzir Q_c .

5. Embora se trata de equipamento que ainda requer novos estudos, conforme se depreende pelas conclusões anteriores, o guincho de tração de tração animal parece constituir uma solução promissora para o transporte intermediário nas áreas declivosas da região canavieira de Campos, Rio de Janeiro. Por ser de construção simples, de baixo custo e fácil manejo, torna-se especialmente adaptado aos pequenos e médios fornecedores com culturas em terrenos de encosta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração da Usina Cia. do Outeiro, que proporcionou todas as condições para a realização do presente trabalho.

Igualmente, agradecem ao Engenheiro Agrônomo N.A. Lavorenti, da Assessoria de Economia e Estatística do PLANALSUCAR, Piracicaba - SP, pela execução das análises estatísticas.

LITERATURA CITADA

- CAMPOS, H. *Estatística experimental não paramétrica*. 2ª edição E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP. 1976. 332 p. mimeo.
- CONTI, M. *Tratado de mecânica agrícola*. _____
Buenos Aires, Argentina. 1942.
- FITZGERALD, P.M. *Colheita e transporte de cana-de-açúcar*. Curso de Agronomia Ca-
navieira da UFRP. EECAA. Rio Largo, AL. 1974. 68 p.
- PLANALSUCAR/IAA. *Relatório anual. Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-
Açúcar*. Superintendência Geral, Piracicaba-SP. 1976.
- _____. *Relatório de acompanhamento de Projeto 32.B.20. Seção de Opera-
ções Agrícolas*, Coordenadoria Regional Norte. Carpina, PE. 1978.