

**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**  
**Departamento de Economia, Administração e Sociologia**  
**Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial – ESALQ-LOG**

**Estudo sobre a caracterização dos sistemas logísticos de cana-de-açúcar e a  
qualidade da matéria-prima pós-colheita**

Roberta Graciani Medeiros  
Gabriel Daroz Fernandes

**Piracicaba**  
**2018**

**SUMÁRIO**

RESUMO.....	4
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 OBJETIVOS.....	6
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1 A importância do planejamento da logística de cana-de-açúcar .....	6
3.2 A qualidade da cana-de-açúcar pós-colheita.....	7
3.3 Fatores que interferem na qualidade de cana-de-açúcar do transporte às moendas.....	7
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
5 RESULTADOS.....	11
5.1 Caracterização do transporte.....	11
5.2 Caracterização de recepção.....	11
5.3 Caracterização da qualidade da cana-de-açúcar do transporte às moendas.....	12
6 CONCLUSÕES FINAIS.....	13
REFERÊNCIAS .....	15
APÊNDICE A – Roteiro de entrevista aplicado às usinas.....	17

## RESUMO

### **Estudo sobre a caracterização dos sistemas logísticos de cana-de-açúcar e a qualidade da matéria-prima pós-colheita**

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais produzidas no Brasil, sendo um produto perecível e que sofre perdas de qualidade pós-colheita. Sendo assim, a gestão da cadeia de suprimento da cana-de-açúcar deve ser bem planejada, integrando os processos agrícolas e industriais. Com isso, os objetivos dessa pesquisa foram caracterizar os sistemas logísticos e identificar os principais pontos de perdas de qualidade do produto, tomando como exemplo 8 usinas, sendo elas localizadas nos estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O método utilizado para a realização da pesquisa foi por entrevistas, elaborado pelos autores. Como resultados principais, pode-se notar que as principais perdas de qualidade da cana-de-açúcar é o tempo de armazenamento, principalmente quando chove, o tempo de espera em filas no pátio e tempo de transporte dos canaviais às usinas. Essas perdas são medidas por amostragem dentro do laboratório da própria usina. Observa-se a importância da utilização de parâmetros como distância máxima entre as frentes de colheitas e às usinas e o tempo limite entre colheita e moagem garantindo a qualidade da matéria-prima. Devido à complexidade da integração dos fatores dos sistemas logísticos, uma sugestão a se fazer é a mensuração da qualidade da cana-de-açúcar com a utilização de modelos matemáticos.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Qualidade pós-colheita; Logística agroindustrial

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura e o agronegócio brasileiro contribuíram com 23,5% do Produto Interno Bruto (PIB) do país em 2017 (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA, 2017).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018) atualmente o Brasil se enquadra como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, sendo esta uma das culturas mais produzidas por ele, tendo assim uma grande importância para o agronegócio brasileiro.

O cultivo de cana-de-açúcar no Brasil é de extrema relevância para o desenvolvimento econômico do país, sendo o país o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e de açúcar, tendo produzido na safra 2017/2018, 641 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 38 milhões de toneladas de açúcar e 27 milhões de m<sup>3</sup> de etanol (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – ÚNICA, 2018), e conforme a CONAB (2018) indica o país também é destaque mundial na produção de etanol, que tem um mercado em grande expansão e grande potencial de produção.

Atualmente, a cana-de-açúcar é considerada uma das alternativas para o setor de biocombustíveis, devido ao aumento da demanda mundial por etanol de fontes renováveis. A produção de açúcar, álcool, energia elétrica entre outros produtos a partir da cana-de-açúcar, passa obrigatoriamente pela colheita e transporte às usinas, que são operações custosas que interferem diretamente na eficiência industrial e na qualidade final dos produtos.

A logística é responsável pelos processos de planejamento de produção, corte, carregamento/transbordo, transporte e recepção da cana-de-açúcar nas usinas. Um mal planejamento de uma dessas etapas, pode prejudicar o principal objetivo de proporcionar a matéria-prima de qualidade e em quantidade às usinas. E como Iannoni e Morabito (2012) observam os sistemas logísticos também são fundamentais para melhorar a eficiência operacional, e com isso melhorar a integração entre a parte agrícola e industrial da usina.

O transporte pode ser considerado uma e talvez a mais importante atividade pós-colheita, já que existem perdas qualitativas após o corte da cana-de-açúcar até chegar às moendas. A recepção é um processo que também interfere na qualidade da cana, pois envolve muitos fatores, como filas no pátio para descarga, pesagem, amostragem, armazenamento da cana que estão diretamente ligados à qualidade da matéria-prima.

## **2. OBJETIVOS**

O entendimento da logística da cana-de-açúcar é importante para poder atingir o principal objetivo da produção que é que atender às usinas visando qualidade e quantidade de matéria-prima. Analisando o fato de que a partir da colheita existem perdas de qualidade da matéria-prima e que o transporte é uma das atividades pós-colheita que mais influencia, esse trabalho tem como objetivos explicitar os principais processos que fazem parte do planejamento do transporte e da recepção da matéria-prima e identificar os principais pontos que interferem na qualidade da cana-de-açúcar.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 A importância do planejamento da logística de cana-de-açúcar às usinas**

O setor sucroalcooleiro é um dos setores mais importantes para economia brasileira, tendo a cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de açúcar, álcool e energia elétrica. A cana-de-açúcar deve passar pelas operações de corte, carregamento e transporte para chegar às usinas, essas operações representam altos custos na produção. Segundo Caixeta-Filho e Gameiro (2001), o custo do corte, do carregamento e do transporte representa 30% do custo de produção da cana, e somente o transporte equivale a 12% desse total.

A logística de cana-de-açúcar, antes denominada de CCT, (Corte, Carregamento e Transporte), aparece atualmente com a mecanização da colheita como CTT (Corte, Transbordo e Transporte). Sendo assim, na literatura são apresentados ambos os termos.

Os sistemas logísticos são fundamentais para melhorar a eficiência operacional de usinas de cana-de-açúcar, atuando na integração de operações agrícolas e industriais (IANNONI & MORABITO, 2002).

No setor sucroenergético as fases agrícolas e industriais têm um limite de distância máxima. Segundo Chiarinelli (2008 apud GREGO et al.,2014) o raio médio adotado pelas usinas é de 25 a 30 km, essa distância tem relevante impacto nos custos de produção e garante o transporte competitivo. Além da importância em relação aos custos de produção de cana, observa-se a atenção de coordenar os processos de corte, transbordo e transporte de

maneira a garantir o fornecimento de matéria-prima de qualidade e em quantidade atendendo às usinas.

“Baseada predominantemente no modal rodoviário, a cadeia de abastecimento de cana-de-açúcar no Brasil requer infra-estrutura de caminhões e carretas (reboques/semi-reboques) suficiente para garantir o abastecimento da indústria. Considerando as várias origens da matéria prima (frentes de corte e carregamento) os diferentes procedimentos de colheita (colheita manual e mecanizada) e os diversos tipos de equipamentos, o planejamento das operações de corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar (CCT) consome grande esforço da gerência agrícola.” (SILVA, 2006).

### **3.2 A qualidade da cana-de-açúcar pós-colheita**

De acordo com a Conselho de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo (CONSECANA, 2018) a qualidade da cana-de-açúcar é dada pela concentração total de açúcares (sacarose e açúcares redutores) recuperáveis no processo industrial, expressa em quilos por tonelada de cana, denominado “Açúcar Total Recuperável” (ATR).

São muitos os fatores que interferem na qualidade da cana-de-açúcar, que podem ser separados como fatores intrínsecos, aqueles relacionados com a composição da cana de açúcar, e fatores extrínsecos, que estão relacionados com materiais estranhos ao colmo ou produzidos por microorganismos.

O tempo de queima/corte, segundo Ripoli e Ripoli (2009), é um dos principais fatores que afetam a qualidade da matéria-prima, elevando a contaminação por microorganismos e causando a deterioração da cana, sendo assim, quanto menor o tempo entre o corte e a moagem menor o efeito da atividade microbiana, menor a perda de sacarose e melhor será a qualidade da matéria-prima para indústria.

A temperatura ambiente também afeta a contaminação e deterioração da cana-de-açúcar. Conforme Ripoli e Ripoli (2009) a contaminação por microorganismos ocorre após a queima/corte, e com isso a degradação é mais rápida, quanto maior for a temperatura ambiente.

A deterioração da cana-de-açúcar pode se agravar caso permaneça por muito tempo em estoque ou em fila no pátio de descarga (IANNONI & MORABITO, 2003; RIPOLI & RIPOLI, 2009).

A chuva é outro fator que reduz a qualidade da matéria-prima, elevando o tempo de queima/corte e aumentando a quantidade de terra na cana. Além de interromper processos industriais, aumenta a quantidade de cana em estoque que diminui a qualidade da matéria-prima.

### **3.3 Fatores que interferem na qualidade de cana-de-açúcar do transporte às moendas**

Analisando os fatores que interferem na qualidade de cana-de-açúcar relacionados ao planejamento de colheita, segundo Junqueira & Morabito (2017), a capacidade de colheita e de transporte durante as mudanças de frentes de colheita ao longo da safra deve-se manter uniforme, também é necessário planejar a colheita da cana-de-açúcar em idade e época em que a recuperação de açúcares seja maior, visando não comprometer os padrões de qualidade. Sendo assim, o dimensionamento de veículos e das colhedoras e a quantidade de frentes de colheita são fatores importantes para a otimização de açúcares e para o suprimento de matéria-prima às usinas.

Caso os fatores previstos no planejamento de colheita da safra não se concretizem ou realizem-se apenas parcialmente, observa-se a redução de eficiência industrial derivada da qualidade da matéria-prima inferior à prevista, afetando também a comercialização dos produtos finais.

A busca pela qualidade da matéria-prima tem levado as usinas a evitar a estocagem de cana no pátio, logo, o transporte de cana-de-açúcar deve ter um bom planejamento e a confiança no sistema deve ser alta. (SILVA, 2006; MUNDIM, 2009). Conforme observou Silva (2006) que a entrega do produto às usinas deve ocorrer sem interrupções e com menor tempo entre a colheita e a moagem possível.

As usinas funcionam 24 horas por dia no período de safra, mesmo com um bom planejamento do sistema de transporte, a oferta de cana pode ser alterada devido a alguns fatores como chuvas, turnos de trabalho, período noturno, quebra de equipamentos, entre outros fatores que podem afetar a colheita, sendo assim algumas usinas optam pelo acúmulo de cana-de-açúcar para atender a demanda, porém o estoque de cana-de-açúcar deve ser o menor possível, pois a cana-de-açúcar perde qualidade com o passar do tempo após a colheita, sendo que o tempo limite é de 24 horas pós-colheita (CAIXETA-FILHO; GAMEIRO, 2001).

Inclui no planejamento de colheita e transporte a distância média entre as frentes de colheita e a usina/moagem (HIGGINS, 2006; SILVA, 2006), concordante com Solomon (2000) que com a distância implica no tempo de transporte de cana-de-açúcar a partir da colheita até às usinas.

Solomon (2000) estudou a deterioração da cana-de-açúcar pós-colheita e as conseqüências na moagem, considerando os seguintes fatores que determinam a qualidade da cana:

- Tempo de transporte;
- Condições de armazenamento;
- Danos de equipamentos de colheita e transporte;
- Tipo e capacidade de caminhões.

Segundo Higgins (2006), em um estudo de caso da moagem de açúcar na Austrália e o transporte de cana-de-açúcar, alguns fatores relacionados com a qualidade da cana-de-açúcar são o número de caminhões que realizam o transporte da cana-de-açúcar, a capacidade do caminhão, o tempo que o caminhão leva para ser carregado com a cana-de-açúcar e ser transportado para a moagem, o tempo entre a frente e a usina/moagem, o tempo de processamento da quantidade de cana que chega às moendas e o tempo máximo permitido de atraso da moagem após a colheita.

Quanto à recepção e à descarga de cana-de-açúcar nas usinas, de acordo com Iannoni e Morabito (2002), o sistema de recepção compreende operações como pesagem, amostragem, armazenagem intermediária e descarga de cana nas moendas. A quantidade de cana que chega deve permitir a alimentação uniforme das moendas, para que não haja paradas.

“O fluxo de cana pode sofrer com algumas variações do ambiente, como clima, (em dias chuvosos, o transporte sofre as conseqüências das dificuldades da colheita), localização das frentes de corte (quando a colheita precisa ser feita em áreas muito distantes da usina) etc. Por outro lado, a ociosidade de caminhões no pátio também é motivo de grande preocupação, pelo alto custo de investimentos, mão-de-obra e combustível, além da falta que esses caminhões fazem no campo, pois se não houver caminhões vazios disponíveis para receber a cana colhida na frente de colheita, gera-se ociosidade, envolvendo máquinas e operários. Outro fator relevante é que a cana, quando picada ou inteira (principalmente se for queimada), pode se deteriorar caso permaneça por muito tempo em estoque ou em fila no pátio de descarga. (IANNONI E MORABITO, 2002).”

As principais medidas de desempenho avaliadas foram relacionadas ao tempo médio de espera dos caminhões no sistema de recepção, à quantidade média de cana descarregada, de acordo com a capacidade de moagem da usina, e à taxa de utilização das moendas.

Quanto ao estudo sobre o sistema logístico de descarga de cana inteira e picada de uma usina de cana-de-açúcar, de Iannoni & Morabito (2002), foi mostrado que com um planejamento da política operacional escolhida é possível proporcionar redução de filas de caminhões no sistema de descarga, proporcionando assim um aumento da quantidade de cana descarregada por tempo e redução da frota para o transporte de cana do campo à usina. A



escolha da política operacional de despacho depende do tipo de caminhão e da situação das filas e quantidade de cana descarregada nos pontos de descarga.

Observa-se que muitos trabalhos identificam o tipo e a capacidade de caminhão como um fator que interfere na qualidade da cana-de-açúcar, pois quanto maior a quantidade de cana que chega ao pátio se houver filas de espera, maior o número de cana que se deteriora. Além disso, a quantidade que chega deve atender às moendas e está relacionada ao dimensionamento do transporte. Logo, é importante identificar os tipos de caminhões utilizados para carregar cana-de-açúcar.

“O transporte da cana é essencialmente rodoviário, realizado a granel por caminhões abertos do tipo “Romeu e Julieta” (caminhão plataforma acoplado a um reboque – Julieta), treminhão (caminhão plataforma com 360h.p., traçado – 6x4, acoplado a duas julietas simples ou dois eixos, capacidade de 35 toneladas) ou rodotrem (é formado por um cavalo mecânico de 360 h.p., um semirreboque e um reboque – Julieta – com capacidade para transportar 50 toneladas de cana-de-açúcar).” (CAIXETA-FILHO; GAMEIRO, 2001, p.154).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Para alcançar os objetivos propostos, foram realizadas entrevistas com usinas. O questionário foi desenvolvido através dos trabalhos da revisão bibliográfica levantando os principais fatores utilizados pelos autores para otimizar os processos de transporte, recepção, armazenamento e qualidade da cana-de-açúcar.

Para avaliar o posicionamento das usinas quanto ao planejamento da logística da cana-de-açúcar e a qualidade da matéria-prima, foi aplicado o questionário às usinas que são que fornecem informações ao Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-LOG). Com a ajuda da equipe de pesquisadores do grupo, foi possível entrar em contato com as usinas e questionar os responsáveis pelo transporte de cana-de-açúcar.

Foram entrevistadas 8 usinas, sendo 5 usinas localizadas no estado de São Paulo, 1 no estado de Mato Grosso, 1 no estado de Mato Grosso do Sul e 1 no estado de Goiás. As entrevistas foram feitas por telefone e por e-mail durante os meses de outubro, novembro e dezembro de 2018.

O questionário aplicado foi dividido em três partes. A primeira parte foi feita caracterização do transporte, com o intuito de entender o planejamento do transporte quanto ao dimensionamento de frota e tipos de caminhões utilizados, a distância entre os

canaviais/frentes de colheita e as usinas, o raio médio utilizado e se existem perdas físicas no transporte.

A segunda parte conta com a caracterização da recepção que foi feita a partir da quantidade de cana recebida por dia em toneladas e o tipo de cana que chega à usina, a quantidade de pontos de descarga, formação de filas no pátio, tempo médio de espera, mensuração da qualidade da cana e como é feita a medição, necessidade de armazenar a cana e o tipo de armazenagem. A terceira parte é a caracterização da qualidade da cana-de-açúcar, identificando os principais fatores que interferem na qualidade da cana.

## **5. RESULTADOS**

A partir da caracterização dos principais processos da logística da cana-de-açúcar, a aplicação dos questionários foi realizada, sendo que os resultados são apresentados por cada caracterização. Os resultados obtidos foram das 8 usinas consultadas, porém algumas usinas divulgaram apenas a frota e o planejamento da cana própria, ou seja, somente da cana produzida em terras da usina. Logo, parte da cana que chega a essas usinas é de fornecedores de CCT completos, seguindo planejamento de logística diferente em relação ao da usina.

**Tabela 1** – Tabela de relação das referências utilizadas com o questionário realizado

Título	Autor	Relação do Questionário com as Referências		
		Caracterização do transporte	Caracterização da recepção	Caracterização da qualidade da cana-de-açúcar do transporte às usinas
Transporte e logística em sistemas agroindustriais	CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H	1,4, 6, 7, e 8	12 e 13	-
Análise do sistema logístico de recepção de cana-de-açúcar: um estudo de caso utilizando simulação discreta.	IANNONI, A.P; MORABITO, R.	6, 7 e 8	12 e 13	-
Agricultura de precisão em cana-de-açúcar	GREGO et al., 2014	6 e 8	5 e 8	-
Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar	SILVA, J.E.A.R.	1 e 2.	-	-
Regulamentos do CONSECANA	Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo	-	10	-
Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente	RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C	6	6 e 10	1
Abordagens de otimização para programação e seqüenciamento das frentes de colheita de cana-de-açúcar.	JUNQUEIRA, R. A. R; MORABITO, R.	6,7 e 8.	5 e 7	-
Uso de simulação de eventos discretos para o dimensionamento de frota para colheita e transporte de cana-de-açúcar.	MUNDIM, J. U. C.	-	9, 12 e 13	-
Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar.	SILVA, J.E.A.R.	6	9 e 10	-

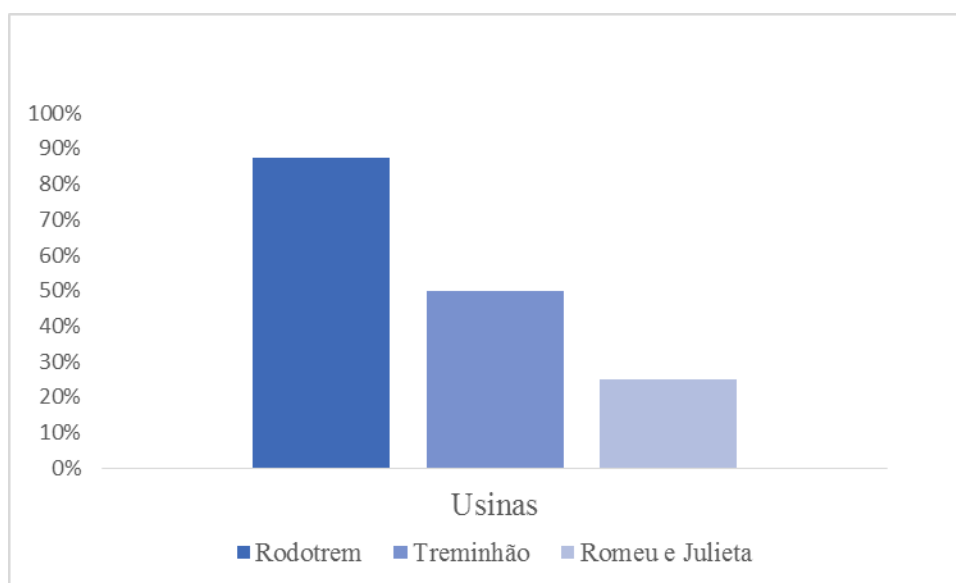
Scheduling of Road vehicles in sugarcane transport: A case study at na Australian sugar mill.	HIGGINS, A.	1,6,7 e 8	4 e 5	-
Post-Harvest cane deterioration and its milling consequences.	SOLOMON, S.	6,7 e 8	4, 5 e 7	-

---

Fonte: Elaborada pelos autores.

### 5.1 Caracterização do transporte

Foram identificados que os principais caminhões utilizados pelas usinas para o transporte de cana-de-açúcar o Rodotrem, o Treminhão e o Romeu e Julieta. Sendo que 87,5% (7 das 8 usinas) utilizam Rodotrem, 50% (4 das 8 usinas) utilizam Treminhão e 25% (2 das 8 usinas) utilizam Romeu e Julieta.



**Figura 1:** Gráfico dos tipos de caminhões e porcentagens utilizados nas usinas.

As perdas físicas no transporte de cana-de-açúcar é uma variável desconsiderada em muitos trabalhos de otimização do transporte de cana, com isso, buscando compreender se há perdas físicas no transporte e como são medidas, todas as usinas responderam que há perdas físicas no transporte e que essas perdas não são medidas. Sendo assim, continua sendo uma variável a desconsiderar.

O questionário buscou também compreender se há o planejamento da distância entre os canaviais/frentes de corte e as usinas com um raio médio, pois a distância interfere tanto em questão econômica, como também na qualidade da matéria-prima, pois o tempo de viagem deve ser o menor possível, logo quanto melhor planejado a distância mais eficiente será a produtividade no transporte de cana, diretamente ligada à qualidade da matéria-prima. Questionadas se utilizavam uma distância média, todas as usinas relataram que utilizam raio médio tanto para o canavial quanto para as frentes de colheita. Considerando que o setor sucroalcooleiro deve seguir um limite de distância máxima entre as frentes de colheita e a usina e que esse raio médio é de 25 a 30 km, apenas uma das usinas adota uma distância maior de raio médio, com 45 km, enquanto as outras usinas seguem dentro da média de 25 km.

## **5.2 Caracterização de recepção**

Quanto à recepção, o questionário elaborado visava entender se os pontos de descarga eram suficientes para atender a quantidade de cana descarregada. A política de despacho depende do tipo de caminhão e da situação das filas no pátio, sendo assim pode-se analisar a quantidade de cana-de-açúcar que ficará nos pátios relacionando com o tempo médio que os veículos permanecem no sistema de recepção.

A chegada de caminhões ao mesmo tempo formando filas no pátio da usina é comum para 4 das 8 usinas, que conseqüentemente apresentaram maior tempo médio de espera nas filas no pátio para descarga, cerca de 2 a 3 horas, notificando que os pontos de descarga não são suficientes para não formar filas no pátio. Quanto as outras 4 usinas, em que não é comum a formação de filas, o tempo de descarga é menor, de no máximo 20 minutos.

O sistema de recepção compreende as operações de pesagem, amostragem, armazenagem intermediária e descarga de cana nas moendas.

As usinas quando questionadas quanto as operações de pesagem e amostragem e as influências na qualidade da cana, responderam que não consideram o tempo dessas operações relevantes para influenciar na qualidade da cana.

A descarga deve ser uniforme, não podendo haver paradas nas moendas, entretanto, não se deve manter a moenda funcionando com quantidade de cana descarregada insuficiente, pois implica em gasto de energia e aumento de custos. Quando a quantidade não é suficiente para atender às moendas, o fator citado por todas as usinas consultadas foi o clima, ou seja, quando chove as usinas param a moagem, pois a colheita não acontece. O segundo fator mais citado foi a quebra de equipamento de colheita e de transporte.

## **5.3 Caracterização da qualidade da cana-de-açúcar do transporte às usinas**

Sabendo-se que o tempo entre a colheita da cana e a chegada até a moenda pode causar a deterioração da cana, o questionário buscava compreender se há a medição da perda da qualidade da cana-de-açúcar durante o transporte às usinas. Os resultados obtidos foram que a maior parte das usinas mede a qualidade da cana-de-açúcar através de análises de laboratório de PCTS (Pagamento de cana pelo teor de sacarose), as análises são feitas com coletas de amostras da carga. Uma das usinas fez uma observação que as análises eram feitas separadamente com amostras de cana colhidas armazenadas por 40 horas, com amostras de cana nova com cana velha no pátio e amostras de cana nova no pátio. Outra usina que não faz

a medição de qualidade observou que 100% da colheita é de cana crua e que o tempo entre colheita e moagem é em torno de 3 horas, tempo que não é o suficiente para causar perdas.

Quanto à armazenagem de matéria-prima, 4 usinas evitam o armazenamento, visando a qualidade da matéria-prima. Enquanto as outras usinas apontam o armazenamento como importante para suprir qualquer dificuldade quanto à alimentação uniforme da moenda, como fator climático e quebra de equipamentos que dificultam a colheita e o transporte da cana até a usina.

O tipo de armazenamento utilizado pelas usinas é o sobre rodas, que pode ser de cana inteira ou cana picada, garantindo a alimentação das moendas.

Os fatores mais citados que interferem na qualidade da cana-de-açúcar são as chuvas, por aumentar a quantidade de cana em estoque, posteriormente o armazenamento de cana-de-açúcar, o tempo de espera em filas no pátio da usina e o tempo de transporte da matéria-prima. Já o tempo dos processos de pesagem e amostragem são mínimos e descartados das análises referentes à qualidade da matéria-prima.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O principal objetivo desse trabalho foi a caracterização da logística da cana-de-açúcar e identificar os principais fatores que interferem na qualidade dessa matéria-prima durante os processos logísticos de transporte, recepção e armazenamento de cana-de-açúcar.

Observou-se que a logística da cana-de-açúcar é um sistema complexo e que os gastos com o transporte representam uma importante porcentagem dos custos de produção das usinas. Além disso, a cana é um produto de baixo valor agregado e os preços são preestabelecidos, sendo assim o bom planejamento da logística é uma oportunidade de conseguir diminuir os gastos e aumentar a produção em qualidade e em quantidade.

Com base na revisão bibliográfica e nos resultados dos questionários, observa-se a importância do planejamento da logística para atender às usinas, por se tratar de um produto perecível, muitos fatores interferem na qualidade da matéria-prima.

Os resultados indicaram que as principais causas de perda de qualidade de cana de açúcar pós-colheita são o tempo de armazenamento, principalmente quando chove, o tempo de espera nos pátios e o tempo de transporte. Essas principais causas de perda de qualidade da cana estão principalmente ligadas ao planejamento da distância máxima entre as frentes de corte e ao tempo limite entre a colheita e a moagem. Foi possível observar, que a maioria das usinas consultadas planeja a distância máxima dentro do limite que é entre 25 e 30 km. Quanto ao tempo limite de 24 horas entre a colheita e a moagem, que envolve

principalmente o tempo de armazenamento da cana, observou-se que 50% não armazena ou evita ao máximo armazenar visando a qualidade da matéria-prima e 50% armazena com o intuito de suprir qualquer dificuldade para alimentar a moenda.

A limitação quanto ao planejamento da distância máxima foi que a maioria das usinas conta com a cana de fornecedores de CCT completos, o que difere do planejamento usado para a cana das terras da usina. Quanto ao armazenamento, é importante ressaltar que mesmo que seja para suprir imprevistos, deve seguir o tempo limite garantindo um padrão de qualidade. Uma forma é fazer a amostragem em diferentes grupos por tempo de armazenamento.

A compreensão do sistema logístico proporciona uma visualização facilitada dos abrangentes fatores envolvidos nas operações agrícolas e industriais e a oportunidade de melhoria para todo o processo, já que estes estão integrados.

Algumas recomendações de continuação do trabalho seriam mensurar as perdas de qualidade pós-colheita da cana durante os sistemas logísticos. Além disso, com a caracterização da logística da cana-de-açúcar, foi possível levantar muitos fatores importantes para gestão da cadeia sucroenergética, que podem vir a ser analisados com o uso de modelos matemáticos, uma vez que o planejamento de uma usina de cana-de-açúcar é muito complexo. Os modelos matemáticos podem ser para analisar cada fator, como por exemplo, a otimização das áreas de fornecimento de cana, o dimensionamento de frota, ou mesmo para o planejamento integrado dos fatores envolvendo riscos produtivos e econômicos.



## REFERÊNCIAS

CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. **Transporte e logística em sistemas agroindustriais.** (falta colocar as páginas) 218p

CONSECANA, Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. Disponível em: < <http://www.consecana.com.br/regulamento.asp>>. Acesso em: 16 nov. 2018.

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/>> . Acesso em 10 dez. 2018

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Cana-de-açúcar: Segundo Levantamento Agosto 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana.>>. Acesso em: 15 dez. 2018

GREGO, C. R.; ARAUJO, L. S. de; VICENTE, L. E.; NOGUEIRA, S. F.; MAGALHÃES, P. S. G.; VICENTE, A. K.; BRANCALÃO, S. R.; VICTORIA, D. de C.; BOLFE, E. L. Agricultura de precisão em cana-de-açúcar. In: BERNARDI, A.C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A.V. de; BASSOLI, L.H.; INAMASU, R.Y. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar.** Brasília, DF: Emprapa, 2014. p.442-457.

IANNONI, A.P; MORABITO, R. Análise do sistema logístico de recepção de cana-de-açúcar: um estudo de caso utilizando simulação discreta. **Gestão & Produção**, v.9, n2, p.107-128, Ago. 2002

IANNONI, A.P; MORABITO, R. **Análise do sistema logístico de descarga de cana inteira e picada de uma usina de cana de açúcar.** 2003.

JUNQUEIRA, R. A. R; MORABITO, R. Abordagens de otimização para programação e seqüenciamento das frentes de colheita de cana-de-açúcar. **Gestão & Produção**, v.24, n.2, p.407-422, 2017.

MUNDIM, J. U. C. **Uso de simulação de eventos discretos para o dimensionamento de frota para colheita e transporte de cana-de-açúcar.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.** Piracicaba, 2004. (falta colocar as páginas).

SILVA, J.E.A.R. **Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, 2006.

SOLOMON, S. Post-Harvest cane deterioration and its milling consequences. **Sugar Tech**, v.2, issue 1-2, p.1-18, Jun, 2000.

HIGGINS, A. Scheduling of Road vehicles in sugarcane transport: A case study at na Australian sugar mill. **European Journal of Operational Research**, v.170, issue 3, p. 987-1000, Maio, 2006.

UNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar. UnicaData, 2018. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=31&tipoHistorico=2>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

**APÊNDICE A – Roteiro de entrevista aplicado às usinas****Caracterização do(a) entrevistado(a):**

1. Nome:
2. Telefone:
3. Usina:

**Caracterização do transporte:**

1. Tipos de caminhões utilizados:  
 Romeu e Julieta  
 Treminhão  
 Rodotrem  
 Outro: \_\_\_\_\_
2. Qual o número de caminhões de cada tipo?
3. Existem perdas físicas no transporte?  
 Sim  Não
4. As perdas físicas no transporte são medidas?  
 Sim  Não
5. Como é feita a medição?
6. A distância entre os canaviais e usinas é planejada com um raio médio?  
 Sim  Não  
Raio médio: \_\_\_\_\_
7. A usina conta com várias frentes de colheita?  
 Sim  Não

8. Se sim, as frentes de colheita seguem uma distância média/raio médio em relação à usina?

Sim

Não

**Caracterização da recepção:**

1. Qual é a quantidade de cana-de-açúcar recebida por dia em toneladas?

2. Tipo de cana-de-açúcar que chega à usina:

Inteira

Picada

3. Caso seja os dois tipos (Inteira e Picada), como é feito a separação para as moendas?

4. Quantos pontos de descarga existem?

5. Os pontos de descarga são suficientes para que não ocorra formação de filas no pátio da usina?

Sim

Não

6. Caso ocorra formação de filas, qual a média de tempo de espera?

7. Quantas moendas existem?

8. A quantidade de cana que chega deveria sempre atender à capacidade da moenda, quando não atende, qual o principal motivo?

9. É comum a chegada de muitos caminhões ao mesmo tempo, formando filas no pátio da usina?

Sim  Não

10. O tempo entre a colheita da cana-de-açúcar e a chegada até a moenda pode causar a deterioração da cana, essas perdas de qualidade da cana são medidas?

Sim  Não

11. Como é feita a medição?

12. Quando é necessário armazenar a cana-de-açúcar?

13. Tipo de armazenagem:

Pátio, depósito da cana inteira armazenada

Sobre rodas, caminhões e carretas carregados com cana inteira ou picada

Outro: \_\_\_\_\_

### **Caracterização da qualidade da cana-de-açúcar do transporte às usinas**

1. Quais os principais fatores que interferem na qualidade da cana-de-açúcar desde o transporte até a moenda?

Condições climáticas (chuva);

Deterioração da cana por unidade de tempo da colheita ao pátio da usina;

Deterioração da cana por unidade de tempo nos processos de pesagem e amostragem;

Deterioração da cana por unidade de tempo de espera nas filas no pátio da usina;

Deterioração da cana por unidade de tempo no armazenamento;

Outro: \_\_\_\_\_