

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DO SETOR SUCROENERGÉTICO - MTA**

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA NO CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE DA
CANA-DE-AÇÚCAR ANTES E PÓS MECANIZAÇÃO**

GIANE ZUQUETTE

**SETÃOZINHO
2017**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DO SETOR SUCROENERGÉTICO - MTA

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA NO CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE DA
CANA-DE-AÇÚCAR ANTES E PÓS MECANIZAÇÃO**

GIANE ZUQUETTE

Monografia apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Gestão do Setor
Sucroenergético – MTA.

Aluno: GianeZuquette

Orientador: Prof(a). Dr(a). Marta Cristina
Marjotta-Maistro

SERTÃOZINHO

2017

Dedico este trabalho a toda minha família que com muito carinho, dedicação e bons exemplos me guiaram até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nem mesmo um único dia de minha vida seria possível.

Aos meus pais Itamar Ap. Zuquette e Maria de Fátima Silva Zuquette, por serem essa base forte em minha vida e sempre incentivar os estudos.

Ao meu irmão Jader Zuquette, por sempre me apoiar e ser um exemplo de dedicação.

Aos novos amigos que este curso me proporcionou, pelo companheirismo e bons momentos.

Aos velhos amigos por estarem sempre ao meu lado me apoiando e me incentivando.

A professora Marta Cristina Marjotta-Maistro, pela paciência em me orientar e me instruir.

A todos os professores pelos ensinamentos indispensáveis.

Enfim, a todos que de alguma forma colaborarão para mais uma etapa concluída em minha vida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Estado de São Paulo	22
Figura 2. Cultivo da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, safra 2013/14	22
Figura 3. Corte manual de cana queimada	24
Figura 4. Corte manual de cana crua	24
Figura 5. Queima da palha da cana	25
Figura 6. Cana amontoada em feixes.....	25
Figura 7. Percentual de colheita manual	26
Figura 8. Carregamento a partir do corte manual.....	27
Figura 9. Carregamento do transbordo	27
Figura 10. Transbordo carregando caminhão.....	28
Figura 11. Transporte de cana inteira.....	28
Figura 12. Caminhão Romeu e Julieta	29
Figura 13. Treminhão	29
Figura 14. Rodotrem.....	30
Figura 15. Percentual de colheita mecanizada.....	31
Figura 16. Percentual de colheita manual e mecanizada em São Paulo.....	31
Figura 17. Emissão de CO ₂ evitada pela redução das autorizações de queima	32
Figura 18. Evolução do número de colhedoras de cana	33
Figura 19. Índice de mecanização no Estado de São Paulo, safra 2016/17, EDR	35

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Índice de Mecanização da Colheita da Cana-de-Açúcar, Escritórios de Desenvolvimento Rural, Estado de São Paulo, Safra 2016/17	34
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 Conceitos de logística	11
2.2 Modais de transporte	12
2.3 Logística sucroalcooleira.....	14
2.4 Lei Estadual 11.241/2002	16
2.5 Protocolo Agroambiental Etanol Verde e Etanol Mais Verde	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Fonte de dados	21
3.2 Área de estudo.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Corte, Carregamento e Transporte (CCT) e as mudanças após a Lei Estadual 11.241/2002 e o Protocolo Agroambiental	23
4.2 A evolução na adoção da mecanização do CCT no estado de São Paulo	30
4.3 Mapa da mecanização no estado de São Paulo	33
4.4 Desafios gerados pela mecanização	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

RESUMO

O Brasil é responsável por cerca de 40% da produção mundial de cana-de-açúcar, sendo que mais da metade dessa produção está no Estado de São Paulo, por esse motivo e pela iniciativa de se criar a Lei Estadual 11.241/2002 e o Protocolo Agroambiental é que o Estado de São Paulo foi escolhido como área de estudo do presente trabalho. Com a implantação da Lei Estadual e do Protocolo houve mudanças no corte, carregamento e transporte (CCT) da cana. Sendo assim, o trabalho tem por objetivo geral analisar o processo de CCT e como objetivos específicos mostrar as mudanças no CCT pós mecanização, mostrar a evolução na adoção da mecanização no estado de São Paulo e apontar as regiões que conseguiram adotar a mecanização. O método aplicado ao trabalho se baseia na análise dos dados secundários obtidos através de buscas em livros, artigos científicos e *sites* relacionados ao tema. Com essa pesquisa é possível concluir que as mudanças no CCT ocorreram principalmente no corte e no carregamento, devido a mecanização desses processos, deixou-se de utilizar o corte manual e as carregadeiras e passou-se a utilizar colhedoras e transbordos. Outro ponto levantado pela pesquisa é que 90% da colheita de cana no Estado de São Paulo é mecanizada.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, carregamento, corte, logística e transporte.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é utilizada como fonte de energia pelo ser humano tanto como alimento, por meio da produção de açúcar, quanto como combustível substituto dos combustíveis fósseis, pela produção de etanol, entre outras formas. Em 2016, a produção mundial de cana-de-açúcar foi em torno de 1.850.300.000 toneladas em uma área cultivada de 26.900.000 hectares. O Brasil foi responsável por cerca de 40% dessa produção, utilizando 9.004.500 hectares para o cultivo (FAO, 2016).

No Brasil, a estimativa para a safra 2017/18 é de redução de 1,5% na produção de cana-de-açúcar e a área a ser colhida diminuirá aproximadamente 2,3%. Na região sudeste, a estimativa também é de queda, devido à diminuição de área disponível para colheita, propiciada pelo número de empresas em recuperação judicial, além do clima adverso das últimas safras (CONAB, 2017a).

O Estado de São Paulo é responsável por 54,6% de toda produção nacional de cana-de-açúcar, com uma área cultivada de 4.509.200 hectares, ou seja, o Estado de São Paulo possui 17% da área mundial destinada para o cultivo da cana-de-açúcar (CONAB, 2017a; FAO, 2016).

Apesar da redução da produção de cana-de-açúcar para a safra 2017/18, observando os dados do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio, esse setor é importante para a economia do país. No ano de 2016, o PIB do Brasil teve uma retração de 3,6% em relação ao ano anterior, que já havia sofrido queda de 3,8% em relação ao ano de 2014. O Estado de São Paulo acompanhou essa queda, com retração de 3,0% em relação a 2015. Por outro lado, considerando dados até o mês de maio de 2017, o PIB do agronegócio brasileiro deve ter um aumento anual de 0,9% na comparação do mesmo período de 2016. Acompanhando a tendência nacional, o PIB agrícola do Estado de São Paulo, no ano de 2016, teve um crescimento de 7,4%, esse aumento deu-se principalmente pelo ramo agrícola que cresceu 8,9% em relação ao ano anterior. Se olhar pela ótica de segmentos, o segmento primário (agricultura) foi o que se destacou, com 19,7% de aumento em relação a 2015, dentro deste segmento destaca-se a cana-de-açúcar, com crescimento de 13,1% nos preços e 9% na produção (CEPEA, 2016, 2017; IBGE, 2017).

Este setor, importante para a economia do país e do Estado de São Paulo, também gera problemas, um deles é a poluição provocada pela queima da palha da cana-de-açúcar. A queima da palha ocorre na pré-colheita quando se usa a colheita manual, e o objetivo é diminuir o volume de palha para facilitar o corte e afastar pragas e bichos presentes nos canaviais. Pesquisas realizadas mostram que essa prática gera poluição ao meio ambiente devido emissão de gases prejudiciais à saúde da população que reside em regiões canavieiras. Estudos indicam também que regiões onde não tem plantio e nem queima de cana-de-açúcar, porém estão ao redor de áreas com essa prática, também estão sujeitas a doenças respiratórias causadas pelas queimadas (NOVAES, 2010; RIBEIRO, 2008; RIGUERA et al., 2011).

Com o intuito de minimizar esses problemas de poluição foi elaborada, pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, a Lei Estadual 11.241 de 11 de setembro de 2002, para eliminar gradativamente a queimada da palha da cana-de-açúcar. Essa redução deverá ser mais rápida nas áreas mecanizáveis que são áreas com declive menor ou igual a 12 % e depois nas áreas não mecanizáveis, com declive maior que 12 %. Em 2007, foi assinado o Protocolo Agroambiental entre o Governo do Estado de São Paulo e representantes do setor sucroenergético, União da Indústria de Cana de Açúcar (UNICA) e pela Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA). Esse protocolo antecipa o prazo de queima da palha da cana-de-açúcar, estabelecido na Lei Estadual 11.241, para 2014 ao invés de 2021 em áreas mecanizáveis e para 2017 ao invés de 2031 em áreas não mecanizáveis (SÃO PAULO, 2007; SMA-SP, 2002). Para o presidente-executivo da União dos Produtores de Bioenergia (UDOP), Antonio Cesar Salibe, os ganhos com a assinatura do Protocolo foram ambiental, social e para a imagem do setor, devido à repercussão internacional de que o etanol brasileiro é a melhor alternativa para o combustível fóssil, pois possui selo de combustível verde (UDOP, 2017).

Essa lei e o protocolo trouxeram mudanças na colheita da cana-de-açúcar, a colheita passou a ser mecanizada em algumas regiões. Com esse novo cenário, existem os questionamentos se os produtores de todas as áreas estão conseguindo mecanizar suas colheitas e quais as dificuldades encontradas por esses produtores. Todos esses questionamentos se tornaram objeto de estudo no presente trabalho.

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, inicia pela introdução, onde o tema e a importância deste trabalho são justificados, bem como os objetivos do trabalho. A revisão de literatura é apresentada no segundo capítulo abordando conceitos de logística, tipos de modais de transporte, logística sucroalcooleira, Lei Estadual 11.241/2002 e Protocolo Agroambiental Etanol Verde e Etanol Mais Verde. Os materiais utilizados bem como fonte de dados e a metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho encontram-se descrita no capítulo três. No quarto capítulo são apresentados os resultados do trabalho. Para concluir, no quinto capítulo do trabalho estão as considerações finais e por fim, as referências bibliográficas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o processo de corte, carregamento e transporte (CCT) da cana-de-açúcar antes e após adoção dos procedimentos de mecanização.

1.1.2 Objetivos específicos

- Mostrar se houve mudança no CCT após a proibição das queimadas;
- Mostrar a evolução na adoção da mecanização do CCT no estado de São Paulo;
- Apontar as regiões que conseguiram adotar a mecanização e as que ainda não adotaram no estado de São Paulo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Conceitos de logística

No passado as pessoas enfrentavam dificuldades para ter acesso aos suprimentos devido à falta de um sistema de transporte e armazenagem, por conta disso às vezes tinham acesso a uma mercadoria somente durante um curto período do ano e em pouca quantidade, principalmente mercadorias sazonais. Isso forçava as pessoas a viverem próximas aos produtores (CHRISTOPHER, 1999).

A palavra logística começou a ser utilizada na Segunda Guerra Mundial pelo exército americano que transportava e distribuía suprimentos para os soldados em batalha (MOURA, 1998).

Logística já foi definida como as atividades envolvidas na movimentação e armazenagem de produtos, desde a aquisição da matéria prima até o consumo final, tem por objetivo levar ao consumidor um serviço adequado a um custo razoável (BALLOU, 1993).

As atividades logísticas são divididas em dois grupos, atividades primárias e atividades secundárias. Como atividades primárias têm-se, o transporte, gestão de estoque e processamento de pedidos, essas atividades são responsáveis pela maior parte dos custos logísticos. As atividades secundárias são armazenagem, manuseio de materiais, embalagem de proteção, programação de produtos e manutenção da informação, as atividades secundárias são consideradas como função de apoio às atividades primárias e são úteis para atender os níveis de serviços exigidos pelos clientes (BALLOU, 2006).

Para Gomes e Ribeiro (2004), a logística tem a finalidade de entregar o insumo na quantidade, qualidade e lugar corretos no tempo adequado a um preço justo, aumentando assim a satisfação do cliente.

A logística pode ser considerada como a área mais abrangente e complexa de uma empresa. Sua principal função é levar produtos e serviços aos locais onde são necessários na qualidade e tempo adequados. Uma das responsabilidades da logística é controlar a localização dos produtos em processamento bem como os produtos acabados, realizar e controlar o transporte deles no menor custo possível (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2007).

Depois da década de 1950 a logística deixa de ser vista somente por suas atividades básicas de transporte e armazenamento, e passa a ter um escopo mais abrangente. Tal mudança foi graças aos avanços tecnológicos e as pressões externas exercidas pelo mercado. A partir daí surge o conceito de logística integrada, a base da logística integrada é a forte ligação entre as operações, essa nova logística pode ser utilizada para se obter vantagens estratégicas para a empresa (BOWERSOX; CLOSS, 2010).

Quando as empresas entenderam a necessidade de integrar o fluxo de materiais com as funções de suporte, e que para ter uma boa gestão da produção é preciso gerenciar os recursos, foi quando surgiu o conceito de gestão da cadeia de suprimentos. A definição de gestão da cadeia de suprimentos é gestão de todas as ligações entre os fornecedores, os processos de produção, a distribuição e o consumidor final. O objetivo da gestão da cadeia de suprimentos é gerar valor e atender os requisitos do consumidor final, entregando o produto com a qualidade e tempo acordados a preços justos (CHAMBERS; JOHNSTON; SLACK, 2009).

2.2 Modais de transporte

Para Wanke (2001) a política de transporte é uma das estratégias logísticas da organização, onde devem ser levadas em consideração a política de preços/custo e o desempenho desse processo.

Segundo Ballou (2001) a escolha do modal de transporte é importante para a empresa ao ponto de ser considerado estratégico, pois cria uma vantagem competitiva.

A escolha do modal deve conciliar as necessidades da empresa com as expectativas do cliente, ou seja, entrega rápida e segura ao menor custo possível. Entre os modais de transporte existentes, tem-se o rodoviário, ferroviário, aquaviário, aeroviário e dutoviário, cada um com características específicas (BALLOU, 2006).

O transporte é um setor da empresa que deve estar integrado aos demais setores. Por representar uma grande parte dos custos da empresa, a escolha do modal deve ser feita com cautela. De acordo com o produto, cliente, prazo, recursos financeiros a empresa terá que escolher entre os cinco modais levando em

consideração suas características operacionais específicas (FERREIRA; RIBEIRO, 2002).

Dentre os modais, o rodoviário é considerado o mais simples e o mais utilizado em rotas curtas no transporte de produtos acabados e semiacabados (POZO, 2007). Possui baixo custo fixo, pois a construção e manutenção das rodovias dependem do poder público, os custos variáveis como combustível e manutenção são moderados (FLEURY; WANKE, 2006). Destacam-se como vantagens desse modal entregas rápidas e confiável de cargas parceladas, competitividade na entrega de pequenos lotes, facilidade na substituição do veículo em caso de quebra e, além disso, também é fundamental na intermodalidade (RODRIGUES, 2003).

Segundo Ballou (1993), existem dois tipos de transporte ferroviário, o transporte regular e o privado. Sendo que, o transporte regular presta serviços a qualquer usuário e é regulado pelo governo, já o privado é de uso exclusivo de um usuário particular.

O modal ferroviário é destinado principalmente para o transporte de grandes cargas, por longas distâncias. Seu custo fixo é elevado devido a investimentos em trilhos, terminais e vagões, enquanto que os custos variáveis são baixos (FLEURY; WANKE, 2006). O principal uso do modal ferroviário é o transporte de matéria prima e produtos de baixo custo, é mais seguro que o modal rodoviário, pois apresenta baixos índices de acidentes e roubos (BALLOU, 2006).

Mais utilizado no transporte a granel de líquidos ou sólidos e bens de alto valor, o modal aquaviário inclui todos os tipos de transporte feito sobre a água. Nele inclui-se a navegação interior realizada em hidrovias internas no território nacional e estrangeiro, a cabotagem que é o transporte entre os portos de um mesmo país, e por fim, a navegação de longo curso que realiza o transporte de cargas entre portos de diferentes países (FLEURY; WANKE, 2006).

Para Vieira (2002), o modal aeroviário é o mais indicado para o transporte de produtos de alto valor e baixo volume, abrange praticamente todas as regiões do mundo. Apresenta custos fixos baixos, porém os custos variáveis como combustível, mão de obra e manutenção são os mais elevados (FLEURY; WANKE, 2006).

E por fim, no modal dutoviário o transporte é feito em tubos cilíndricos por gravidade ou pressão mecânica (RODRIGUES, 2003). Sua utilização é limitada, destina-se principalmente ao transporte de líquidos e gases, tem custo fixo elevado devido aos direitos de passagem, construção, estação de controle e bombeamento, já os custos variáveis são baixos (FLEURY; WANKE, 2006).

O Brasil precisa investir na diversificação da malha de transporte de cargas, atualmente 21% da produção nacional é transportada por ferrovias e 13% pelo modal aquaviário, enquanto que na China 50% da carga é transportada pelo modal aquaviário e, nos Estados Unidos 30% da produção é escoada pelo modal ferroviário (LOBO, 2017).

Pesquisas apontam que 62,8% da carga nacional é transportada por rodovias, rodovias essas que se encontram em situações precárias, 28,2% das rodovias nacionais são consideradas ruins ou péssimas e 33,6% são apenas regulares. Portanto, mais de 60% da produção nacional é transportada por rodovias inadequadas, prejudicando o País em termos de competitividade (LOBO, 2017).

2.3 Logística sucroalcooleira

Para Santos (2009), a logística do transporte da cana-de-açúcar terá sucesso quando houver um bom gerenciamento e administração da manutenção, e também um bom desempenho dos colaboradores envolvidos nesse processo. Segundo o autor as ações e decisões devem ser tomadas de maneira rápida e assertiva para que o transporte seja eficiente.

O sincronismo entre a lavoura e a indústria é o fator de maior peso no custo de produção, pois ele interfere tanto nos custos de transporte quanto na qualidade da matéria prima, por isso deve-se utilizar o meio de transporte mais adequado para a região (SANTOS, 2009).

No Brasil o transporte da cana-de-açúcar é feito principalmente pelo modal rodoviário, em algumas regiões o ferroviário e hidroviário. Os meios de transportes utilizados no modal rodoviário são a tração animal, principalmente na região nordeste ou em áreas com declive elevado, tratores com carretas, utilizados em áreas próximas

as usinas, mas o caminhão é o meio de transporte mais utilizado e que apresenta uma maior eficiência (SANTOS, 2009).

Com a desregulamentação do setor sucroenergético, as usinas tiveram que melhorar seus processos para se tornarem competitivas perante o mercado externo. O processo logístico destacou-se nessa busca por competitividade, desta forma, o transporte e armazenamento do açúcar e do etanol passaram a ter valor estratégico para as usinas (COSTA, 2007).

As usinas paulistas em sua grande maioria utilizam a modalidade comercial FOB (*free on board*¹), na comercialização do açúcar, onde todas as providências e custos para a colocação da mercadoria no navio é por conta do exportador (COSTA, 2007).

O transporte de açúcar no estado paulista tem sido feito em sua maioria pelo modal rodoviário, cerca 70%, enquanto que os outros 30% é feito por ferrovias (JANOTTI et al., 2012).

No transporte de açúcar, o modal rodo-ferroviário se mostra mais atraente do que o rodoviário porta-porta para o mercado de exportação. Esse modal é a associação entre o modal rodoviário, responsável por transportar desde a usina até o terminal rodo-ferroviário, e o modal ferroviário, responsável pelo percurso mais logo que é entre o terminal e o porto de exportação (SILVA, 2005).

Como no caso do açúcar, a modalidade comercial utilizada para a distribuição do etanol é o FOB (COSTA, 2007). Porém, em termos de estrutura logística, o que se aplica ao açúcar não se aplica ao etanol, devido às especificidades físicas e químicas do produto. O transporte é feito, em maioria, pelo modal rodoviário (JANOTTI et al., 2012).

¹ Faz parte dos Incoterms (termos internacionais de comércio) que são normas definidas para trocas comerciais internacionais, foi adaptado para o mercado doméstico pelos setores do agronegócio.

Em 2010, a Petrobras obteve licença para construir um alcoolduto ligando as regiões de Minas Gerais e São Paulo aos portos de Santos e São Sebastião. Com esse tipo de transporte o setor se tornará mais competitivo, porém para ser viável o volume transportado deve ser maior que o atual (MILANEZ et al., 2010). Em agosto de 2013 a Logum² inaugurou um terminal na cidade de Ribeirão Preto que transfere combustível de distribuidoras e produtores desde Ribeirão Preto até Paulínia através de um duto de 207 km de extensão. Posteriormente, em abril de 2015, um segundo trecho de 143 km ligando as cidades de Uberaba e Ribeirão Preto, entrou em operação. Com esses dois trechos o etanol de origem dos Estados do Centro-Oeste, Minas Gerais e São Paulo, são distribuídos aos mercados consumidores da região de Campinas, Grande São Paulo e Rio de Janeiro (LOGUM, 2017).

2.4 Lei Estadual 11.241/2002

A Lei Estadual 11.241 de 19 de Setembro de 2002, dispõe sobre a eliminação gradativa de queima da palha da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo (SMA-SP, 2002).

Ficou estabelecido que os plantadores de cana que fazem uso da queima como método de pré-colheita, devem tomar providências que reduzem essa prática. Nas áreas consideradas mecanizáveis, plantações em terrenos acima de 150 hectares e com declive igual ou inferior a 12%, a redução da queima deve acontecer da seguinte forma: 1º ano 20% da queima eliminada (2002); 5º ano 30% da queima eliminada (2006); 10º ano 50% da queima eliminada (2011); 15º ano 80% da queima eliminada (2016) e 20º ano eliminação total da queima (2021). Nas áreas consideradas não mecanizáveis, plantações em terrenos com declive acima de 12%, as metas são: 10º ano 10% da queima eliminada (2011); 15º ano 20% da queima eliminada (2016); 20º

² Empresa responsável pela construção e operação do sistema logístico de etanol na região Centro-Oeste e Sudeste. Formada por seis empresas acionistas – Camargo Corrêa Construções e Participações (10%), Copersucar (20,93%), Raizen (20,93%), Odebrecht Transport Participações (20,93%), Petrobras (16,75%) e Uniduto Logística (10,46%).

ano 30% da queima eliminada (2021); 25º ano 50% da queima eliminada (2026) e por fim, 30º ano 100% da queima eliminada (2031). Os canaviais plantados em áreas de expansão deverão seguir as mesmas regras (SMA-SP, 2002).

Onde a queima da palha da cana-de-açúcar ainda é permitido, sua prática é proibida a menos de um quilômetro do perímetro da área urbana definida por lei municipal e das reservas e áreas tradicionalmente ocupadas por indígenas; cem metros do limite das áreas de domínio de subestações de energia elétrica; cinquenta metros contados ao redor do limite de estação ecológica, de reserva biológica, de parques e demais unidades de conservação estabelecida em atos do poder federal, estadual ou municipal e de refúgio da vida silvestre, conforme as definições da Lei federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000; vinte e cinco metros ao redor do limite das áreas de domínio das estações de telecomunicações; quinze metros ao longo dos limites das faixas de segurança das linhas de transmissão e de distribuição de energia elétrica; quinze metros ao longo do limite das áreas de domínio de ferrovias e rodovias federais e estaduais. Ao redor das áreas onde a queima é permitida, deverão ser feitos aceiros de no mínimo três metros, essa largura deverá ser ampliada se necessário (SMA-SP, 2002).

O responsável pela queima deverá realizá-la de preferência durante o período noturno, mas antes deverá informar de maneira formal as autoridades competentes, na informação deve contemplar data, hora de início e o local onde ocorrerá a queima. Deve-se manter uma equipe de vigilância para controlar a propagação do fogo (SMA-SP, 2002).

As queimadas deverão ser suspensas pelas autoridades ambientais em caso de risco a vida humana, danos ambientais ou condições meteorológicas desfavoráveis; quando a qualidade do ar atingir índices indesejáveis à saúde humana; quando a fumaça colocar em risco operações aeronáuticas, rodoviárias e de outros meios de transporte (SMA-SP, 2002).

O Poder Executivo deverá desenvolver programas, com o apoio dos sindicatos, de requalificação profissional dos trabalhadores, que apresentem alternativas aos impactos socioeconômicos e culturais gerados pela eliminação da

queima da palha, de aproveitamento da palha na geração de energia elétrica e possibilitar a venda do excedente aos sistemas de distribuição (SMA-SP, 2002).

2.5 Protocolo Agroambiental Etanol Verde e Etanol Mais Verde

O Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético é uma parceria entre o Governo do Estado de São Paulo, representado pelas secretarias do Meio Ambiente (SMA) e da Agricultura e Abastecimento (SAA), e pelos produtores de cana de açúcar, representados pela União da Indústria de Cana de Açúcar (UNICA) e pela Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA). Foi firmado em 2007 com a UNICA e em 2008 com a ORPLANA. A abrangência do Protocolo se restringe apenas ao Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2007).

O compromisso das usinas e das associações de fornecedores de cana com a sustentabilidade é reconhecido através de um Certificado Etanol Verde, esse certificado é renovado anualmente. Para se obter o certificado ou sua renovação, as usinas ou associações devem seguir as diretrizes técnicas previstas pelo Protocolo (SÃO PAULO, 2007).

O objetivo do Protocolo é criar uma parceria com o setor sucroenergético paulista com o intuito de estimular a produção sustentável do etanol. A produção sustentável se torna possível através de diretrizes positivas e possíveis de implantação e monitoramento (SÃO PAULO, 2007).

A adesão ao Protocolo por parte das usinas é voluntária e individual, já para os fornecedores de cana a adesão deve ser feita através de uma associação. Os interessados em aderir ao Protocolo, devem enviar à Secretaria do Meio Ambiente um plano de ação com metas e prazos para o cumprimento das diretrizes estabelecidas no Protocolo, o plano de ação será avaliado por um corpo técnico composto por representantes da SMA, SAA e UNICA, caso aprovado a usina ou associação recebe o Certificado Etanol Verde. Será feito um acompanhamento do plano de ação e o cumprimento das diretrizes anualmente, no momento da renovação do certificado, o não cumprimento das metas acarretará no cancelamento do Certificado Etanol Verde (SÃO PAULO, 2007).

O Protocolo define diretivas técnicas que devem ser implantadas pelas usinas ou associações, são elas: redução do prazo legal de queima da palha de cana-de-açúcar (Lei Estadual nº 11.241/02) para 2014, ao invés de 2021, em áreas mecanizáveis e para 2017, ao invés de 2031, em áreas não mecanizáveis; não utilizar a queima da cana-de-açúcar para colheita nas áreas de expansão de canaviais; adotar ações para que não ocorra a queima a céu aberto do bagaço de cana ou de qualquer outro subproduto da cana-de-açúcar; proteger as áreas de matas ciliares das propriedades canavieiras, devido à relevância de sua contribuição para a preservação ambiental e proteção à biodiversidade; proteger as nascentes de água das áreas rurais e do empreendimento canavieiro, recuperando a vegetação ao seu redor; proposição e implantação de plano técnico de conservação do solo; proposição e implantação de plano técnico de conservação dos recursos hídricos e minimização do consumo de água. As duas diretivas a seguir destinam-se somente às usinas: plano de gerenciamento de resíduos gerados no processo agroindustrial e; plano de minimização de geração de poluentes atmosféricos (SÃO PAULO, 2007).

A mecanização da colheita da cana de açúcar trouxe novos desafios, com o intuito de direcionar ações para superar esses desafios e para a recuperação das áreas ciliares do Estado de São Paulo, em junho de 2017 foi assinado um novo protocolo, denominado Protocolo Etanol Mais Verde. Desta vez além da SMA, SAA, UNICA e ORPLANA, o Protocolo também foi assinado por representantes da Companhia Ambiental Paulista (CETESB). Com o objetivo de dar continuidade nas ações tomadas com os protocolos anteriores e consolidar as práticas sustentáveis no setor sucroenergético paulista, foram estabelecidas dez novas diretivas, são elas: Eliminação da Queima; Adequação à Lei Federal nº 12.651/2012 (código florestal); Proteção e Restauração das Áreas Ciliares; Conservação do Solo; Conservação e Reuso da Água; Aproveitamento dos Subprodutos da cana-de-açúcar; Responsabilidade Socioambiental e Certificações; Boas Práticas no Uso de Agrotóxicos; Medidas de Proteção à Fauna; Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (SÃO PAULO, 2017a).

A adesão a esse novo Protocolo é gratuita e voluntária, com o atendimento das novas diretrizes será emitido à usina ou associação o Certificado Etanol Mais Verde (SÃO PAULO, 2017a).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Fonte de dados

O trabalho utiliza como metodologia a análise exploratória e descritiva de dados secundários obtidos através de buscas em bancos de dados como *sites* relacionados ao tema, dentre eles a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e *Food and Agriculture Organization of The United Nations* (FAO) que contribuíram com informações a respeito da produção canavieira no Brasil e no mundo.

Do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram extraídas informações a respeito da economia sucroenergética.

Através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com o uso da ferramenta CANASAT, foi possível destacar no mapa do Estado de São Paulo as áreas de cultivo da cana-de-açúcar.

E por fim, os dados relacionados à evolução na adoção da mecanização, como forma de colheita da cana, no Estado de São Paulo, foram obtidos em relatórios disponibilizados pela CONAB, pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e pelas Secretarias do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA-SP) e, Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA-SP).

Outros dados úteis e importantes para o desenvolvimento do trabalho foram obtidos em livros e artigos científicos.

3.2 Área de estudo

A área escolhida para o desenvolvimento desse estudo foi o Estado de São Paulo. Localizado na região Sudeste do Brasil (Figura 1), possui uma área total de 248.209,3 km² o que representa 2,91% do território nacional, é dividido em 645 municípios dos quais 504 praticam o cultivo da cana-de-açúcar (SÃO PAULO, 2017b; IEA, 2017).

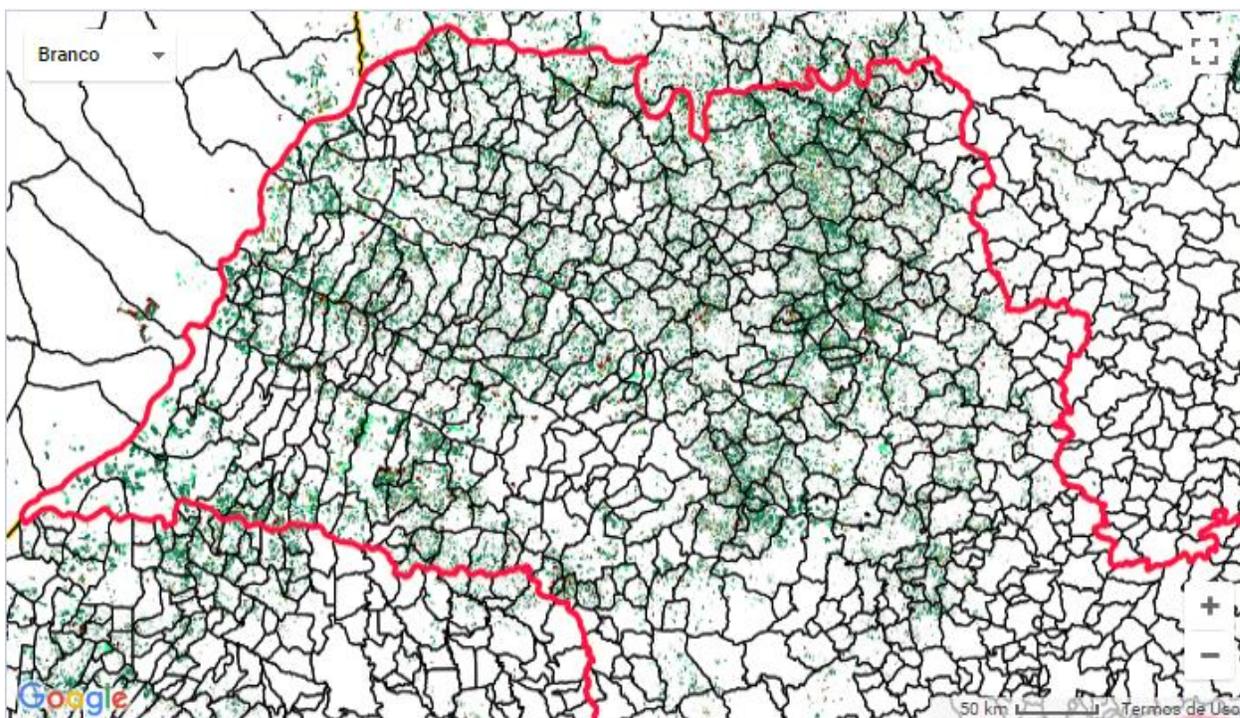
O Estado é responsável por 54,6% de toda a produção nacional de cana-de-açúcar, sendo que a maior parte dessa produção é concentrada na região noroeste do Estado (Figura 2) (CANASAT, 2017; CONAB, 2017a).

Figura 1. Localização do Estado de São Paulo



Fonte: Biblioteca Virtual do Estado de São Paulo, 2017.

Figura 2. Cultivo da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, safra 2013/14



Fone: CANASAT, 2017.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Corte, Carregamento e Transporte (CCT) e as mudanças após a Lei Estadual 11.241/2002 e o Protocolo Agroambiental

O processo que transforma a matéria prima cana-de-açúcar em produtos como açúcar, etanol, entre outros pode ser dividido em sistemas, o sistema agrícola responsável pela produção da cana, o sistema CCT responsável pelo corte, carregamento e transporte da cana e, o sistema indústria que transforma a cana-de-açúcar em produtos. Para um bom desempenho da usina é necessário que todos os sistemas cumpram seus papéis (KABBACH, 2010).

Existem várias formas de realizar as operações do sistema CCT, variando a forma de colheita (manual ou mecanizada) e os tipos de equipamentos utilizados (MUNDIM, 2009).

A colheita é a etapa de produção da cana que mais sofre mudanças, devido influências socioambientais e redução de custos (CONAB, 2017b).

Na colheita manual, o trabalhador braçal realiza o corte da cana, utilizando ferramentas adequadas, fazendo movimentos repetitivos de cima para baixo rente ao chão, em seguida a ponteira é retirada deixando apenas os colmos (Figura 3). Nesse método a colheita pode ser feita com a cana crua (Figura 4), onde a palha é parcialmente separada dos colmos e deixada na lavoura, essa prática dificulta o trabalho e diminui o rendimento. Porém é comum o uso da queima da palha (Figura 5) para facilitar o corte, evitar o transporte desnecessário de palha da lavoura para a indústria e afastar animais. Depois de cortada, a cana é amontoada em feixes (Figura 6) para facilitar o carregamento dos caminhões e carretas (CONAB, 2017b; GONÇALVES, 2012; MUNDIM, 2009).

Figura 3. Corte manual de cana queimada



Fonte: Dinheiro Rural, 2010.

Figura 4. Corte manual de cana crua



Fonte: Agência Embrapa de Informações Tecnológicas – AGEITEC, 2012.

Figura 5. Queima da palha da cana



Fonte: Universidade de São Paulo – USP, Ribeirão Preto, 2016.

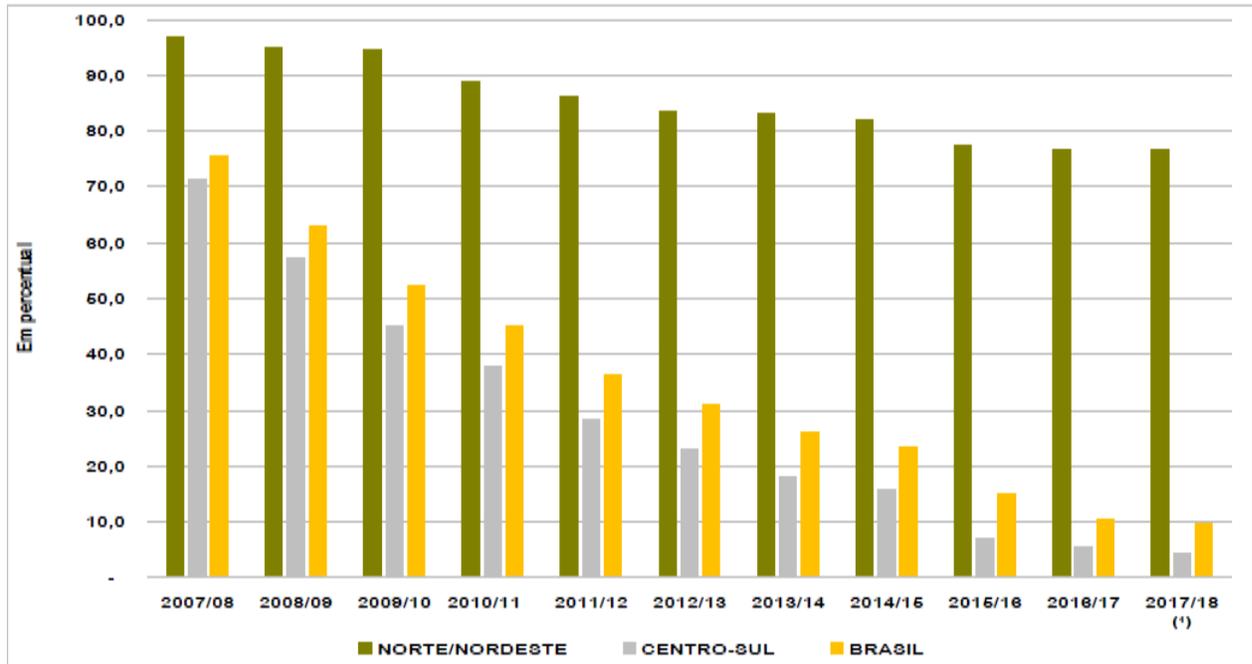
Figura 6. Cana amontoada em feixes



Fonte: Agência Embrapa de Informações Tecnológicas – AGEITEC, 2013.

A prática da colheita manual tem diminuído nas últimas safras. Na safra 2017/18, na Região Centro-Sul, 4,4% da colheita é manual. Porém na Região Norte/Nordeste, devido ao relevo e disponibilidade de mão-de-obra, o percentual é de 76,8% (CONAB, 2017b).

A figura 7 mostra a porcentagem de cana colhida de forma manual nas Regiões Centro-Sul, Norte/Nordeste e no Brasil nos últimos 10 anos.

Figura 7. Percentual de colheita manual

Fonte: CONAB, 2017b.

A colheita mecanizada é feita por colhedoras que cortam, limpam e picam os toletes. A limpeza retira a palha e a ponta da cana e joga novamente no solo, formando assim um colchão de palha sobre o solo. Os toletes picados são descarregados em caminhões ou em transbordos, que são caçambas tracionadas por trator (MUNDIM, 2009).

Tanto a colheita manual quanto a mecanizada devem ser monitoradas pelo fiscal agrícola, esse monitoramento pode eliminar perdas por abandono de grandes quantidades de cana na lavoura (pode chegar a 4% de perda), verificar furos nas telas dos transbordos e aferir a vida útil das facas das colhedeiras (GONÇALVE, 2012).

No carregamento a partir do corte manual a carregadora apanha a cana cortada no solo, amontoadas em feixes, e ajeita na carroceria do caminhão (Figura 8). A carregadora é acoplada a um trator de porte médio, 60 a 80 HP. Na parte da frente da carregadora existe um rastelo que amontoa a cana, essa cana é apanhada por uma garra e descarregada no caminhão (GONÇALVES, 2012).

Figura 8. Carregamento a partir do corte manual



Fonte: UDOP, 2012.

No corte mecanizado, o transbordo recebe a cana picada da colhedora (Figura 9) depois transfere para o caminhão (Figura10), nesse sistema o caminhão não entra na área de colheita (MUNDIM, 2009).

Figura 9. Carregamento do transbordo



Fonte: UDOP, 2012.

Figura 10. Transbordo carregando caminhão



Fonte: Embrapa, 2015.

O transporte da cana-de-açúcar é feito, em maioria, por rodovias com caminhões que carregam cana inteira (Figura 11), no caso de colheita manual, ou cana picada em toletes de 20 a 25 cm, no caso de colheita mecanizada. São vários os conjuntos de transporte, os mais comuns são caminhão com um reboque conhecido como Romeu e Julieta (Figura 12), caminhão com dois reboques denominado Treminhão (Figura 13) e o Rodotrem que é o cavalo mecânico com dois semi-reboques (Figura 14).

Figura 11. Transporte de cana inteira



Fonte: News Comunicação, 2017.

Figura 12. Caminhão Romeu e Julieta



Fonte: USICAMP, 2014.

Figura 13. Treminhão



Fonte: Mercedes-Benz, 2013.

Figura 14. Rodotrem



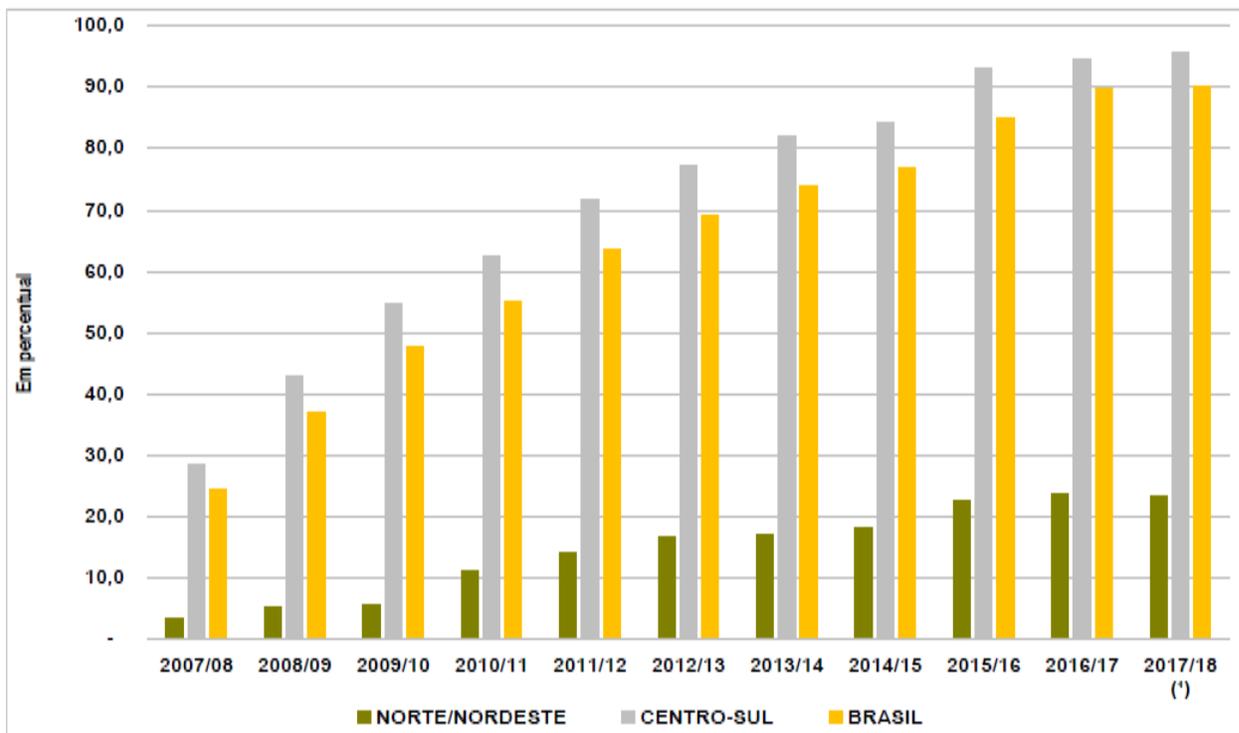
Fonte: Gazeta do Povo, 2014.

O transporte de cana do campo para a indústria deve ser feito de maneira que permita uma alimentação uniforme da moenda. Atraso no abastecimento pode ocasionar a parada das moendas, gerando custos à usina, por contra partida caminhões parados no pátio geram custos com a ociosidade. Os fatores climáticos e a distância das frentes de colheita podem prejudicar o fluxo de abastecimento de cana. Outro fator é que a cana se deteriora caso fique muito tempo parada no pátio ou em fila de descarregamento (IANNONI; MORABITO, 2002).

4.2 A evolução na adoção da mecanização do CCT no estado de São Paulo

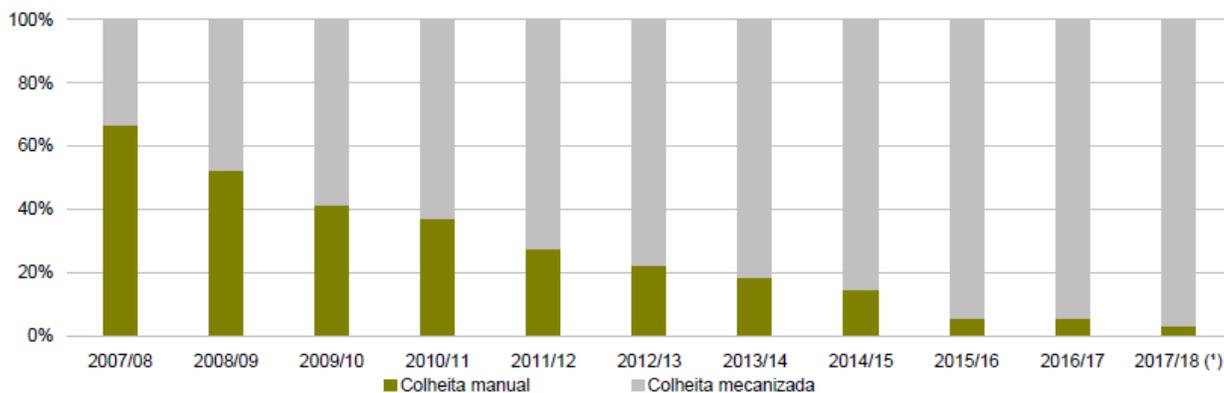
No Brasil a mecanização da colheita de cana tem avançado, em um levantamento feito pela CONAB em agosto de 2017, na Região Centro-Sul a colheita mecanizada ultrapassa 95% de toda área. Em contra partida na Região Norte/Nordeste a mecanização ainda não ultrapassou 25%, esse percentual baixo é ocasionado pelo relevo acidentado (CONAB, 2017b).

A figura 15 mostra o avanço da mecanização nas regiões do País desde 2007.

Figura 15. Percentual de colheita mecanizada

Fonte: CONAB, 2017b.

Em São Paulo, estado responsável por mais de 50% da área destinada ao cultivo da cana-de-açúcar, na safra 2016/17, o índice da colheita mecanizada evoluiu muito desde 2007, como pode ser visto na figura 16 (CONAB, 2017b).

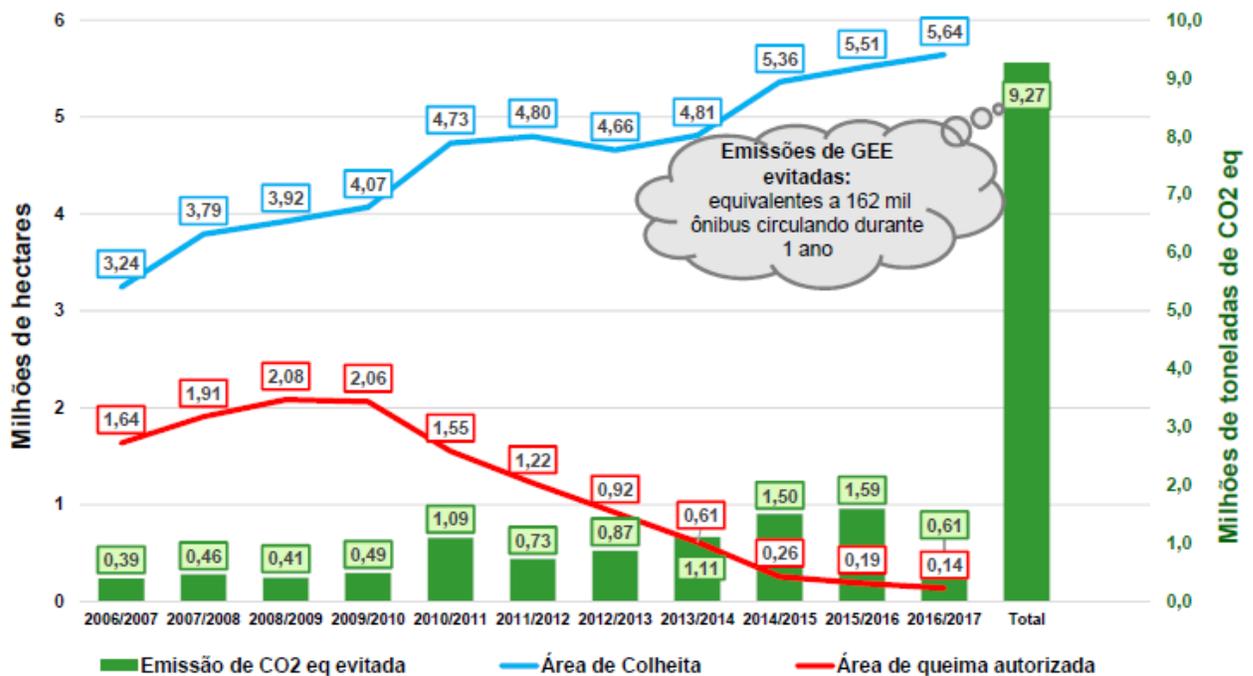
Figura 16. Percentual de colheita manual e mecanizada em São Paulo

Fonte: CONAB, 2017b.

O relatório divulgado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, referente à safra 2016/17, mostra que os responsáveis por aproximadamente 95% da produção paulista e 47% da produção nacional aderiram ao Protocolo Agroambiental Etanol Verde. Isso significa que 24% da área cultivável do Estado estão comprometidas com as boas práticas agroambientais (SÃO PAULO, 2017c).

Desde o início do Protocolo Agroambiental, com a diminuição das autorizações de queima, estima-se que 9,27 milhões de toneladas de CO₂ e 56 milhões de toneladas de outros poluentes como monóxido de carbono, material particulado e hidrocarbonetos deixaram de ser emitidos na atmosfera. A figura 17 mostra a emissão evitada desde 2006 (SÃO PAULO, 2017c).

Figura 17. Emissão de CO₂ evitada pela redução das autorizações de queima

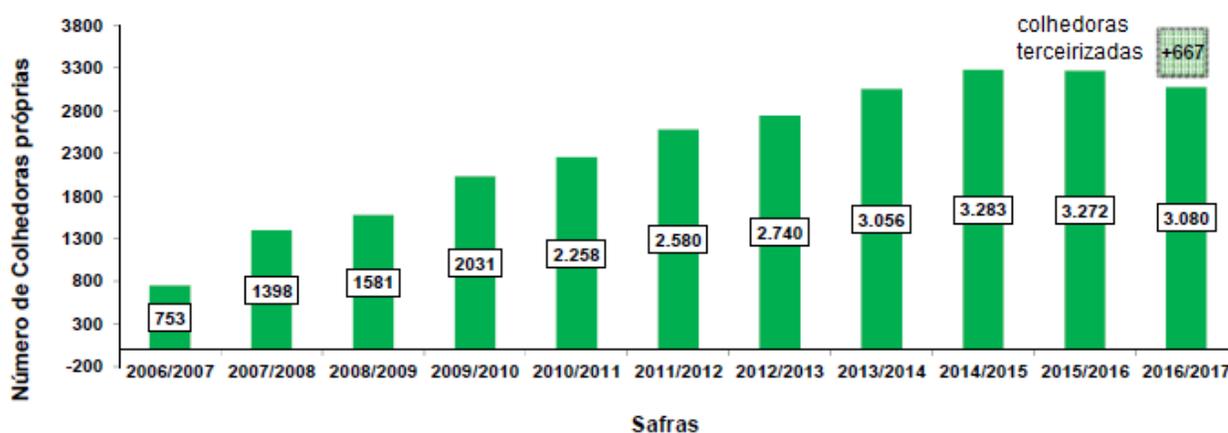


Fonte: Protocolo Agroambiental, CETESB, CANASAT, Agrosatélite, 2017.

Além da emissão de CO₂ evitada, em dez anos houve redução de 91% da área de queima autorizada e um aumento de 74% da área de colheita (SÃO PAULO, 2017c).

Outro indicador do Protocolo Agroambiental é o número de colhedoras de cana (Figura 18), que passou de 753 unidades próprias em 2006 para 3.080 unidades próprias e mais 667 unidades terceirizadas em 2016, um aumento de 397% (SÃO PAULO, 2017c).

Figura 18. Evolução do número de colhedoras de cana



Fonte: Protocolo Agroambiental, CETESB, CANASAT, Agrosatélite, 2017.

O relatório divulgado pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) aponta que, no Estado de São Paulo, na safra de 2007/08 o índice de mecanização foi de 40,7% e que nove anos depois, ou seja, na safra de 2016/17 esse índice atingiu 90%. Esse índice é coletado em um total de 504 municípios através das Casas da Agricultura, esses 504 municípios formam 39 Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR) (IEA, 2017).

4.3 Mapa da mecanização no estado de São Paulo

No Estado de São Paulo, mais da metade dos municípios produtores de cana-de-açúcar apresentaram, na safra 2016/17, índice de mecanização maior que 90%. Porém cerca de 100 municípios, de um total de 504 estudados, apresentaram índices variando de 0% a 80%. Esse dado sinaliza dificuldades em mecanizar as colheitas em áreas com declives acima de 12% e/ou áreas cultivadas inferiores a 150 ha (IEA, 2017).

Os EDRs de Barretos, Orlandia, Ribeirão Preto, Jaboticabal, São José do Rio Preto, Araraquara, Andradina, Catanduva e Presidente Prudente, que correspondem a mais da metade da produção de cana do estado, os índices de redução do uso da queima oscilam de 84,4% em Ribeirão Preto a 99,5% em Andradina (Tabela 1). Os EDRs de Guaratinguetá, Pindamonhangaba e Bragança Paulista, são especializadas em alambiques e destilarias, possuem unidades produtoras com áreas cultivadas inferiores a 150 há, ou seja, classificado como não mecanizáveis. Os EDRs de Registro e São Paulo não possuem área significativa destinada ao cultivo da cana-de-açúcar (IEA, 2017).

TABELA 1 - Índice de Mecanização da Colheita da Cana-de-Açúcar, Escritórios de Desenvolvimento Rural, Estado de São Paulo, Safra 2016/17

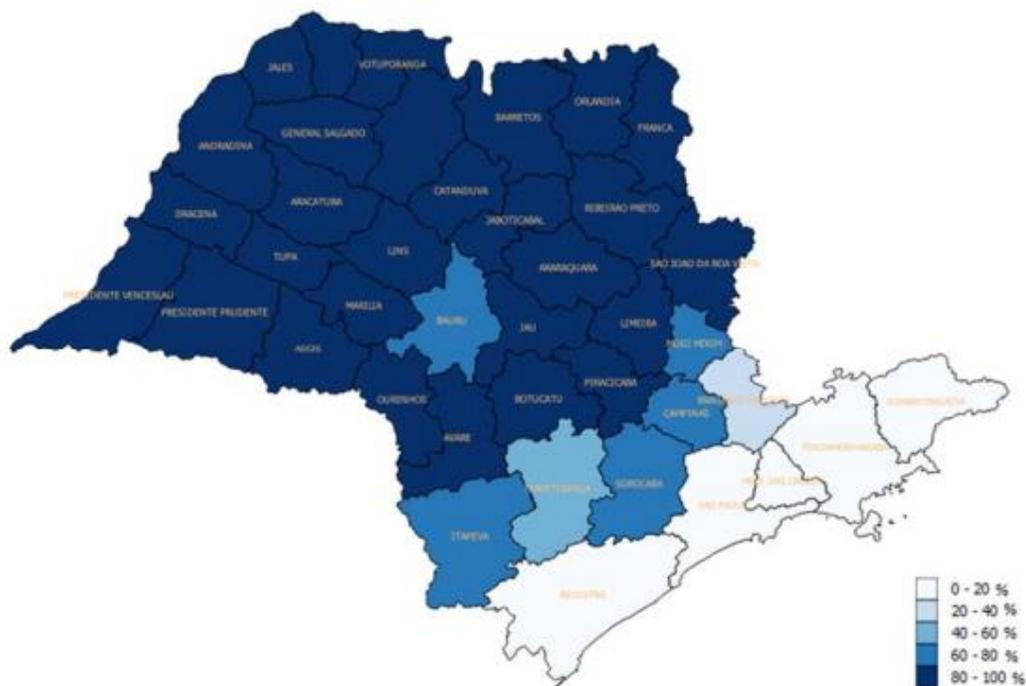
EDR	Índice de mecanização (%)	Área de corte (há)
Andradina	99,5	268.666
Araçatuba	95,5	235.029
Araraquara	92,1	304.689
Assis	94,2	227.995
Avaré	91,3	62.691
Barretos	93,2	457.626
Bauru	77,7	79.328
Botucatu	85,6	86.903
Bragança Paulista	26,0	2.542
Campinas	77,3	27.454
Catanduva	88,1	244.723
Dracena	83,6	141.967
Fernandópolis	98,7	71.539
Franca	92,3	152.450
General Salgado	85,7	156.092
Guaratinguetá	-	151
Itapetininga	56,1	47.200
Itapeva	77,3	4.339
Jaboticabal	92,3	259.701
Jales	99,0	48.838
Jaú	86,3	252.166
Limeira	81,8	162.338
Lins	97,9	158.739
Marília	86,9	30.228
Mogi-Mirim	78,0	49.353
Orlândia	92,7	365.928
Ourinhos	93,0	108.193

Pindamonhangaba	-	2.053
Piracicaba	82,2	174.859
Presidente Prudente	88,5	249.387
Presidente Venceslau	98,6	126.485
Registro	-	27
Ribeirão Preto	84,4	363.984
São João da Boa Vista	84,5	115.528
São José do Rio Preto	89,5	281.364
São Paulo	-	10
Sorocaba	72,7	29.912
Tupã	87,7	84.872
Votuporanga	98,0	133.835
Total geral	90,0	5.569.185

Fonte: IEA, 2017.

Em 82% dos EDRs foi atingida a meta da Lei Estadual 11.241/2002, isto é, índice de mecanização superior a 80%. A figura 19 mostra no mapa de São Paulo os EDRs que atingiram essa meta (IEA, 2017).

Figura 19. Índice de mecanização no Estado de São Paulo, safra 2016/17, EDR



Fonte: IEA, 2017.

Os dados mostram que no final de 2017 vários municípios não terão atingido a meta de 100% estabelecida pelo Protocolo Agroambiental para as áreas não mecanizáveis. Porém, os municípios estão dentro dos prazos estabelecidos pela Lei Estadual 11.241/2002 (IEA, 2017).

É importante ressaltar que a colheita manual feita em municípios produtores de cachaça acontece sem a queima da cana, já que a queima prejudica a qualidade da cana destinada à produção de cachaça. Outro fato importante sobre a pesquisa feita pelo IEA é que ela representa a atividade sucroalcooleira como um todo, não distinguindo usina de fornecedores, signatários ou do Protocolo Agroambiental (IEA, 2017).

4.4 Desafios gerados pela mecanização

A mudança para a colheita mecânica não foi um processo simples, com o uso das colhedoras também foi necessário o uso de outras máquinas como tator-transbordo e caminhões adequados para o transporte da cana picada acarretando na necessidade de altos investimentos (GONÇALVES, 2012).

Com um rendimento maior do que o sistema de colheita manual, apesar do maior consumo de combustível, o sistema mecanizado gera economia de 36% em relação aos custos da colheita manual. Em contra partida, se a mecanização não for bem conduzida, pode causar queda na produção da safra posterior, essa queda é ocasionada pela extração da cana-de-açúcar pela raiz e pelo peso da colhedora que pode esmagar a soqueira da cana prejudicando assim o brotamento (CRUZ, 2010; GONÇALVES, 2012).

O uso de colhedora tem gerado perdas e problemas na qualidade da matéria-prima, esses problemas ocorrem em função das condições dos canaviais e da regulagem das próprias colhedoras. O aumento da velocidade de deslocamento das colhedoras além de gerar perdas da matéria prima também gera aumento das impurezas vegetais e minerais junto às cargas. Uma forma de diminuir as impurezas e as perdas é investir em treinamento dos operadores de colhedoras (RAMOS et al., 2016).

Segundo o presidente-executivo da UDOP, Antonio Cesar Salibe, apesar de a mecanização ter trazido vantagens para as usinas como maior disponibilidade de cana para o processamento e ter possibilitado o uso de uma matéria-prima mais fresca, a mecanização trouxe também uma série de prejuízos para a agroindústria bioenergética. Esses prejuízos incluem o aumento de impurezas minerais e vegetais no processamento, que tem efeito direto sobre a pureza do caldo da cana refletindo na produtividade tanto do açúcar quanto do etanol, além do aumento de impurezas houve o reaparecimento de pragas e doenças antes eliminadas como o fogo, outro prejuízo apontado pelo presidente-executivo são os danos com o pisoteio e o arranque das soqueiras de cana prejudicando a produtividade da safra seguinte (UDOP, 2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais mudanças no CCT ocorreram na etapa do corte, pois migraram de colheita manual para mecanizada, em sua grande maioria. Outra mudança percebida foi na forma de carregamento, deixou-se de utilizar as carregadoras e passou a fazer uso dos transbordos, nesse novo cenário de carregamento o caminhão não entra na área de colheita.

Em relação à evolução da mecanização, mais de 90% da colheita realizada no Estado de São Paulo é mecanizada. Do ponto de vista dos EDRs, 82% deles estão dentro das metas estabelecidas pela Lei Estadual 11.241/2002, porém até o final de 2017 vários municípios não atingirão a meta prevista pelo Protocolo Agroambiental.

Os menores índices de mecanização foram praticados nas regiões produtoras de cachaça onde as áreas de cultivo são menores do que 150 ha. Porém, a falta de mecanização não significa que a prática da queimada continua ocorrendo, uma vez que as colheitas de cana-de-açúcar para a produção da cachaça é feita de forma manual e sem queimada, para preservar a qualidade da matéria-prima.

Uma crítica a ser feita é a falta de indicadores que contemplem de alguma forma a colheita manual sem queimada, para que a avaliação do cumprimento das metas estabelecidas tanto pela Lei Estadual 11.241/2002 quanto pelo Protocolo Agroambiental seja representativa e fiel à realidade.

Outro ponto abordado na pesquisa foram os desafios gerados pela mecanização, como reaparecimento de pragas e doenças antes afastadas pelo fogo, perdas na produtividade pelo esmagamento da soqueira da cana, entre outros.

Como indicação para futuros estudos propõe-se aprofundar nos conhecimentos dos desafios gerados pela mecanização e como os produtores estão lidando com esses desafios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, R. H. **Gerenciando a Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. 5 ed. [s.l.:s.n], 2006.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. **Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos**. 1ed. [s.l.:s.n], 2010.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J.; COOPER, M. B. **Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística**. 2 ed. [s.l.:s.n], 2007.

CANASAT. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – Divisão de Sensoriamento Remoto (DSR) – Laboratório de Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura e Florestas (LAF). **Monitoramento do Cultivo da Cana**. 2017. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/index.html>>. Acesso em: 18 de novembro de 2017.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - Esalq/USP. **PIB do Agronegócio Brasil**. Maio de 2017. Disponível em: <[https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio%20PIBAGRO%20Brasil_MAIO_CEPEA\(1\).pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio%20PIBAGRO%20Brasil_MAIO_CEPEA(1).pdf)> Acesso em: 05 de outubro de 2017.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - Esalq/USP. **PIB do Agronegócio do Estado de São Paulo**. Dezembro de 2016. Disponível em:

<[https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio%20PIBAGRO%20Sao%20Paulo_2016_final\(1\).pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio%20PIBAGRO%20Sao%20Paulo_2016_final(1).pdf)> Acesso em: 05 de outubro de 2017.

CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; SLACK, N. **Administração da Produção**. 3 ed. [s.l.:s.n.] 2009

CHRISTOPHER, M. **Logística e o gerenciamento da cadeia de suprimentos**, 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1999

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-Açúcar**. v.4 – Safra 2017/18, n.1 – Primeiro Levantamento. Brasília. Abril 2017a. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_20_14_04_31_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_17-18.pdf>. Acesso em: 04 de outubro de 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar**. v.4 – Safra 2017/18, n.2 – Segundo Levantamento. Brasília. Agosto 2017b. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_24_08_59_54_boletim_cana_portugues_-_2o_lev_-_17-18.pdf>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

COSTA, B. P. C. **Aspectos Logísticos do Escoamento do Açúcar Paulista**: Trecho Usina-Porto Santos. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3532>>. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

CRUZ, R. R. **Desempenho Operacional e Análise de Custo do Corte, Carregamento e Transporte Mecanizado da Cana-de-Açúcar**. Florianópolis – SC. Dezembro de 2010. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/CCATCCs/agronomia/ragr93.pdf>>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

FAO. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Commodity Snapshots*. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-BO099e.pdf>> Acesso em: 04 de outubro de 2017.

FAO. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. CropStatistics*. 2017. Disponível em:<<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 04 de outubro de 2017.

FERREIRA, K. A.; RIBEIRO, P. C. C. **Logística e Transportes: Uma discussão sobre os Modais de Transporte e o Panorama Brasileiro**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba - PR. Outubro de 2002. Disponível em: <<http://www.tecspace.com.br/paginas/aula/mdt/artigo01-MDL.pdf>> Acesso em: 13 de novembro de 2017.

FLEURY, P. F.; WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. São Paulo: Editora Atlas. 2003.

GOMES, C. F. S.; RIBEIRO, P. C. C. **Gestão da Cadeia de Suprimentos integrada à tecnologia da Informação**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GONÇALVES, D. A. **Análise Logística e Ambiental no Sistema de Corte, Carregamento e Transporte da Cana-de-Açúcar**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista – UNESP. Ilha Solteira – SP. Junho de 2012. Disponível em:<<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/98057>>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

IANNONI, A. P.; MORABITO, R. **Análise do Sistema Logístico de Recepção de Cana-de-Açúcar: Um Estudo de Caso Utilizando Simulação Discreta**. Gestão e Produção – v.9, n.2, p.107-128. São Carlos – SP. Agosto de 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v9n2/a02v09n2.pdf>>. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE – Contas Nacionais Trimestrais:** Indicadores de Volumes e Valores Correntes. Outubro/Dezembro 2016. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/pib-vol-val_201604caderno.pdf> Acesso em: 05 de outubro de 2017.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Análises e Indicadores do Agronegócio.**v.12, n.6. Junho de 2017. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-35-2017.pdf>>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

JANOTTI, P. R.; REBELATO, M. G.; RODRIGUES, A. M.; RODRIGUES, I. C. A **Logística do Açúcar e do Etanol Entre Usinas Paulistas e o Porto de Santos:** Um Estudo Comparativo Entre Agentes Comerciais. Revista de Administração da UNIMEP – v.10, n.2, Maio/Agosto – 2012. Disponível em:<<http://www.raunimep.com.br/ojs/index.php/regen/article/viewFile/351/498>>. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

KABBACH, L. G. A.; **Comparativo Econômico do Corte, Carregamento e Transporte de Cana-de-Açúcar Com e Sem Palhada no Sistema de Colheita Mecanizada.** Dissertação (Mestrado). UNESP – Ilha Solteira, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/98798>>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

LOBO, A. **Transporte de Cargas e a Encruzilhada do Brasil para o Futuro.** 2017. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/tag/matriz-de-transportes/>>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

LOGUM. Logum Logística S.A. 2017. Disponível em: <<http://www.logum.com.br/php/quem-somos.php>>. Acesso em: 29 de novembro de 2017.

MILANEZ, A. Y.; NYKO, D.; GARCIA, J. L. F.; XAVIER, C. E. O. **Logística para o Etanol: Situação Atual e Desafios Futuros**. BNDES Setorial 31, p. 49-98. 2010. Disponível em: <<http://esalqlog.esalq.usp.br/milanez-a-y-nyko-d-garcia-j-l-f-xavier-c-e-o-logistica-para-o-etanol-situacao-atual-e-desafios-futuros-bndes-setorial-n-31-p-49-98-2010-1>>. Acesso em: 17 de novembro de 2017.

MOURA, R. A. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. 4. Ed. São Paulo: IMAM, 1998

MUNDIM, J. U. C. **Uso de Simulação de Eventos Discretos Para Dimensionamento de Frota Para Colheita e Transporte de Cana-de-Açúcar**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2009. Disponível em: <http://bdpi.usp.br/single.php?_id=001758309&locale=en_US>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

NOVAES, M.R. **Análise da Redução da Queima na Colheita de Cana-de-Açúcar Por Meio de Modelagem Dinâmica Espacial**. Dissertação (Mestrado). INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010. Disponível em: <<http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19@80/2010/02.25.12.38/doc/publicacao.pdf>> Acesso em: 05 de outubro de 2017.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. 4. ed. São Paulo : Atlas, 2007.

RAMOS, C. R. G.; LANÇAS, K. P.; SANTOS, R. S.; SILVA, R. L. **Perdas e Impurezas na Colheita Mecanizada de Cana-de-Açúcar Utilizando Diferentes Configurações de Trabalho da Colhedora**. Rev Energia na Agricultura – v.31, n.4. 2016. Disponível em: <<http://energia.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2359>>. Acesso em: 17 de novembro de 2017.

RIBEIRO, H. **Queimadas de Cana-de-Açúcar no Brasil: Efeitos à Saúde Respiratória.** Rev Saúde Pública 2008; 42(2): 370-6. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v42n2/6804.pdf>> Acesso em: 05 de outubro de 2017.

RIGUERA, D. et al. **Poluição da Queima de Cana e Sintomas Respiratórios em Escolares de Monte Aprazível, SP.** Rev Saúde Pública 2011; 45(5): 878-86. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v45n5/1795.pdf>> Acesso em: 05 de outubro de 2017.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à logística internacional.** 3. ed. São Paulo : Aduaneiras, 2003.

SANTOS, D. M. **Logística na Agroindústria Sucroalcooleira.** 2009. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/logistica-na-agroindustria-sucroalcooleira/27316/>> Acesso em: 15 de novembro de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Portal Governo do Estado de São Paulo – Etanol Verde. **Protocolo Agroambiental.** 2007. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/>> Acesso em: 26 de outubro de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Portal Governo do Estado de São Paulo – Etanol Mais Verde. **Protocolo Agroambiental Etanol Mais Verde.** 2017a. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/2011/10/protocolo-etanol-mais-verde-2017-assinado.pdf>> Acesso em: 15 de novembro de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Biblioteca Virtual. **São Paulo: Aspectos Territoriais.** 2017b. Disponível em: <<http://www.bibliotecavirtual.sp.gov.br/temas/sao-paulo/sao-paulo-aspectos-territoriais.php>>. Acesso em: 18 de novembro de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Portal Governo do Estado de São Paulo – Etanol Verde. **Relatório Preliminar Safra 2016/17.** 2017c. Disponível em:

<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/2017/06/etanol-verde-relatorio-preliminar-safra-16_17-site.pdf>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

SILVA, V. B. **Distribuição Modal Rodo-Ferroviário Em Uma Rede de Exportação de Açúcar a Granel Para o Porto de Santos**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-18022011-144647/pt-br.php>> Acesso em: 15 de novembro de 2017.

SMA-SP. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Eliminação Gradativa da Queima da Palha da Cana-de-Açúcar**. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/leis/lei-estadual-n-11-241/>> Acessado em: 19 de outubro de 2017.

UDOP. União dos Produtores de Bioenergia. **Cana-de-Açúcar – Colheita Mecanizada Está em Quase 100% da Produção Regional**. 2017. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1152115>>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

VIEIRA, G. B. B. **Transporte Internacional de cargas**. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2002.

WANKE, P. **Estratégia de Posicionamento Logístico: Conceitos, Implicações e Análise da Realidade Brasileira**. 2001. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/estrategia-de-posicionamento-logistico-conceitos-implicacoes-e-analise-da-realidade-brasileira/>> Acesso em: 13 de novembro de 2017