

# Workshop sobre “PRODUÇÃO DE ETANOL: QUALIDADE DE MATÉRIA-PRIMA”

Projeto Programa de Pesquisa em Políticas Públicas

Painel 1:

**“Qualidade da Matéria-prima entregue nas Usinas”**

**Palestrante: Paulo Graziano Magalhães**  
UNICAMP – Faculdade de Engenharia Agrícola  
[graziano@agr.unicamp.br](mailto:graziano@agr.unicamp.br)

**Debatedores:**

Oscar Braunbeck – UNICAMP / FEAGRI

Humberto Carrara – Usina São João

*Lorena, 30/05/2008*

## Qualidade da matéria prima entregue as usinas

Paulo S. Graziano Magalhães & Oscar A. Braunbeck  
Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI-UNICAMP

### Introdução

Apesar de ser líder mundial em produção de cana-de-açúcar, Tabela 1, o Brasil apresenta um dos menores índices de mecanização da colheita, apenas 40%, enquanto em alguns países produtores, como Estados Unidos e Austrália, esse patamar é de 100%, mesmo assim a área total de colheita mecanizada no Brasil também é a maior. De modo geral a colheita da cana-de-açúcar envolve cinco operações muito simples, que são o corte dos colmos na base e no ponteiro, a alimentação dos colmos para o interior da colhedora, a retirada das folhas e a picagem (opcional). Entretanto, ainda hoje existe carência preocupante de processos de baixo custo para efetuar a colheita de cana crua.

Tabela 1 - Principais países produtores de cana-de-açúcar – 2005. (Fonte, MAPA 2007)

	País	Produção de cana-de-açúcar (mil ton)	Área colhida (mil ha)	Produtividade (ton cana/ha)
1	Brasil	422.926	5.794	72,99
2	Índia	232.300	3.602	64,49
3	China	87.768	1.361	64,49
4	Paquistão	47.244	967	48,86
5	México	45.195	636	71,06
6	Tailândia	43.665	1097	39,80
7	Colômbia	39.849	426	93,54
8	Austrália	37.822	434	87,15
9	Indonésia	29.505	435	67,83
10	EUA	25.308	373	67,85

A evolução lenta da colheita mecânica no Estado e no país permite concluir, mesmo sem abordar detalhes técnicos, que as soluções tecnológicas disponíveis atualmente não são suficientemente competitivas para atrair os usuários. As principais limitações da colheita mecanizada nas áreas produtivas de cana-de-açúcar no Brasil são: o alto índice de impureza na carga, que implica na redução da qualidade tecnológica da matéria-prima fornecida para moagem; perdas de cana no campo; áreas com declive acima de 12% que não permite uma

boa operacionalidade das colhedoras; e altos investimentos necessários para a mecanização o que a inviabiliza para pequenos produtores.

### **Matéria prima**

A cana-de-açúcar pode ser dividida em quatro componentes: o colmo que vai do solo até o ponto fácil de ser quebrado, justamente antes do topo (81.2%), palmito o que está a cima deste ponto, de aproximadamente 200 mm de comprimento, sem contar com as folhas que são facilmente removidas pelo sistema de limpeza da colhedora (6.1%), folhas do topo (5.6%), e folhas secas (trash) material geralmente incorporado a carga pela deficiência de limpeza ou por permanecer unido ao colmo (7.1%). A matéria-prima desejável para a indústria pode ser definida como colmos em estágio adiantado de maturação, sadios, recém-cortados, normalmente despontados e livres de matéria estranha (STUPIELLO, 1987).

O conceito matéria estranha refere-se a tudo o que não for colmos ou rebolos de colmos maduros que acompanham a matéria prima, podendo ser dividido, em função de sua natureza, em matéria estranha vegetal (palmito, palha, folha, colmos secos) e matéria estranha mineral (pedra, terra). O teor de matéria estranha depende de vários fatores, onde se destacam as condições de cultivo, as características da variedade de cana-de-açúcar e do solo, a qualidade da queima e o tipo de máquina empregada na colheita (sistemas de corte de base e de despalhamento) (STUPIELLO & FERNANDES, 1984).

A qualidade da cana-de-açúcar exige que para o processamento industrial o colmo deva estar maduro, recém cortado, limpo, com o mínimo possível de ocorrência de broca e podridão vermelha. A maior incidência de impurezas mineral ou vegetal também afeta a qualidade da matéria-prima.

FOSTER & IVIN (1981) já haviam observado de trabalhos anteriores realizado pelo Sugar Research Intitute da Austrália que a cana crua apresenta melhor qualidade. Os autores conduziram experimentos com cana queimada e cana crua e observaram que a o fogo causa injúrias a cana e sua extensão depende da intensidade deste. A perda de massa neste caso varia de 0,3 a 2,6%. As perdas de ATR podem ser atribuídas a: i) destruição térmica da sacarose, ii) diluição por fluxo de água nas fibras, iii) possível perda de solução de açúcar pelo fluxo através das raízes imediatamente após o fogo, iv) perda física de açúcar pela ebulição do suco no tecido queimado da cana, v) perda de açúcar per exsudação na superfície cana. No Brasil RIPOLI et al. (1996) relataram a alteração da qualidade da matéria prima em função direta da queimada como processo de pré-limpeza do canavial. Os resultados

apresentados pelos autores indicam que em média se perde 1,3% do ATR e variam em função das condições climáticas e outras características correlacionadas com as condições de campo.

A despeito da lei que propõe a sua extinção desta prática até o ano 2014 no estado de São Paulo, ela continua sendo prática comum em grande parte do estado e do país. O fogo além de eliminar uma fonte de alto poder calorífico que poderá ser utilizado como fonte de energia, também causa danos ao colmo já mencionados.

BURLEIGH (1988) detectou que, na colheita mecanizada, para cada 1% de acréscimo de impurezas na cana resulta em decréscimo de 1,3 a 1,4% de açúcar recuperável e aumento proporcional nos custos de transporte e aumento da manutenção de equipamentos industriais. De acordo com LEGENDRE (1991) apud RICHARD et al. (2001) em variedades de cana com baixo teor de açúcar, para cada 1% de impureza que vai junto com a cana a relação açúcar por tonelada de cana pode ser reduzida de 2,56 a 1,36 kg.

Estes resultados contradizem os obtidos por IVIN & DOYLE (1989) que realizaram experimento misturando aos colmos de cana matéria estranha em diferentes proporções. O suco produzido a partir desta mistura foi então analisado e clarificado em laboratório, simulando os procedimentos que ocorrem durante a moagem. Os resultados obtidos indicam que existe maior concentração de impurezas como cor, cinzas, açúcares redutores nos ponteiros que na cana limpa e que a inclusão de 6% de ponteiros durante o processamento aumenta em média em 0,3 pontos da quantidade de fibra. Os autores concluíram ainda que a perda de pol durante todo o processo de moagem devido à inclusão de 6% de ponteiros seria desprezível, sendo que as cinzas e a cor do açúcar também não são afetadas, o efeito principal seria apenas no aumento da quantidade de melaço e bagaço produzido. A Tabela 2 apresenta os resultados das análises da média das características de 10 diferentes variedades (17 amostras de cana por variedade), a Tabela 3 a análise do suco de cana e a Tabela 4 a análise do suco clarificado.

Tabela 2 – Análise da cana, ponteiros, (%). Ivin and Doyle (1989)

	Amostra	Pol	Sacarose	Açúcares redutores	Pureza	Fibra	ATR	Cinzas%	Cor por 1% Impureza
<b>Valores médios</b>	cana	15,06	15,11	0,33	90,6	12,5	14,3	39,0	1600
	palmito	1,99	2,28	1,23	36,0	14,6	0,2	43,6	1570

Tabela 3 Análise do suco de cana-de-açúcar produzido a partir da cana, cana +6% de ponteiros, cana +6% palha. Ivin and Doyle (1989).

	Amostra	Pol	Sacrose	Açúcares redutores	Pureza	Fibra	ATR	Cinzas %	Cor por 1% Impureza
<b>Valores médios</b>	cana	16,26	16,39	0,39	92,9	13,2	15,6	49,0	2840
	tops	3,12	3,31	1,32	46,8	16,7	1,4	38,4	2480
	cane + tops	15,56	15,66	0,45	91,5	13,5	14,8	44,6	2740
	C + T	15,47	15,60	0,45	91,8	13,4	14,8	47,0	3210
	esperado								
	diferença	0,09	0,06	0,00	-0,3	0,1	0,0	-2,4	-470

C – cana pura, CT cana + 6% de ponteiro, CTR cana + 6% palha.

Tabela 4 –Análise do suco clarificado. Ivin and Doyle (1989)

Valores médios	Sacrose	Açúcares redutores	Pureza	Cor	Cor Diferença (%)	Cor per 1% Impurezas
<b>C</b>	19,17	0,38	94,6	9290		1780
<b>CT</b>	17,93	0,42	93,9	10517	13,2	1720
<b>CTR</b>	18,38	0,46	93,7	11554	26,5	1870

C – cana pura, CT cana + 6% de ponteiro, CTR cana + 6% palha.

Nesta mesma linha de análise MELO et al. (1998) avaliaram a consequência de se utilizar a cana integral sem o desponte no processamento. Os autores citaram Payne (1972) que relata que não detectou variação na recuperação de açúcar na indústria devido a presença dos ponteiros, e citam ainda que Ferrari e Borzani (1982) obtiveram aumento de 4,4% na produção de etanol utilizando cana não despontada. A Tabela 5 apresenta os resultados médios obtidos da análise tecnológica dos tratamentos com cana integral, crua e queimada, com ponteiro, e sem ponteiro. A Tabela 6 apresenta os valores médios obtidos da fermentação do caldo da cana-de-açúcar crua integral e despontada e queimada sem desponte e despontada. Os autores observaram que a maior eficiência de fermentação foi obtida através do caldo da cana de açúcar integral, concluindo que não houve restrição à utilização da cana crua integral e queimada sem desponte. Contudo observam que a quantidade de açúcares totais por hectare foi menor quando se processou cana com ponteiros, sendo o melhor desempenho industrial obtido em cana crua integral sem ponteiros. Sendo a consequência direta do processamento da cana integral no incremento da biomassa a ser processada na ordem de 20%. Estes resultados estão de acordo com os resultados de IVIN & DOYLE (1989) apresentados e discutidos previamente neste artigo.

MUTTON et al. (1996) avaliaram o efeito das impurezas vegetais sobre o comportamento das características tecnológicas da cana-de-açúcar. Os autores citam os

trabalhos de Casagrande (1978) e Ferari et al. (1980) que concluíram também que a presença de impurezas minerais apesar de causar redução da qualidade da matéria-prima não causam efeito sobre o ATR, pelo contrário em alguns casos foi detectado o aumento da produtividade agrícola. Os autores ensaiaram cana com vários tipos de impurezas minerais e em diferentes proporções concluindo que a presença de impurezas vegetais promove alterações nos parâmetros tecnológicos tais como Brix % caldo, Fibra e Pol % da cana, como pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 5. Teores médios obtidos das determinações tecnológicas efetuadas em cana crua e queimada, integral, sem desponte e despontada. Melo et al. (1998)

Determinações	Cana crua		Cana queimada	
	Integral	Despontada	Sem desponte	Despontada
Brix % caldo	15,98	18,00	15,12	15,90
Pol % caldo	13,44	15,90	12,01	13,01
Pol % cana	11,33	13,96	10,24	11,20
Fibra % cana	16,68	12,19	14,74	13,90
Pureza	83,96	88,34	79,09	81,99
Umidade % cana	70,64	71,88	72,40	72,70
A,R, % caldo	0,96	0,84	1,24	1,00
A,R, % cana	0,77	0,69	1,11	0,91
AT%	12,10	14,65	11,35	12,14

Tabela 6. Teores médios obtidos da fermentação de cana crua, "integral" e "despontada" e de cana queimada "sem desponte" e "despontada". Melo et al. (1998).

Determinação	Cana crua		Cana queimada	
	Integral	Despontada	Sem desponte	Despontada
Velocidade de fermentação (gCO <sub>2</sub> /h)	3,23	3,35	3,22	3,34
Brix final	1,14	0,83	1,24	0,87
% fermento	13,45	11,60	14,10	11,65
% fermento seco	1,888	1,718	1,874	1,610
Eficiência de fermentação	84,76	82,62	82,69	82,30

Tabela 7 – Resultado da mistura de impurezas vegetais em diferentes percentagens na biomassa a ser processada. Mutton et al. (1996)

Tipo	2%	4%	6%	8%	Média
		Brix % caldo extraído - Cana limpa* = 16,81			
Cana + IV	17,02	16,74	17,30	17,36	17,11
		Pol % caldo extraído - Cana limpa* = 14,47			
Cana + IV	14,47	14,40	14,37	14,31	14,39
		Peso Bagaço prensa - Cana limpa* = 127,94			
Cana + IV	134,73	143,28	148,49	156,19	145,67
		Fibra % cana - Cana limpa* = 11,08			
Cana + IV	12,11	13,42	14,21	15,37	13,78

IV – impureza vegetal, folhas secas + folhas verdes. \* os valores de cana limpa são referências.

## Colheita

Segundo dados dos próprios fabricantes, a maioria das colhedoras de cana picada em operação no país é das marcas Case e John Deere, que trabalham no campo seguindo o mesmo princípio de operação, utilizando os mesmos componentes e sistemas de processamento da cana-de-açúcar. A adoção do sistema mecanizado de colheita de cana picada introduz certos inconvenientes, tais como o aumento dos índices de impurezas vegetais e minerais na carga, que implicam na redução da qualidade tecnológica da matéria-prima fornecida para moagem e perdas de cana no campo (FERNANDES et al., 1977).

Níveis de impurezas de 2 a 5% são típicos em sistemas de colheita manual bem manejados, enquanto que em colheita mecânica estes índices variam de 5 a 8% em cana ereta, podendo atingir índices de 10 a 20% em condições adversas (cana sem queimar e tombada).

A qualidade da matéria prima também está diretamente relacionada com as perdas de cana-de-açúcar durante a colheita mecânica podem ser divididas em perdas visíveis e invisíveis. As perdas são denominadas visíveis quando são detectadas visualmente no campo após a colheita, constituindo-se principalmente de canas inteiras, rebolos e tocos resultantes da altura do corte basal, podendo ser facilmente determinadas por coleta manual. As perdas na forma de caldo, serragem e estilhaços de cana, que ocorrem devido à ação de mecanismos rotativos que cortam, picam e limpam a cana durante o processamento interno nas colhedoras, são definidas como perdas invisíveis (NEVES et al., 2003).

A qualidade dos rebolos colhidos também afeta a qualidade da matéria prima entregue as usinas. O tamanho médio e a natureza do corte são dois fatores fundamentais na determinação desta qualidade. Segundo STUPIELO & FERNADES (1984) o “bom corte” é dado aos toletes que não apresentam sinais de dilaceração, causados pelas facas de corte de base ou pelas do rolo picador, ou esmagamento causado pelos rolos alimentadores. KROES (1997) estabeleceu uma tabela para classificar a qualidade do corte da cana em função da condição da ponta, Tabela 7. Em seu trabalho de avaliação da qualidade de corte da cana, NEVES et al. (2004) avalia as perdas na qualidade do rebolo em função do estado de conservação das facas. O resultado pode ser observado na Figura 1.

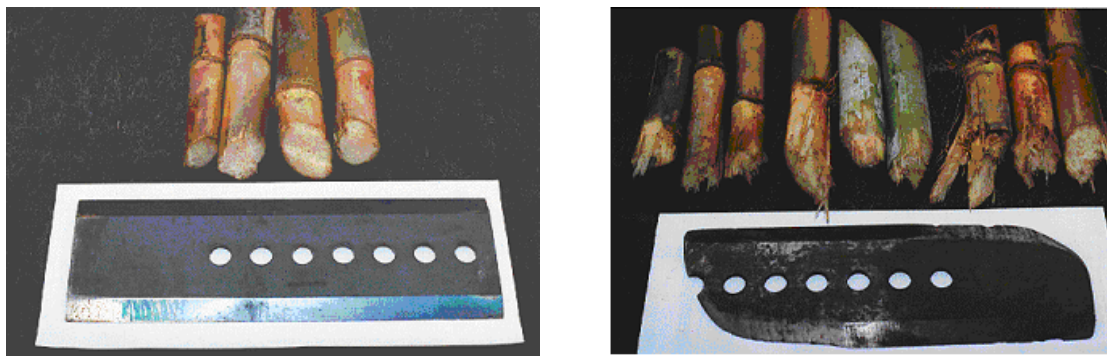


Figura 1 - Estado dos rebolos cortados com facas novas à esquerda e facas usadas à direita.

Este desgaste das facas está fortemente associado ao controle de altura do corte de base. O corte de base mecanizado é composto de discos duplos posicionados na entrelinha, porém não é adaptado para o sistema de plantio no sulco, e como não apresenta recursos de flutuação independente para cada disco implica na movimentação de grande quantidade de solo. Esta movimentação de solo além de causarem o desgaste prematura das facas e danificarem os rebolos, introduzem outros inconvenientes, tais como, aumento dos índices de impurezas na carga, que implicam na redução da qualidade tecnológica da matéria-prima fornecida para moagem e perdas de cana no campo, além de requerer alta potência para cortar e movimentar o volume de solo.

Tabela 1 – Classificação dos colmos de cana em função do dano causado pelo processo de corte mecânico.

Classificação Danos	Limite Inferior do colmo	Limite Superior do colmo
(1) sem avaria		
(2) avaria mínima		
(3) avaria		
(4) trinca mínima		
(5) trinca		
(6) trinca máxima		
(7) estilhaço mínimo		
(8) estilhaço		



A quantidade de terra incorporada à matéria-prima varia com a posição mais ou menos ereta dos colmos e com a quantidade de folhas de cada variedade. RIDGE & DICK (1988) destacam que a redução do nível de terra na cana colhida mecanicamente teve uma alta prioridade no programa de trabalho do BSES nos anos de 1987 e 1988 na Austrália. Os autores consideram que o processamento da cana com terra gera custo adicional na indústria de 0,62 a 0,95 A\$/tonelada de cana processada. Os autores avaliaram ainda a capacidade de rejeição de terra dos cortadores de disco convencionais submetidos em laboratório à vazões de terra equivalentes a operar o cortador de base a 25 e 50 mm de profundidade. Apesar do cortador de base ter rejeitado entre 83 e 93% da terra e que os rolos alimentadores tenham rejeitado de 3 a 16% da mesma, o teor final de terra na matéria-prima permaneceu em torno de 1,5%.

Segundo RIDGE (1990) para minimizar a presença de solo na matéria-prima são necessárias alterações nas práticas culturais existentes (preparo do solo, plantio, largura entre fileiras, etc.) ou mudanças no projeto do disco cortador basal. O autor destaca os fatores relacionados ao corte basal que contribuem para elevar os níveis de contaminação da matéria-prima, estes são: ação de corte e movimentação de solo (efeito aração) das sapatas dos levantadores helicoidais (pirulitos); excessivo ângulo dos colmos promovido pelo anteparo localizado antes do corte basal e excessivo fluxo de solo no cortador basal quando o corte é realizado abaixo do nível do solo.

BRAUNBECK & MAGALHÃES (2005) em ensaio de desempenho de colhedora de cana convencional desprovidas de sistema de controle de altura de corte (mecânico ou eletrônico) observaram que a quantidade de impureza minerais presentes na carga dos transbordo é de 0,25%. SALVI et al. (2007) avaliando o desempenho de uma colhedora de cana com e sem o sistema de controle de altura de corte observaram valores de impureza mineral aderida a carga entre 0,3 e 1,47%, sendo o resultado influenciado prioritariamente pelo estado do canavial e muito menos pelo mecanismo de controle. A Figura 2 ilustra o estado da colhedora de cana em função do corte de base muito rente ao solo e a Figura 3 ilustra o resultado do corte de base após a passagem da colhedora.

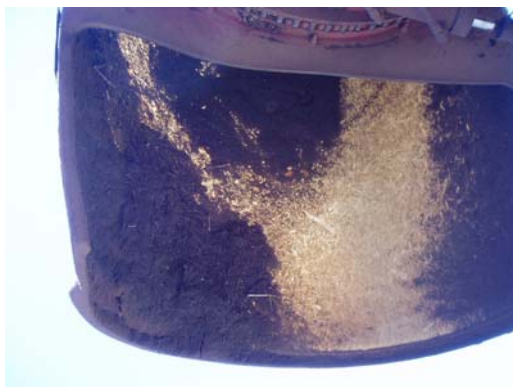


Figura 2 – Colhedora contaminada com impureza mineral aderida ao rolo alimentador e ao disco de corte basal à esquerda e ao capuz do extrator secundário à direita.

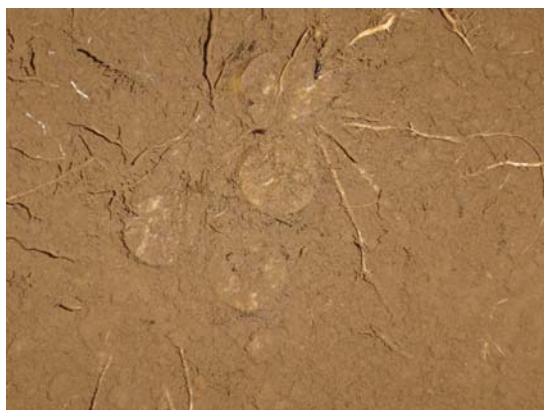


Figura 3 – Resultado do corte de base da colhedora convencional. À esquerda abaixo do nível do solo e à direita elevado.

A deficiência no controle da altura de corte de base das colhedoras, além de contaminar os colmos com terra quando operado abaixo do nível do solo, provoca também perdas de matéria-prima quando o corte é elevado. OMETTO (1994) apresenta perdas na forma de tocos deixados pelo cortador de base nessas condições. Essas perdas atingiram 1,17 % (1,26 Mg.ha<sup>-1</sup>) na cana queimada e 1,44 % (1,43 Mg.ha<sup>-1</sup>) na cana sem queimar, de um total de aproximadamente 5 % de perdas totais visíveis.

O sistema de extratores e/ou ventiladores é responsável pela ocorrência de perdas de matéria-prima, pois na tentativa de reduzir os índices de impurezas na cana colhida por meio do aumento da velocidade de saída de ar dos extratores/ventiladores das colhedoras, pode-se elevar as perdas de matéria-prima a níveis inaceitáveis (YOUNGER, 1980). DICK (1986) relata que na Austrália, testes de campo mostraram que as perdas de cana pelos extratores das

colhedoras variaram na faixa de 2 a 7 Mg ha<sup>-1</sup> em colheita de cana sem queimar e 1 a 5 Mg ha<sup>-1</sup> na cana queimada. Nestes números, entretanto, não foram consideradas as perdas de pequenos pedaços e fragmentos de cana (perdas invisíveis) resultantes de rebolos que foram desintegrados pelos extratores.

NEVES et al. (2006) determinaram, sob condições controladas, que as perdas invisíveis totais em colhedoras de cana-de-açúcar picada trabalhando com a cana sem palha podem chegar a 10%. Entretanto, na colheita mecânica de cana sem queima, os índices de perdas e impurezas tendem a aumentar devido à maior massa vegetal processada pela colhedora.

NEVES et al. (2007) em trabalho de avaliação do desempenho dos sistemas de processamento (rolos alimentadores, rolos picadores e sistema de limpeza) das colhedoras, no processando-se cana-de-açúcar com e sem palha, observaram a que a redução de 25% na velocidade de rotação do extrator primário reduz em aproximadamente 1 ponto porcentual as perdas invisíveis e de 3 a 4 pontos percentuais a eficiência de limpeza, sendo que a eficiência de limpeza da matéria-prima ficou entre 74% e 80% para matéria seca, na rotação de 1.000 rpm e 1.350 rpm no extrator primário, respectivamente (Figura 4).



Figura 4 – Carga do trasbordo com baixo teor, à esquerda, e alto teor à direita, de matéria estranha vegetal.

A colheita de cana picada provoca perdas consideráveis de matéria-prima, além disso, propicia aumento da exposição do colmo, por estar picado, ao ataque de microorganismos, como os fungos, que aceleram o seu processo de deterioração (KROES & HARRIS, 1994). Estes agentes transformam o açúcar em ácidos (lático e acético) e em gomas (dextrana); os quais interferem no processo industrial. Os ácidos são inibidores do processo de fermentação na matéria-prima e as gomas acarretam problemas nas operações de clarificação, cristalização e centrifugação, comprometendo a qualidade e a estocagem do açúcar. Várias pesquisas

comprovam esse problema. IVIN (1972) determinou a perda de açúcar e a formação de dextrana na matéria-prima para fabricação do açúcar, em função do tempo de armazenagem, tamanho e lesões existentes nos rebolos. Os resultados evidenciaram a deterioração da cana somente após 24 h, e o aumento de sua taxa com a diminuição do tamanho dos rebolos e acréscimo do grau de lesões. Quanto à concentração de dextrana, os níveis avaliados a 18 h nos rebolos com lesões, e a 36 h em rebolos pequenos podem causar dificuldades nos procedimentos industriais.

IVIN & BEVAN (1973) ainda com ênfase no tamanho e lesões existentes nos rebolos, após analisarem a concentração de dextrana, a perda de massa, os microorganismos viáveis e a variação da pol, ATR, e pureza, concluíram que até em condições favoráveis de colheita e armazenagem, acontecem deteriorações significativas a pequenos períodos após o corte, sendo que a taxa de deterioração para rebolos pequenos com lesões é aproximadamente o dobro da taxa dos rebolos maiores, num período de 12 a 24 h. Valores semelhantes aos encontrados por STUPIELLO & FERNANDES (1984) em pesquisa realizada no Brasil.

CORCODEL & MULLET (2007) estudando metodologias para detectar o período pós-corte da cana entregue nas usinas na Reunion Island observaram que na média a perda total de peso e de açúcar foi de 1% ao dia, a pureza do suco foi de 0,5% ao dia, e que os açúcares redutores aumentaram. As perdas de peso cana-de-açúcar colhida inteira são principalmente devido à evaporação de água o que faz com que o POL aumente. Robillard et al. (1990) e Cox & Sahadeo (1992) apud CORCODEL & MULLET (2007) relatam que a perda de peso em cana queimada após a colheita varia de 0,42 a 1,5% ao dia. Além do peso existe a deterioração microbiológica e fisiológica (reações enzimáticas e químicas na planta), que afetam mais a cana queimada que a cana verde. A deterioração da cana queimada está geralmente associada com a perda microbiana de açúcar relacionada com a produção de etanol, dextrana e manitol. Na cana crua a deterioração microbiana, da apesar de menos documentada, aparentemente é menor.

## **Conclusões**

- A cana crua apresenta matéria prima de melhor qualidade. O fogo utilizado para limpeza causa perdas de massa, de qualidade, e do ATR.
- Existe controvérsia quanto aos efeitos causados pela presença de impurezas vegetais (palmito e folhas) na biomassa processada para obtenção de açúcar e etanol.

- A colheita mecanizada de cana-de-açúcar causa acréscimo dos índices de impurezas vegetais e minerais.
- A redução dos níveis de impurezas (minerais e vegetais) hoje praticados causa aumento das perdas de matéria prima, pois estão diretamente relacionadas com as características tecnológicas disponíveis nas colhedoras.
  - Para reduzir as impurezas minerais é preciso introduzir um sistema de corte de base independente e de melhor desempenho, sem aumentar as perdas.
  - Para reduzir as impurezas vegetais na carga transportada é necessário melhorar o sistema de limpeza das colhedoras sem aumentar as perdas.

### **Referência Bibliográficas.**

BRAUNBECK, O.A.; MAGALHÃES, P.S.G.; Avaliação do desempenho de colhedoras de cana-de-açúcar. Relatório interno, não publicado. 26p. 2005.

BURLEIGH & ASSOCIATE. A comparative evaluation of sugar cane harvesting and transport systems for use in the Brazilian sugar industry. São Paulo: Coopersucar, 1988.

CASAGRANDE, A. A.; RODRIGUES, M. B.; GIOVANINI, A. C. e ALONSO, O. Efeito da altura de desponte nas características químico-tecnológicas do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Científica, 2..(1 ):67-73, 1978.

CORCODEL, L.; MULLET, T. Aconitic acid ratio as a post-harvest whole-stalk green sugar cane age indicator. In: International Society of Sugarcane Technologists, 26, Proceedings. p. 800-809. 2007.

Cox M.G.S.; SAHADEO P. Post harvest deterioration of burnt cane in bundles. Proc. S. Afr. Sugar Technol. Ass., 66: 220–223. 1992.

DICK, R.G. Potential losses higher when harvesting green; BSES Bulletin, (15): 18-10, Jul, 1986.

FERRARI, S. E.; FURLANI NETO, V. L; CORREA LOPES, J. J.; STOLF, R. Industrial quality of sugarcane mechanically and manually harvested. IN: Congress of the International Society of Sugarcane Technologists, 18, Manila,. Proceedings. p. 800-809. 1980

FERRARI S.E.; BORZANI, W. Influência do desponte da cana-de-açúcar, variedade CB41-76 na fermentação alcoólica do caldo. IAA/Planalsucar Cònsul. Araras, 24p. 1982.

FERNANDES, A.C., OLIVEIRA, E.R.; QUEIROZ, L. Sugarcane trash measurements in Brazil. In: Int. Soc. of Sugarcane Techno. ISSCT Conference 16, São Paulo, Proc. p. 1963-1973. 1977

FERNANDES, A.C.; IRVINE J.E. Comparação da Produtividade da cana-de-açúcar por colheita mecanizada e por corte manual. Revista STAB, Piracicaba. v. 4, n. 6. p. 105-110. 1986.

FOSTER, D.H.; IVIN, P.C. – Losses of sugar and water from cane in fires. In: Australian Society of Sugar Cane Technologists. Proc. p. 13-20, 1981

IVIN, P.C. The effect of billet size on the rate of cane deterioration. In: QUEENSLAND SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 39., 1972, Bundaberg. Proceedings... Bundaberg., v.1, p.279-280. 1972

IVIN, P.C.; BEVAND, D. Further measurements of chopped cane deterioration. In: QUEENSLAND SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 40. Innisfail, 1973. Proceedings... Innisfail., v.1, p.31-38. 1973

IVIN, P.C.; DOYLE, C.D. – Some measurements of the effects of tops and trash on cane quality. In: Australian Society of Sugar Cane Technologists, 11. Proceedings p. 169-177 1989.

KROES, S. **The cutting of sugarcane.** Toowoomba: University of Southern Queensland, 1997. 356p Ph.D. Thesis.

KROES, S., HARRIS, H.D. Effects of cane harvester basecutter parameters on the quality of cut. **Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists.** 16: 169-177 1994.

LEGENDRE, B.L. Increasing sugar recovery: The case for improved sugarcane quality. Sugar Journal, v. 53 n. 9 9-18, 1991.

MAPA, Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Balanço nacional da cana-de-açúcar, edição especial de lançamento, 140p. 2007.

MELO, F.A.D.; BORBA, J.M.M.; PATERSON, M. Cana-de-açúcar integral e queimada sem desponte: Resultados preliminares obtidos. Brasil açucareiro, Rio de Janeiro. v 106 n. 5 e 6, 1988.

MUTTON, M.J.R.; STUPIELLO, J.P.; MUTTON, M.A.; MARTINS, M.S.; Influência das impurezas vegetais sobre a qualidade da matéria-prima destinada à indústria sucroalcooleira. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil – STAB, 6º, Anais, Maceió, p. 57-62, 1996

NEVES, J.L.M. **Avaliação de perdas invisíveis em colhedoras de cana-de-açúcar picada e alternativas para sua redução.** Campinas, SP. FEAGRI/UNICAMP, 2003. 223 p. (Tese de Doutorado)

NEVES, J.L.M.; MARCHI, A.S.; PIZZINATO, A.A.S.; MENEGASSO, L.R. Comparative testing of floating and a conventional fixed base cutter. In: International Society Of Sugar Cane Technologists Congress, 24., Brisbane, 2001. **Proceedings....** Mackay: The ISSCT Congress Organising Committee, 2001. v. 2, p. 257- 262.

NEVES, J L M, MAGALHÃES, P S. G, MORAES, E. E., MARCHI, A. S. Avaliação de Perdas invisíveis de cana-de-açúcar nos sistemas da colhedora de cana picada. *Engenharia Agrícola.* , v.23, p.539 - 546, 2003.

NEVES, J. L. M.; MAGALHÃES, P. S. G.; MORAES, E. E.; ARAUJO, F. V. M. Avaliação de perdas invisíveis na colheita mecanizada em dois fluxos de massa de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v. 26, p. 787-794, 2004.

NEVES, J.L.M., MAGALHÃES, P.S.G., MORAES, E. E., ARAUJO, F.V.M. Avaliação de perdas invisíveis na colheita mecanização em dois fluxos de massa de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola.** , v.26, p.787 - 794, 2006.

NEVES, J.L.M., MAGALHÃES, P.S.G., MORAES, E. E., ARAUJO, F.V.M Testes de determinação de perdas invisíveis e eficiência de limpeza em colheita de cana-de-açúcar com e sem palha. *Engenharia de Biosistemas*, no prelo.

OMETTO, M.C. Desempenho da colhedora Engeagro. **Revista STAB.** V-12(3), p.21-24, 1994.

PAYNE, J.N. – Recovery improvement. *Sug. Technol. Assoc. Hawaiian.* v. 31, p. 100-108, 1972

RICHARD, c., JACKSON, W.; W AGUESPACK JR, H. Harvester trails and extraneous matter in the Louisiana sugar industry. In: *International Society of Sugarcane Technologists*, 24, 2001, Brisbane. **Proceedings ...** Mackay;. p.263-268. 2001

RIDGE, D. R. **Minimizing the problem of soil in chopper harvester cane.** I.T.S.S.C., 1990. p.315-323.

RIDGE, D.R.; DICK, R.G.. Current research on green cane harvesting and dirt rejection by harvesters. **Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists.** 1988. p.19-25.

RIPOLI, T.C.; STUPIELLO, J.P.; CARUSO, J.G.B.; ZOTELLI, H.; AMARAL, J.R. Efeito da queimada na exsudação dos colmos: Resultados preliminares. In: *Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil – STAB, 6º*, Anais, Maceió, p. 63-70, 1996

Robillard P.M., Vawda A. and Lionnet G.R.E. The measurement of losses associated with cane deterioration. *Proc. S. Afr. Sugar Technol. Ass.*, 64: 5–7. 1990.

SALVI, J. V.; MATOS, M. A.; MILAN, M. Avaliação do desempenho de dispositivo de corte de base basal de colhedora de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v. 27, p. 701-209, 2005. DOI: 10.1590/S0100-69162007000100014.

STUPIELLO, J.P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S.B. (coord.). *Cana-de-açúcar – cultivo e utilização.* Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2, p.761-791.

STUPIELLO, J.P.; FERNADES, A.C. Qualidade da Matéria Prima proveniente das colhedoras de cana picada e seus efeitos na fabricação de álcool e açúcar. Stab, v. 2, n.2 p. 45-49, 1984.

YOUNGER, J.A. Quality cane and extraneous matter. In: International Society of Sugarcane Technologists, 17., 1980, Manila. Proceedings... Philipinies;. v.1, p.885-890. 1980