



## **PERDAS E IMPUREZAS NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇUCAR UTILIZANDO DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE TRABALHO DA COLHEDORA**

**Carlos Renato Guedes Ramos<sup>1</sup>, Kléber Pereira Lanças<sup>2</sup>, Ronilson de Souza Santos<sup>3</sup> & Romulo Leonardo da Silva<sup>4</sup>**

**RESUMO:** A colheita mecanizada de cana-de-açúcar tem apresentado deficiências em qualidade da matéria-prima colhida em função das condições encontradas no canavial e da falta de regulagem apropriada das colhedoras. A quantidade de impurezas junto às cargas e a redução das perdas de matéria-prima podem ser minimizadas a partir do investimento em treinamento para operadores. O trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da colheita mecanizada da cana-de-açúcar em função da velocidade de colheita, rotação do extrator primário da colhedora e produtividade agrícola do canavial. Como tratamentos, foram selecionadas duas velocidades de trabalho, sendo uma padrão de colheita e outra a máxima velocidade alcançada bem como três diferentes rotações do extrator primário da colhedora: baixa, intermediária e alta. Além disso, o experimento foi realizado em duas áreas com produtividade agrícola distintas, sendo uma de baixa e a outra de alta produtividade. Foram avaliadas as perdas visíveis e o índice de impurezas vegetais e minerais presentes na matéria-prima colhida. As perdas de matéria-prima foram influenciadas pelo aumento da velocidade de deslocamento da colhedora e podem ser menores em áreas de alta produtividade agrícola do que em áreas com menor produtividade agrícola, quando analisadas em percentual. O aumento da velocidade de colheita causou aumento na presença de impurezas vegetais e minerais. Observou-se que a eficiência de extração de impurezas vegetais foi maior na área de alta produtividade agrícola do que na área de baixa produtividade.

**PALAVRAS CHAVE:** Colhedora, matéria prima, velocidade, rotação do extrator.

## **LOSSES AND IMPURITIES AT SUGAR CANE MECHANIZED HARVEST USING DIFFERENT ADJUSTMENT SETTINGS**

**ABSTRACT:** Mechanized harvesting of sugarcane has shown deficiencies in raw material quality related to the conditions found in the sugarcane fields and to the lack of appropriate regulation of harvesters. The amount of impurities on the wagon and losses can be minimized with investments in training for the operators. This study aimed to evaluate the sugarcane mechanized harvesting quality regarding ground speed changes, primary extractor rotation and different yield. Two ground speeds, one a standard speed and the other a maximum speed achieved during the harvest, were chosen as treatments. Three different primary extractor rotations were used: low, intermediate, and high. The experiment was conducted in two areas, one with lower yield and the other with higher. Visible losses, of vegetal and mineral content in the raw material harvested were measured. The losses of raw materials were influenced by increasing the ground speed, also, were smaller in higher yield areas than in lower yield areas, when analyzed as a percentage. The increase in ground speed caused an increase in soil content and vegetal impurities. It was observed that the vegetal impurities extraction efficiency was better in the high yield area than in the lower yield area.

**KEYWORDS:** Harvester, raw material, ground speed, extractor fan speed.

1 Prof. Adjunto, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus Tomé-Açu – PA, [carlos.ramos@ufra.edu.br](mailto:carlos.ramos@ufra.edu.br).

2 Prof. Titular, Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP, Botucatu, SP. [kplancas@fca.unesp.br](mailto:kplancas@fca.unesp.br)

3 Doutorando, FCA/UNESP, [rssantos@ufpa.br](mailto:rssantos@ufpa.br),

4 Fibria, [romulo.silva@fibria.com.br](mailto:romulo.silva@fibria.com.br)

## 1 INTRODUÇÃO

A falta de ajustes nas regulagens de colhedoras de cana-de-açúcar associadas às condições adversas do canavial podem aumentar as perdas e as impurezas na matéria-prima colhida.

Para Patane e Whiteing (2014), o principal fator da qualidade da cana-de-açúcar são as condições de campo enfrentadas pelas colhedoras, sendo que a porcentagem de impurezas vegetais é determinada por fatores culturais, tais como porte, umidade, facilidade de despalha da variedade e espaçamento entre fileiras. Além disso, canaviais deitados e entrelaçados dificultam o recolhimento, reduzindo a eficiência de limpeza.

Segundo Salvi (2006), a melhoria da qualidade do corte e da matéria-prima pode ser alcançada por meio de intervenções tanto na colheita (velocidade de deslocamento e altura de corte), como nas práticas culturais (preparo de solo, plantio, espaçamento entre sulcos) e de mudanças nos projetos das colhedoras. Portanto, em estudos de desempenho operacional de colhedoras de cana-de-açúcar, deve ser considerado a sua eficácia em capacidade de colheita, a limpeza da matéria-prima (ao final do processamento), qualidade tecnológica do material colhido e índice de perdas de matéria-prima industrializável durante a colheita (RIPOLI; RIPOLI, 2009).

A matéria estranha é tudo que acompanhe a matéria-prima que não seja colmos maduros, podendo ser dividida em mineral (solo solto ou aderido às raízes, pedras, etc.) e vegetal (folhas verdes, palmito, raízes, palha e colmos secos), sendo a vegetal, considerada em níveis satisfatórios, numa faixa até 7% (SILVA, 2003).

As perdas de cana-de-açúcar podem ser divididas em visíveis e invisíveis, em que as primeiras são detectadas visualmente no campo após a colheita, podendo ser encontrados colmos inteiros e/ou suas frações, rebolos e tocos altos resultante do corte basal inadequado, enquanto as perdas invisíveis são na forma de caldo, “serragem” e estilhaços, que ocorrem em razão da ação dos mecanismos rotativos que cortam, picam e limpam a cana-de-açúcar durante o processamento interno nas colhedoras (MORAES, 1992).

Segundo Neves et al. (2004), os índices de perdas e impurezas na colheita mecanizada tendem a aumentar devido à maior massa vegetal que é processada pela colhedora já que a queima do canavial para efetuar a pré-limpeza da palha não é realizada.

Para Schroeder et al., (2009a), a otimização do sistema de alimentação, onde a velocidade de rolos alimentadores é sincronizada com a rotação do rolo picador, melhora a capacidade de alimentação e produz um fluxo mais uniforme de através das lâminas do rolo picador e da câmara de limpeza (extrator primário), conseqüentemente, as perdas de caldo e frações de rebolo são reduzidas no rolo picador e extrator primário, aumentando a eficiência do sistema.

Carvalho Filho (2000) afirmou que a velocidade de deslocamento da colhedora é um dos principais fatores que influenciavam o nível de perdas no campo, enquanto Neves et al. (2006) consideram que os altos índices de perdas de matéria-prima, ou a baixa eficiência de limpeza não estão associados à velocidade da colhedora ou ao potencial de produção do canavial, mas ao gradiente do fluxo de ar na câmara de limpeza, que apresenta grande variação na velocidade do ar, interferindo na capacidade de limpeza da colhedora e, por consequência, nas perdas totais, visíveis e invisíveis.

Santos (2011) observou que não existem muitos trabalhos de perdas em função da velocidade de operação de colhedoras e que uma das possíveis causas que se apresenta para esse fato pode estar relacionada à dificuldade de se obter as equações de perdas devido à variabilidade da produtividade de cana existente dentro de cada talhão. Contudo, Ramos et al. (2014) avaliaram a qualidade da colheita mecanizada em diferentes velocidades de trabalho e rotações do motor da colhedora, constatando que o aumento da velocidade ocasionou acréscimo nas perdas.

Segundo Noronha et al. (2011), avaliando perdas na colheita mecanizada em diferentes turnos de trabalho, constatou aumentos de 20% na colheita noturna comparada com a realizada durante o dia.

Giachini (2012) ao avaliar o desempenho operacional de uma colhedora de cana-de-açúcar em diferentes turnos de trabalho encontrou menores valores de perdas durante o turno das 08:01 às 16:00 horas,

afirmando que as perdas aumentaram no turno das 16:01 às 00:00 e foram maiores no turno das 00:01 às 08:00, sendo quantificadas em 0,92, 1,6 e 2,27 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da colheita mecanizada da cana-de-açúcar em diferentes condições de produtividade do canavial, velocidades de colheita e rotações do extrator primário da colhedora.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As determinações de campo foram realizadas de agosto a outubro de 2014 em áreas cultivadas pertencentes à Usina Batatais, presente no município de Batatais - SP. O espaçamento utilizado entre fileiras foi de 1,5 metros em todos os talhões e a colheita ocorreu sem queima prévia do canavial. Os talhões utilizados para a colheita mecanizada durante o experimento estavam localizados em áreas que possuíam as seguintes coordenadas geográficas: Área 1 localizada no município de Patrocínio Paulista – SP com 20°40'21" de latitude Sul, 47°24'32" de longitude Oeste e altitude de 980 metros em relação ao nível do mar; Área 2 localizada no município de Nuporanga – SP com 20°47'4" de latitude Sul, 47°40'60" de longitude Oeste e altitude de 760 metros em relação ao nível do mar.

A área 1, de baixa produtividade, encontrava-se na Fazenda Boa Vista 5, apresentava declividade entre 2 e 5% e a variedade de cana-de-açúcar cultivada era a RB867515, de 5° corte e estava plantada em latossolo vermelho-amarelo distrófico com textura média/argilosa. Esta variedade possui desenvolvimento rápido, hábito de crescimento ereto, de média despalha, diâmetro de colmo médio, entrenós cilíndricos de cor verde arroxeado e roxo intenso quando exposto ao sol, pouca rachadura e leve ziguzague (RIDESA, 2010).

A área 2, de alta produtividade, encontrava-se na Fazenda São Sebastião, apresentava declividade entre 4 e 9% e a cana-de-açúcar cultivada era da variedade IAC-SP 95 5000, de 2° corte e estava plantada em latossolo vermelho distroférrico, com textura argilosa. Esta variedade possui características de produção agrícola muito alta, indicada para ambientes favoráveis (A1 – C2), porte ereto, ótima brotação de soqueira, apresentando bom perfilhamento e fechamento de entrelinhas, não apresentando

tombamento e florescimento, e ainda apresentando resistência às principais doenças (LANDELL et al., 2007).

Foram realizados dois ensaios em delineamento em faixas, onde cada tratamento representou a colheita de uma parcela experimental que era composta por 8 fileiras de cana-de-açúcar. Para cada ensaio foi utilizada uma velocidade padrão de trabalho das colhedoras (4,0 km h<sup>-1</sup>), em função da recomendação por parte da Usina onde o ensaio foi realizado e, além desta, foi utilizada a velocidade máxima alcançada por cada colhedora durante os tratamentos, sendo esta variável em função das características do local e da capacidade da máquina.

Como ajuste da rotação do extrator primário, foi utilizada uma rotação “Baixa”, correspondente a 75% da máxima rotação do extrator primário disponível pela máquina; uma “Intermediária”, correspondente a 85% da máxima e uma “Alta” correspondente a 95% da máxima rotação do extrator primário.

Para estimar os resultados de qualidade da colheita foi calculado o intervalo de confiança a 95% de probabilidade (IC95%), permitindo a comparação dos resultados encontrados para os fatores de qualidade em cada tratamento.

Para todo o experimento foi utilizada uma única colhedora, com características apresentadas na Tabela 1 e o dispositivo cortador de pontas esteve desligado, pois o mesmo encontrava-se com defeito.

**Tabela 1 - Colhedora utilizada no experimento.**

Marca*	Case IH
Modelo*	A8800
Ano de fabricação	2012
Horímetro	4.797 horas
Motor	Case IH C9
Potência no motor	358cv (260kW)
Sistema de injeção	Common rail
Rodado	Esteiras
Rotação do extrator primário	600 à 1100 rpm

\*A citação de marcas e/ou modelos não indicam recomendações de uso por parte do autor.

### 2.1 Determinação Das Perdas De Matéria Prima

As perdas foram determinadas de maneira direta demarcando-se uma área logo após a colheita e realizando a catação manual de todas as frações que

não foram colhidas (frações de rebolos que foram estilhaçados, canas inteiras ou em pedaços amassados/estraçalhados, pedaços de cana-de-açúcar agarrados aos ponteiros, rebolos inteiros lançados fora do veículo transbordo, e tocos altos deixados por deficiência no corte basal). Em seguida foi feita a pesagem, separadamente, de cada material recolhido utilizando uma balança portátil com capacidade de leitura até 25 kg e precisão de 10 gramas. Para análise estatística foram realizadas 3 sub-amostras de perdas de matéria-prima para cada tratamento, constituindo-se as repetições.

Conforme a metodologia proposta pelo Centro de Tecnologia Canaveira (CTC), as perdas foram calculadas de forma absoluta ( $t \cdot ha^{-1}$ ), multiplicando-se o valor final em peso por 1.000, para a área de aproximadamente 10 m<sup>2</sup>. Para o valor em porcentagem, dividiu-se este valor pela produtividade mais o valor, conforme Equação 1.

$$Perdas (\%) = \frac{Perdas (t/ha)}{Perdas (t/ha) + Produtividade (t/ha)} \quad (1)$$

Após a obtenção dos índices de perdas, os resultados foram classificados em níveis de perda alta, média ou baixa, de acordo com os valores médios apresentados conforme a tabela 2:

**Tabela 2 - Classificação das Perdas de matéria-prima (%).**

Nível de perdas	Percentual de perdas (%)
Baixo	< 2,5
Médio	2,5 a 4,5
Alto	> 4,5

(Fonte: BENEDINI et al, 2009).

## 2.2 Determinação Das Impurezas Vegetais E Minerai

Para a amostragem e avaliação da qualidade de matéria-prima foram utilizados dois tambores metálicos cobertos com sacos plásticos para coleta do material colhido, ao final de cada repetição, que serviu de sub-amostras para análise tecnológica. Para a análise da qualidade da matéria-prima colhida foram realizadas 4 repetições para cada tratamento.

A partir desse material, foram efetuadas as porcentagens de matéria estranha mineral e matéria estranha vegetal que foi separada em: ponteiros, folhas e palhas, raízes e total. Para obter a quantidade

de impureza mineral presente na matéria-prima, as amostras de material colhido (palha, ponteiros e rebolos), para cada tratamento, foram limpas através de escovação e peneiradas em local protegido e posteriormente foi ensacado todo o material para realização da pesagem. A pesagem das amostras de material colhido para cada tratamento foi realizada através de uma balança de precisão com capacidade de leitura máxima de 2200 gramas e resolução de 0,01 gramas.

Segundo Benedini et al. (2009), os valores aceitáveis de impurezas minerais estão entre 3 a 6 kg por tonelada de cana-de-açúcar (0,3 a 0,6%), conforme a Tabela 3.

**Tabela 3 - Classificação de impurezas minerais.**

Classificação das impurezas minerais	Impurezas minerais (%)
Baixo	< 0,3%
Médio	0,4% a 0,6%
Alto	> 0,6%

Fonte: BENEDINI et al., 2009

As impurezas vegetais são consideradas todo material proveniente das plantas, que não sejam colmos industrializáveis, que é levado na unidade de transporte junto com os rebolos colhidos, sendo composta, principalmente, por palha, folhas verdes, ponteiros e raízes da cana-de-açúcar. A classificação das impurezas vegetais está demonstrada na Tabela 4.

**Tabela 4 - Classificação de impurezas vegetais.**

Classificação das impurezas vegetais	Impurezas vegetais (%)
Baixo	< 3%
Médio	4% a 6%
Alto	> 7%

Fonte: BENEDINI et al., 2009

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das perdas encontradas nos tratamentos colhidos estão ilustrados na Figura 1, onde observa-se aumento das perdas com o aumento de velocidade na área 1, principalmente no tratamento com 85% de

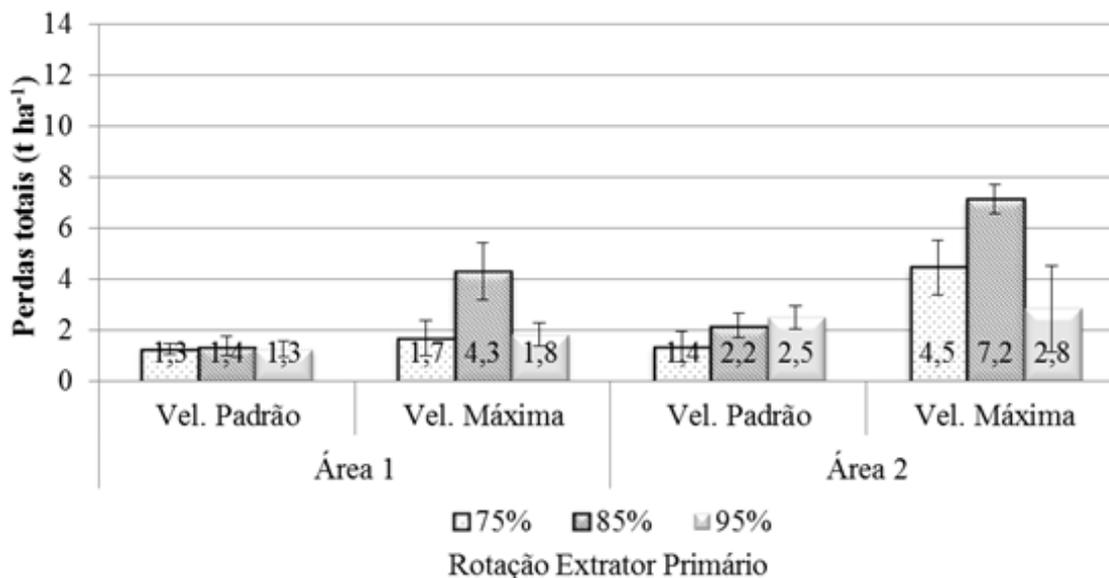
rotação no extrator primário, enquanto nos demais, apesar de valores maiores de perdas, estes não foram diferentes estatisticamente dos tratamentos com velocidade padrão.

Com o aumento de produtividade da área 1 para a 2, verificou-se aumento das perdas tanto na velocidade padrão de colheita, como na velocidade máxima, no entanto a variabilidade dos resultados foi grande, o que em alguns casos resultou na similaridade estatística, mesmo com valores bastante distintos. O aumento das perdas em função da mudança de área e consequentemente produtividade agrícola, também pode estar associada às diferenças encontradas entre as áreas com relação à declividade e idade do canal, visto que a área 2 apresentava maior

declividade média e menor idade, ou seja, sistema radicular menos profundo.

Segundo Benedini e Silva (2010), valores próximos de 3 a 4 toneladas por hectare são consideráveis aceitáveis.

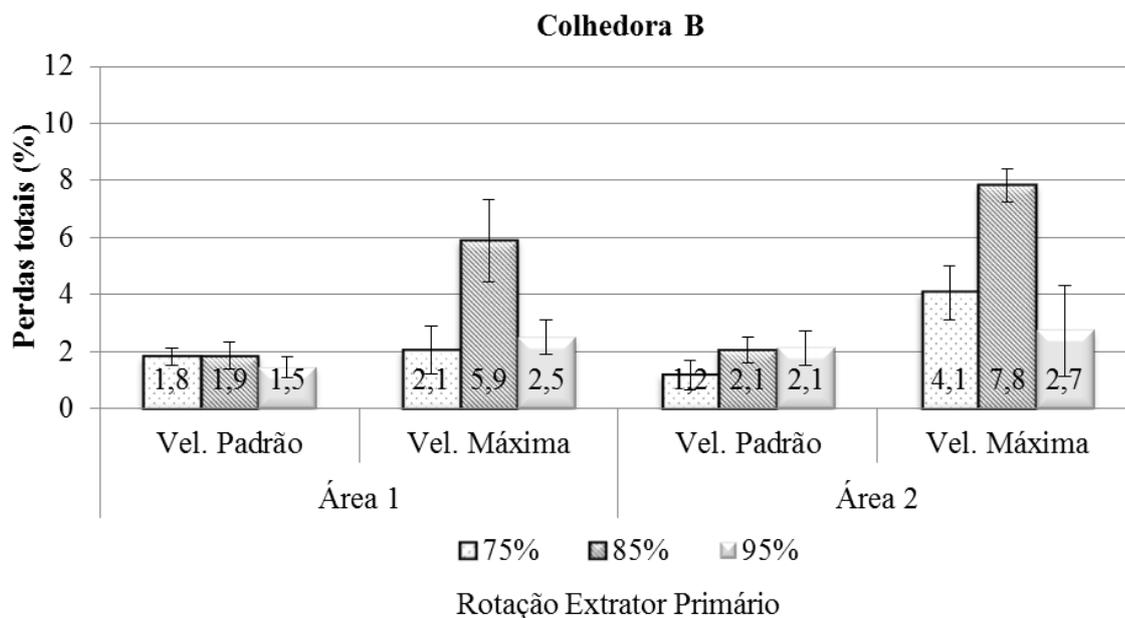
Os resultados deste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Neves et al. (2004), o qual constatou que ocorreram maiores perdas em maior velocidade de deslocamento e estiveram próximos aos observados por Segato e Daher (2011) em que as perdas foram de 2,8 t ha<sup>-1</sup> para a menor velocidade e de 4,1 t ha<sup>-1</sup> para a maior velocidade de deslocamento.



**Figura 1** - Perdas totais de matéria-prima (t ha<sup>-1</sup>) em todos os tratamentos.

A porcentagem de perdas visíveis (Figura 2) foi semelhante entre a maioria dos tratamentos e segundo Benedini et al. (2009), é considerada de nível baixo, pois foi inferior a 2,5%, para os tratamentos com a menor velocidade de deslocamento, independente da área de colheita. Já na velocidade máxima de colheita, os resultados das perdas apresentaram alta variação, ora com níveis baixos, como foi o caso das rotações

75% e 95% na área 1, ora com níveis intermediários como no tratamento com 85% de rotação do extrator primário na área 1 ou como nos tratamentos com 75% e 95% de rotação na área 2. Apenas o tratamento de máxima velocidade de colheita com 85% de rotação na área 2 apresentou níveis de perdas considerados altos pela bibliografia, ou seja, acima de 4,5%.



**Figura 2** - Perdas totais de matéria-prima (%) em todos os tratamentos.

Ao analisar os resultados de perdas, observou-se a influência da velocidade de colheita resultando em aumento das perdas no campo, principalmente na área 2, de maior produtividade agrícola média. Ao comparar os resultados na velocidade padrão de colheita, observa-se que as perdas que eram superiores na área 2 em relação à área 1 quando medidas em  $t\ ha^{-1}$ , tornam-se semelhantes e em alguns casos inferiores quando medidas em percentual.

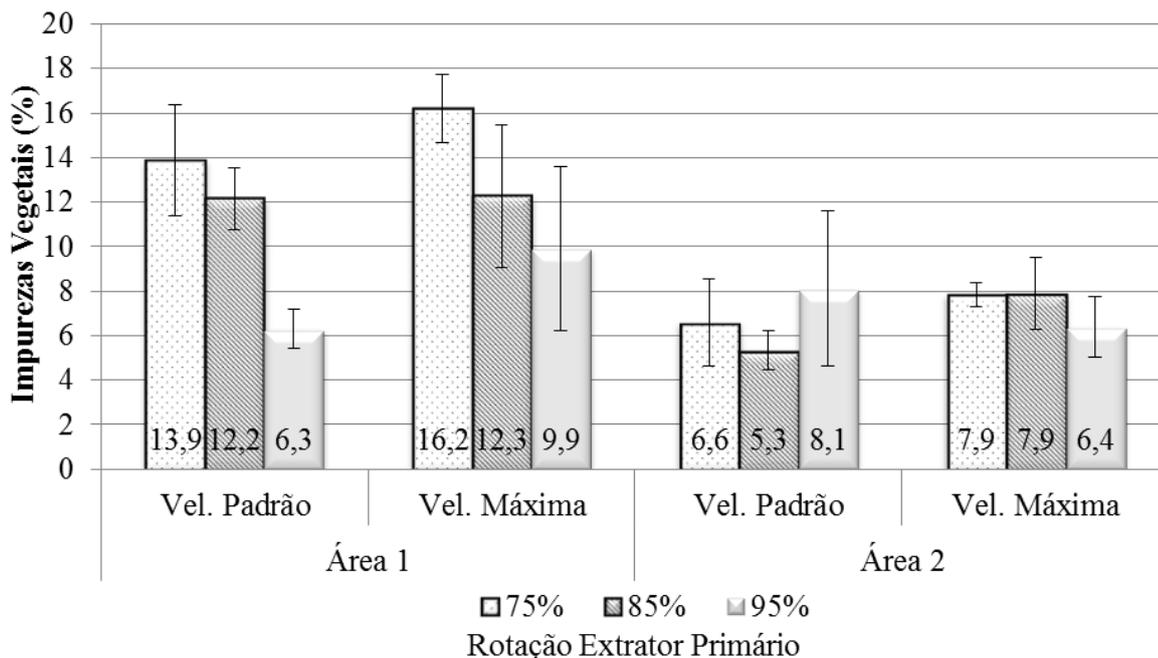
Os resultados na máxima velocidade de colheita observados anteriormente ( $t\ ha^{-1}$ ) apresentaram aproximadamente o dobro de perdas de matéria-prima na área 2 quando comparada à área 1, contudo, ao serem mensurados em percentual, em função da produtividade encontrada, os resultados entre ambas as áreas praticamente igualaram-se. Neste caso, evidencia-se que embora encontre-se maior quantidade de perdas em valores absolutos ( $t\ ha^{-1}$ ), as áreas com maior produtividade agrícola podem apresentar resultados percentuais de perdas menores que áreas com menor produtividade agrícola.

Os resultados das médias de perdas obtidas nesse trabalho são menores que os valores encontrados por Nery (2000) de 6,1 e 9,98% e Romero et al. (1993) de 10 e 13% e semelhantes aos encontrados por Santos

(2011), de 3 a 5%, Belardo (2010) entre 1,5 e 3,2%, Mialhe e Carraro Neto (1993) entre 3,22 e 4,14%, Furlani Neto (1995) com 4,53%, De León (2000) entre 3,93 e 7,43% e Mazzonetto (2004) entre 3,5 a 4,5% e foram maiores que os valores obtidos por Schmidt Junior (2011) de 0,29 a 0,82%, trabalhando em velocidades de 5,5 a 8,0  $km\ h^{-1}$ .

Ao avaliar os fatores críticos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar, Santos (2011) concluiu que, com o aumento da velocidade, as perdas aumentam linearmente, mas o custo decresce, devido à maior capacidade operacional alcançada.

As médias de impurezas vegetais presentes na matéria-prima colhida dos tratamentos estão apresentadas na Figura 3. Observa-se que em praticamente todas as condições de velocidade de colheita ou área, há certa redução na presença de impurezas vegetais, embora nem sempre haja diferenças estatísticas. Além disso, foi observado que com o aumento da velocidade de colheita, houve aumento da quantidade de impurezas vegetais junto à carga. Já com a mudança da área de baixa produtividade para área de maior produtividade, houve redução da quantidade de impurezas vegetais na matéria-prima colhida.



**Figura 3** - Impurezas vegetais (%) presentes na matéria-prima colhida em todos os tratamentos.

Seguindo a classificação CTC, os resultados encontrados apresentaram níveis altos em praticamente todos os tratamentos. Os resultados deste

trabalho foram semelhantes aos resultados obtidos por Schmidt Junior (2011) que obteve entre 10 e 15% de impurezas vegetais.

Esses valores elevados de impurezas vegetais são justificados pela falta de utilização dos cortadores de pontas, fato que proporcionou o alto índice de ponteiros presentes na matéria-prima colhida. Em canaviais que possuem o porte ereto, a utilização dos cortadores de pontas evita que esse material seja levado junto à carga no veículo transbordo e consequentemente os valores de impurezas vegetais sejam mais baixos.

Quanto maior a produtividade agrícola sabe-se que há maior quantidade de material vegetal que a colhedora deve processar, contudo, apesar disso, observou-se que em para todas as colhedoras, o aumento da produtividade agrícola resultou em menor presença de impurezas vegetais junto à carga.

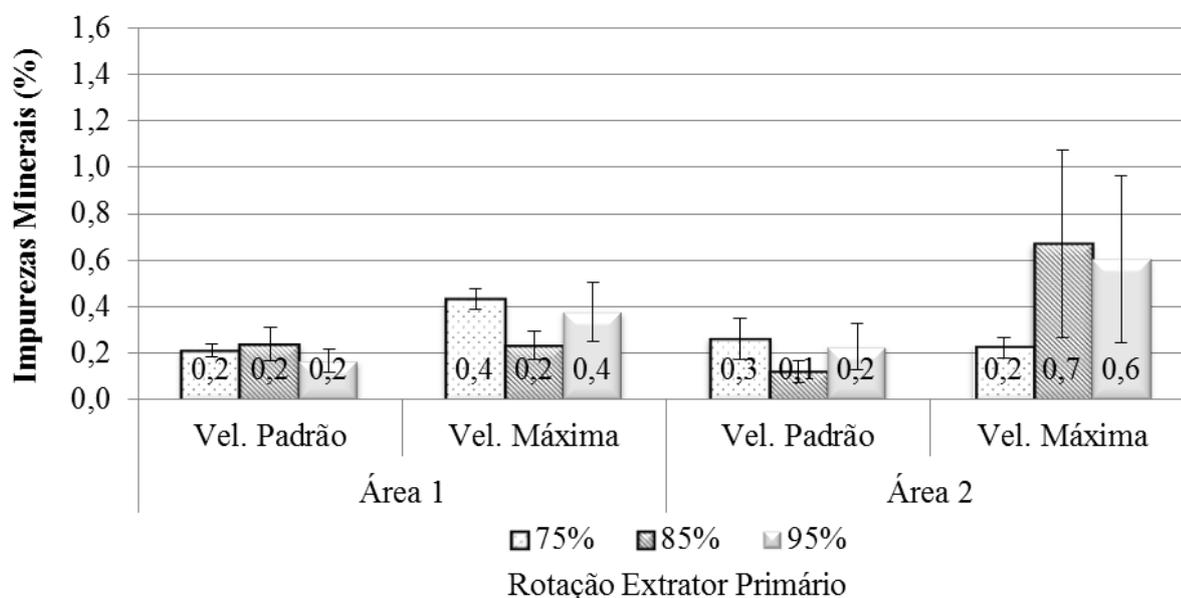
Ao analisar estes resultados, supõe-se que a maior quantidade de colmos presentes na linha de colheita favorece a picagem da palha e folhas (impureza vegetal) ao ser recolhidos pela máquina, resultando em maior extração destas impurezas pelo sistema de limpeza das colhedoras, resultando em menor presença das mesmas junto à carga colhida. Em contrapartida, quando há baixa produtividade agrícola e, consequentemente, menor quantidade de colmos passando no sistema de alimentação das máquinas, as folhas verdes e palha não são eficientemente picadas pelos rolos picadores, não sendo extraídas pelos extratores primário e secundário e, portanto,

aumentando os índices de impurezas vegetais presentes no transbordo.

Os resultados de impurezas vegetais encontrados neste trabalho, principalmente na área de baixa produtividade, foram superiores aos resultados encontrados por Furlani Neto (1995) de 8,1%, Belardo (2010) entre 5 a 7,39%, De León (2000) entre 5,16 e 7,84% e Molina Júnior et al. (2001) entre 6,17 e 7,58%, onde foram avaliadas velocidades semelhantes.

As médias de todos os tratamentos encontradas para a impureza mineral estão apresentadas na Figura 4. Os resultados para impurezas minerais presentes na matéria-prima colhida não apresentaram grande variabilidade entre os tratamentos, excetuando-se os tratamentos com 85 e 95% de rotação no extrator primário aplicados na máxima velocidade de colheita na área 2. Observa-se que os resultados apresentaram baixa presença de impurezas minerais, mesmo quando trabalhou-se com a máxima velocidade de colheita na área 1.

Conforme a classificação proposta pelo Centro de Tecnologia Canavieira, os resultados encontrados para os tratamentos de baixa velocidade, independente da área de colheita, apresentaram níveis baixos, enquanto que a maioria dos tratamentos de alta velocidade apresentaram níveis intermediários de impurezas minerais.



**Figura 4** - Impurezas minerais (%) presentes na matéria-prima colhida em todos os tratamentos.

Os valores de impurezas minerais encontrados nesse trabalho estiveram abaixo dos resultados encontrados por Giachini (2012), que ao avaliar a colheita mecanizada em diferentes turnos de trabalho, obteve médias de impurezas minerais de 0,94% no turno das 08h01 às 16h 00, 1,84% das 16h01 às 00h00 e 2,02% no turno da 00h01 às 08h00. Já Schmidt Junior (2011), obteve resultados menores, entre 0,29 e 0,41%, enquanto Belardo (2010), com valores entre 0,50 e 0,92 %, Nery (2000) com média de 0,66% e Furlani Neto (1995) de 0,7%, obtiveram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

#### 4 CONCLUSÕES

As perdas de matéria-prima foram influenciadas pelo aumento da velocidade de deslocamento da colhedora, apresentando níveis baixos (< 2,5 %) para a velocidade padrão de colheita e níveis intermediários (2,5 – 4,5 %) para a máxima velocidade de colheita.

As perdas em valores absolutos (t ha<sup>-1</sup>) podem ser maiores em áreas de alta produtividade agrícola, contudo estes resultados mudaram quando analisadas em percentual, ou seja, áreas com maior produtividade agrícola tendem a apresentar menores percentuais de perdas quando comparadas às áreas com menor produtividade agrícola.

O aumento da velocidade de colheita causou aumento na presença de impurezas vegetais e minerais.

A mudança de produtividade entre as áreas não influenciou na presença de impurezas minerais. Contudo, observou-se que a eficiência de extração de impurezas vegetais foi maior na área de alta produtividade agrícola do que na área de baixa produtividade.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELARDO, G. C. **Avaliação de desempenho efetivo de três colhedoras em cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) sem queima**. 2010. 136 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

BENEDINI, M. S.; SILVA, A. L. Perdas de cana na colheita mecanizada. **Canavieiros: a força que**

movimenta o setor, Sertãozinho, v. 5, n. 48, p. 28-31, 2010.

BENEDINI, M. S.; BROD, F. P. R.; PERTICARRARI, J. G. Perdas e impurezas vegetais e minerais na colheita mecanizada. **Boletim técnico**, Guariba, v.1 , n.1 , p. 1-7 , 2009. Disponível em: <www.canaoeste.com.br>. Acesso em:

CARVALHO FILHO, S. M. **Colheita mecanizada: desempenho operacional e econômico em cana sem queima prévia**. 2000. 108 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DE LÉON, M. J. **Avaliação de desempenho operacional de duas colhedoras de cana (*Saccharum spp*) crua**. 2000. 111 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FURLANI NETO, V. L.; **Colhedora de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) avaliação em canaviais com e sem queima prévia**. 1995. 110 p. Tese (Doutorado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GIACHINI, C. F. **Desempenho operacional de uma colhedora de cana-de-açúcar (*saccharum spp.*) em função dos turnos de trabalho**. 2012. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia /Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; VASCONCELOS, A. C. M.; BIDOIA, M. A. .; SILVA, D. N.; ANJOS, I. A.; PRADO, H.; PINTO, L. R.; SOUZA, S. A. C. D.; SCARPARI, M. S.; ROSA JÚNIOR, V. E.; IRANDA, L. L. D.; AZANIA, C. A. M.; PERECIN, D.; ROSSETTO, R.; SILVA, M. A.; MARTINS, A. L. M.; GALLO, P.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLI, J. C.; VEIGA FILHO, A. A.; MENDONÇA, J. R.; DIAS, F. L. F.; GARCIA, J. C. **Variedades de cana-de-açúcar para o Centro-Sul do Brasil: 16ª liberação do programa cana IAC (1959-2007)**. Campinas: IAC, 2007. 37p. (Série Tecnologia APTA; Boletim técnico, 201).

- MAZZONETTO, A. W. **Colheita integral de cana (Saccharum SSP) crua, análise de desempenho operacional**. 2004. 88 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MIALHE, L. G.; CARRARO NETO, H. C. **Avaliação e análise do desempenho de colhedora de cana-de-açúcar**: relatório. Olímpia: Usina Cruz Alta, 1993. 170 p.
- MOLINA JUNIOR, W.F., RIPOLI, T.C., MIALHE, L.G. **Comparative study of operational performance of three harvesters in green cane**. St. Joseph, Michigan. ASAE, 2001. Paper n. 011005.
- MORAES, E. E. **Avaliação das perdas invisíveis de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) e impurezas vegetais na colheita mecanizada**. 1992. 124 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas.
- NERY, M. S. **Desempenhos operacional e econômico de uma colhedora em cana crua**. 2000. 108 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- NEVES, J. L. M.; MAGALHÃES, P. S. G.; OTA, W. M. Sistema de monitoramento de perdas visíveis de cana-de-açúcar em colhedora de cana picada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 764-70, 2004.
- NEVES, J. L. M. MAGALHÃES, P. S. G.; MORAES, E. E.; ARAÚJO, F. V. M. Avaliação de perdas invisíveis na colheita mecanizada em dois fluxos de massa de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.787-94, 2006.
- NORONHA, R. H. F.; SILVA, R. P.; CHIORDEROLI, C. A.; SANTOS, E. P; CASSIA, M. T. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 931-938, 2011.
- PATANE, P.; WHITEING, C. **Harvesting best practice manual**. Indooroopilly: Sugar Research Australia, 2014. Technical publication MN14001.
- RAMOS, C. R. G.; LANÇAS, K. P.; LYRA, G. A.; MILLANI, T. M. Qualidade da colheita mecanizada de cana-de-açúcar em função da velocidade de deslocamento e rotação do motor da colhedora. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 29, n. 2, p. 87-94, 2014.
- REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO – RIDESA. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba, 2010. 136 p.
- RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar**: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009. 333 p.
- ROMERO, M. L. C.; ZAMORA, F. P.; OLEA, I.; SCANDALIARIS, J.; MARTÍN, L. Evaluación de nuevas cosechadoras integrales. **Avance Agroindustrial**, Tucumán, v. 13, n. 52, p. 24-28, mar. 1993.
- SALVI, J. V. **Qualidade do corte de base de colhedoras de cana-de-açúcar**. 2006. 89 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SANTOS, N. B. **Identificação dos fatores críticos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. 2011. 85p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- SCHROEDER, B.; PANITZ, J.; LINEDALE, T.; WHITEING, C.; CALLOW, B.; SAMSON, P.; HURNEY, A.; CALCINO, D.; ALLSOPP, A. **SmartCane harvesting and ratoon management**. Queensland, 2009. BSES Limited Technical Publication TE09004.
- SCHMIDT JUNIOR, J. C. **Avaliação do desempenho efetivo de colhedora de cana-de-açúcar (saccharum spp.)**. 2011. 108 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SEGATO, S.V.; DAHER, F. Perdas visíveis na colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua sob

velocidades de deslocamento da colhedora. **Nucleus**, Ituverava, v. 8, p. 315-326, 2011.

SILVA, R. A. **Aprimoramento de um despalhador de colmos inteiros de cana-de-açúcar por rolos oscilantes com diferencial de velocidades**. 2003. 67p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.