

## OTIMIZAÇÃO DA DENSIDADE DE CARGA NO TRANSPORTE CANAVIEIRO

Flávio Augusto de Barros<sup>1</sup>; José Elias de Camargo Silva<sup>2</sup>; Edson Roberto Manfre<sup>3</sup>

**Área Temática: Mercado, Comercialização e Comércio Internacional**

### RESUMO

O trabalho teve o objetivo de realizar um estudo que buscasse um método com o intuito de solucionar as perdas excessivas ou que otimizasse o transporte da matéria prima (Cana-de-Açúcar) como por exemplo a baixa densidade da cana, fator extremamente importante para as usinas de todo país. Analisou-se os impactos gerados pelo transporte da cana-de-açúcar no dimensionamento de frota, fazendo um acompanhamento e monitoramento das atividades de transporte durante nove meses, visando à obtenção de dados concretos de campo. Comparou-se dois tipos de transportes (com e sem compactação de carga), utilizando-se uma carregadeira para realizar tal operação, para a partir daí então, concluir qual dos dois métodos traria maior influência ou impacto negativo na densidade da cana-de-açúcar, na qual está diretamente ligada a perdas ou ineficiência do processo no transporte da matéria-prima. A metodologia utilizada para aumentar a densidade das cargas no transporte canavieiro foi muito satisfatória, os resultados apresentados foram excelentes, houve um aumento médio de 8% de densidade e ganho financeiramente de mais de um milhão de reais em apenas duas safras. Resultados estes que, fazem parte da missão da empresa que é gerar e produzir energia renovável com máxima eficiência renovando a vida e preservando o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Agronegócio. Cana-de-açúcar. Produtividade. Setor Sucroalcooleiro.

### ABSTRACT

The study aimed to conduct a study that sought a method to solve excessive losses or that optimized the transportation of raw material (sugarcane) such as low sugarcane density, an extremely important factor for mills across the country. The impacts generated by the transport of sugarcane in the fleet sizing were analyzed, following up and monitoring the transport activities during nine months, aiming at obtaining concrete field data. Two types of transports were compared (with and without load compaction), using a loader to perform such an operation, and from then on, which of the two methods would have the greatest influence or negative impact on sugarcane density. sugar, which is directly linked to process losses or inefficiencies in the transport of raw materials. The methodology used to increase cargo density in sugarcane transportation was very satisfactory, the results presented were excellent, there was an average density increase of 8% and a financial gain of over one million reais in just two harvests. These results are part of the company's mission to generate and produce renewable energy with maximum efficiency, renewing life and preserving the environment.

Keywords: Agribusiness. Sugar cane. Productivity. Sugar & Alcohol industry.

## 1 INTRODUÇÃO

O quadro de suprimento mundial de açúcar em 2019, segundo a CONAB (2019, pg. 18) “está previsto apresentar um segundo superávit no balanço. O aumento da produção de açúcar em importantes países produtores da Ásia, como Índia e China, contribuiu para a elevação dos estoques mundiais e à redução dos preços do açúcar no mercado internacional”.

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente-FATEC; e-mail: flavioaudia8@hotmail.com.

<sup>2</sup> Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente-FATEC; e-mail: joseeliasdecamargosilva@gmail.com.

<sup>3</sup> Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente-FATEC; e-mail: edson.manfre@fatec.sp.gov.br.

No Brasil, está previsto para safra de 2019 um aumento de 9,5% na produção em comparação a safra passada, com importante elevação na produção de açúcar, em detrimento da produção de etanol. (CONAB, 2019)

Ao longo dos anos o setor sucroalcooleiro foi se desenvolvendo consideravelmente no Brasil, com o surgimento de novas tecnologias, descoberta de novas técnicas desde o preparo da terra até a colheita da cultura, o país vem rompendo barreiras e se solidificando como um dos maiores produtores mundiais do setor.

Segundo a CONAB (2019, pg. 10) “A agroindústria sucroalcooleira nacional, diferentemente do que ocorre nos demais países, opera numa conjuntura positiva e sustentável”.

Com notória expansão e fortalecimento no mercado interno e externo, sua contribuição tem se tornado imprescindível para o agronegócio diante de um mercado tão exigente e competitivo.

O país alcançou o patamar de maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Entre os estados produtores, para a CONAB (2019, pg. 16) o estado de “São Paulo, maior produtor nacional, o indicativo é de diminuição na ordem de 2,2% em comparação à temporada anterior (2018), estimando-se 325.542,8 mil toneladas de cana-de-açúcar a serem colhidas neste ciclo”.

Uma questão de suma importância é a obtenção de maior produtividade, tanto do canavial quanto no transporte da matéria-prima. Tecnologias e técnicas estão sendo desenvolvidas especificamente no auxílio e monitoramento das etapas dos processos, tudo para que o produtor possa chegar na produtividade ideal. Máquinas e implementos chegaram para substituir a mão de obra, e com elas, novas metodologias e diferentes formas de manejo, desde o preparo da terra até a colheita, fazendo com que as usinas busquem a melhoria contínua.

A usina J&F<sup>4</sup> chegou ao oeste do estado de São Paulo no ano de 2008, atuando em 15 municípios da região, no ano de 2009, deu início a sua primeira safra, na época comercializando apenas o etanol, hoje, em sua produção destacam-se o etanol, açúcar e cogeração de energia. Buscando melhorar sempre sua eficiência e aumentar sua produtividade, a usina J&F investe em tecnologia e em seus colaboradores.

Segundo a CONAB (2019, pg. 10) “Além da produção de etanol e açúcar, as unidades de produção têm buscado aumentar sua eficiência na geração de energia elétrica, auxiliando no aumento da oferta e redução dos custos e contribuindo para ampliar a sustentabilidade do setor”.

A empresa espera estar até 2021, entre os mais eficientes e rentáveis produtores de energia renovável, com tecnologia de ponta e rígido controle de custos. De acordo com seus valores, está em destaque a segurança do funcionário em primeiro lugar, agindo com responsabilidade e compromisso, prezando sempre pela valorização e respeito ao próximo. Segundo a CONAB (2019, pg. 10) “A cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e seus respectivos subprodutos”.

Portanto o objetivo deste trabalho é realizar um estudo de campo que busque uma alternativa para aumentar a densidade de carga nos caminhões canavieiros utilizando-se de itens que a empresa já possui, sem haver necessidade de investimento, sendo assim o ganho financeiro será maior.

## 2 METODOLOGIA

Para aumentar a densidade da cana-de-açúcar nos caminhões entregues nas usinas, foi utilizada uma carregadeira que consegue fazer a compactação da carga aumentando assim a quantidade de cana por transporte. A carregadeira, é um veículo que a usina já possuía, ela era utilizada para pegar a cana cortada manualmente e colocar no caminhão e com o passar dos

---

<sup>4</sup> Utilizaremos este nome fictício para não expor a empresa pesquisada.

anos, com o avanço da tecnologia e a compra de colhedoras, a mão-de-obra utilizada para cortar cana foi diminuindo e as carregadeiras foram colocadas em desuso, daí então a ideia de utilizá-las para compactar as cargas no campo.

A metodologia utilizada foi a análise quantitativa dos dados, que segundo Render et al. (2009) é uma abordagem científica para se tomar uma decisão gerencial, iniciando-se com a coleta de dados e após a manipulação ou processamento desses dados ela se torna um informação valiosa para a tomada de decisões. O processamento e a transformação dos dados brutos em informação significativa são o coração da análise quantitativa.

Para uma análise do uso das carregadeiras para aumentar a densidade de carga, os dados eram coletados assim que as cargas passavam na balança canavieira e calculava-se a quantidade de cana em cada carga, comparava-se a densidade das cargas em caminhões com e sem o uso das carregadeiras para compactação da cana-de-açúcar colhida por colhedoras, para assim diminuir as perdas durante o transporte da matéria-prima. A metodologia foi aplicada em quatro frentes de trabalho e os dados foram coletado por 9 meses. A comparação foi feita da seguinte maneira: nos anos de 2017 e 2018 em todas as cargas dessas quatro frentes de trabalho foi utilizada a carregadeira, assim que essas cargas entravam na balança canavieira já coletávamos os dados e comparávamos com os dados do mesmo período e das mesmas frentes de trabalho da safra anterior de 2016, onde não era utilizado a carregadeira para compactar as cargas.

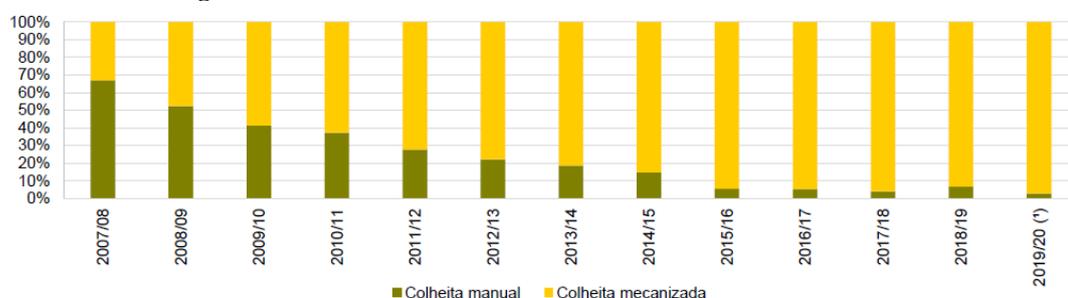
### 3 EMBASAMENTO TEÓRICO

A quantidade de cana transportada por viagem na usina J&F estava abaixo do esperado para aquele período, acarretando um maior custo de transporte pois era necessário se fazer mais viagens para trazer a mesma quantidade de cana, aumentava-se a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, prejudicava a produção diária e comprometia a tomada de decisão a médio e longo prazo dos coordenadores.

Segundo a CONAB (2019, pg. 47) “Um dos sistemas de colheita é o manual, onde o trabalhador braçal realiza o corte com ferramenta apropriada e a cana-de-açúcar é carregada inteira nos caminhões, com o uso de guinchos mecânicos. Esse tipo de colheita tem sido menos frequente no país”.

Afim de resolver esse problema e encontrar uma solução para tal, teve-se a ideia de utilizar equipamentos de posse da empresa, estes denominados de carregadeiras, que foram inutilizadas após o término de uso do corte manual da cana, para realizar a compactação da carga transportada pelos caminhões canavieiros.

**Figura 1 - Percentual de colheita manual e mecanizada em São Paulo**



Estimativa em agosto/2019.

Fonte: Conab (2019)

Segundo a CONAB (2019, pg. 49) “Em São Paulo, estado responsável por aproximadamente 50,3% da área colhida na safra atual, o índice de colheita mecanizada saiu de 33% na safra 2007/8 para 97,2% na safra 2019/20”.

Um dos fatores principais da mecanização da colheita, sem queima prévia, segundo a CONAB (2019, pg. 49) “evita a emissão de gases de efeito estufa e beneficia o solo, pois deixa sobre o solo a palha que antes era queimada, protegendo-o contra erosão e contribuindo para o aumento da sua fertilidade e teor de matéria orgânica”.

Cada caminhão canavieiro transporta até à moenda pelo menos duas cargas contendo cana-de-açúcar, logo compactando-se esses dois compartimentos aumenta-se a quantidade de cana por viagem, sendo possível entregar mais toneladas com menos viagens, aumentando assim a produção/diária da usina e contribuindo também para uma melhor eficiência industrial. Outro grande ponto a se destacar é que não haverá nenhum tipo de investimento por parte da empresa para utilizar esse novo método, pois as carregadeiras que realizarão esse trabalho, são próprias e não estavam sendo utilizadas no momento.

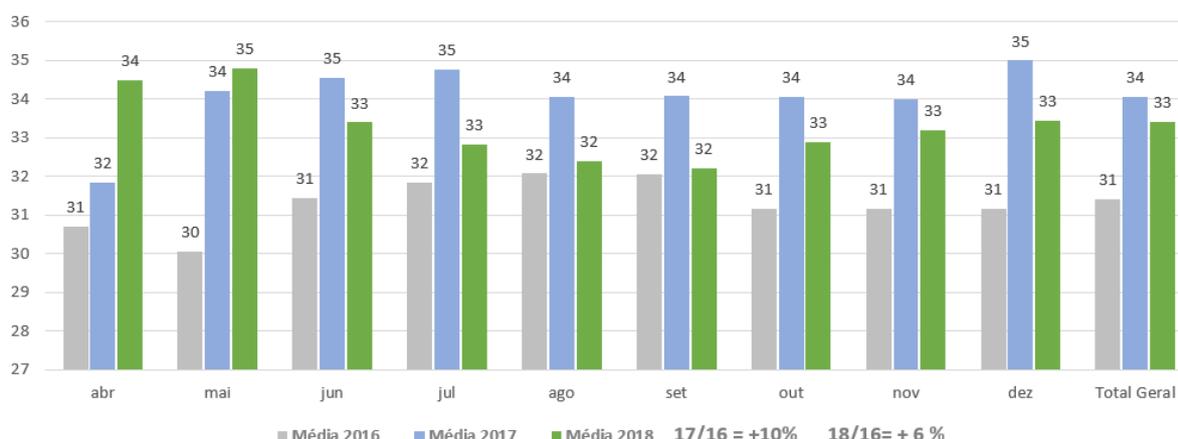
#### **4 RESULTADOS**

Na safra de 2016 a usina J&F teve uma produção de 4.858 mil toneladas, com uma densidade média de carga transportada de 29,55 toneladas por cada viagem de caminhão esse valor de densidade influencia diretamente nas perdas do campo e menor rendimento na moagem da cana-de-açúcar, pois o caminhão traz uma menor quantidade de matéria-prima do que sua capacidade, havendo um desperdício no processo, impactando diretamente no CTT (Custo total de corte, transbordo e transporte) que segundo França (2017) o PECEGE (Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas) corresponde a 60% do custo total de produção do açúcar e etanol, sendo o valor total de R\$ 29,53 na região que se situa a usina em questão.

Após algumas análises e estudos, a empresa constatou que essa densidade de 29,55 ton/caminhão estava abaixo do ideal, não condizente com o proposto pela empresa e conforme citado anteriormente refletindo diretamente no custo do CTT. Diante da necessidade de aumento deste indicador, foi desenvolvido um método para elevar sua densidade/caminhão, pois quanto maior essa relação, menor é o gasto no processo de CTT e menor é a poluição do meio ambiente pois como serão menos viagens, haverá uma redução de emissão de CO<sub>2</sub> no ar.

O sistema de transporte de cana na empresa J&F é realizado por caminhões canavieiros que são formados por um cavalo mecânico e duas carretas (Rodotrem) ou seja, cada caminhão consegue trazer duas cargas de cana por viagem. O acompanhamento da densidade das cargas foi realizado durante nove meses, em 4 das 8 frentes de colheita existentes na usina, no período de abril a dezembro, comparando-se as mesmas entre o ano de 2016, sem o uso das carregadeiras e os anos de 2017 e 2018 com o uso das carregadeiras para compactação da carga, o resultado obtido podemos verificar no Gráfico 1 abaixo:

**Gráfico 1 - Comparativo de densidade de carga com e sem o usos de carregadeiras.**  
**DENSIDADE MENSAL DAS 4 FRENTES**



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

No Gráfico 1 podemos observar que a densidade de carga aumentou aproximadamente 10% no comparativo entre 2017/2016, e 6% entre 2018/2016, chegando a uma média de 8% nos dois períodos, constatando-se que o uso desse novo método trouxe um ganho expressivo para a usina, onde o custo e as perdas durante o transporte reduziram consideravelmente.

Considerando-se que cada caminhão transporta duas cargas por viagem, podemos avaliar que também houve um ganho efetivo financeiramente, pois a cada viagem era entregue mais cana, diminuindo assim a quilometragem rodada diariamente, esses valores podem ser constatados na Tabela 1 abaixo:

**Tabela 1 - Ganhos em reais utilizando-se as carregadeiras**

Safra	Densidade Realizada	Vg / Dia	Raio / Safra	km Total	Custo KM	Custo Total/Dia
2016	62	189	36	6.718	6,36	R\$ 42.727
2017	68	172	36	6.108	6,36	R\$ 38.847
2018	66	177	36	6.293	6,36	R\$ 40.025

INDICADORES	2017	2018
Moagem TC	4.911.817	5.153.525
Dias Efetivos	178	193
Tota de Frentes	4	4
Colhedoras	15	15
Rend/dia	780	780
Volume Ton/Dia	11.700	11.700
Volume Ton/Safra	2.082.600	2.262.780
% Safra	42%	44%

<b>Comparativo Safra 16/2017</b>	Economia R\$/Dia	R\$ 3.879
	Custo Carregadeira / dia	R\$ 512
	Ganho / dia	R\$ 3.368
	Ganho / Safra	R\$ 599.422
<b>Comparativo Safra 16/2018</b>	Economia R\$/Dia	R\$ 2.702
	Custo Carregadeira / dia	R\$ 512
	Ganho / dia	R\$ 2.190
	Ganho / Safra	R\$ 423.612
<b>Redução Total .....</b>		<b>R\$ 1.023.034</b>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Na Tabela 1 considerou-se que a safra de 2017 teve 178 dias efetivos e 2018 contou com 193 dias, resultando em um ganho de mais de um milhão de reais nas duas safras, devido a redução do número de viagens, pois a carregadeira consegue acomodar a carga de maneira que caiba mais cana no caminhão. O ganho financeiro foi bastante significativo, levando em conta que para tal operação não houve investimento algum, pois as carregadeiras já pertenciam a empresa e apenas foram recolocadas em uso para essa atividade.

Outro fator bastante importante onde houve uma redução significativa utilizando-se a compactação de carga, foi a redução na emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, que é um assunto bastante discutido atualmente devido a grande poluição causada ao meio ambiente. Utilizando-se o cálculo do site “Iniciativa verde” foi possível calcular a quantidade de CO<sub>2</sub> que é emitido por ano através dos caminhões, antes e após a atividade de compactação. Os resultados podem ser observados na Tabela 2 abaixo:

**Tabela 2** - Comparação da emissão de CO<sub>2</sub> em diferentes métodos

COMPARATIVO	Distância percorrida diariamente (Km)	Emissão diária de CO <sub>2</sub> (ton.)	Emissão safra de CO <sub>2</sub> (ton.)
Não usando a Carregadeira	6.718,06	6,56	1.240,54
Usando a Carregadeira	6.201,12	5,45	954,23
<b>REDUÇÃO</b>	<b>516,94</b>	<b>1,11</b>	<b>286,31</b>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Podemos observar que houve uma expressiva redução na emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera utilizando-se o método de compactação de carga, média de 30% nas duas safras em comparação com a safra de 2016, considerando que atualmente milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> são jogados na atmosfera, o referido método contribui muito para a diminuição de gases tóxicos que comprometem o bem estar do homem e o meio ambiente.

## 5 DISCUSSÃO

Conforme mostrado anteriormente a compactação de carga trouxe um benefício financeiro bastante significativo para a usina J&F, houve uma redução de custos de mais de 1 Milhão nas duas safras em comparação a de 2016, isso sem que houvesse investimento algum para esse método, diminuindo assim também o custo do processo de transporte da cana-de-açúcar e ganho na eficiência industrial.

A gestão é o fator mais importante no sucesso de qualquer operação agrícola e muitos podem questionar esta afirmação, mas para quem realmente conhece o agronegócio e principalmente o setor bioenergético sabe quantas usinas sucumbiram nos últimos anos com capital, tecnologia, máquinas e equipamentos, insumos das mais alta qualidade e terras em locais extremamente produtivos.

A maximização do lucro é tradicionalmente considerada a meta primordial na maioria das decisões estratégicas e operacionais. A viabilidade econômica de uma empresa agrícola, com seus custos elevados e retorno incerto em função das variáveis de preços e meteorologia, riscos financeiros e de produção e potencial alternativas no uso dos fatores de produção: terra, capital, mão de obra, tecnologia, devem ser gerenciados com capacidade técnica elevada para atingir os objetivos determinados. (ARAUJO, SANTOS, 2018, p. 4)

Apesar de não ser demonstrado a redução de custos em sua forma mais apurada através da gestão, considerado um dos fatores mais importantes no gerenciamento de uma usina, a gestão dos custos, como nos salienta o autor, conseguimos apurar as reduções de custos com a metodologia utilizada neste artigo.

Outra vantagem encontrada utilizando-se esse novo método é a diminuição na quantidade de gás carbônico emitido no ar, que é um assunto que está em alta devido ser um gás muito poluente e ser responsável pelo efeito estufa. Inclusive esse benefício será muito bom para o

novo programa do Governo Federal, RENOVABIO (BRASIL), onde haverá um contrato entre usinas que produzem energia e combustíveis renováveis com o objetivo de fornecer uma importante contribuição para o cumprimento dos Compromissos Nacionalmente Determinados pelo Brasil no *Acordo de Paris* (BRASIL), reduzindo a emissão de gases causadores do efeito estufa na produção, comercialização e uso de biocombustíveis, onde as usinas serão certificadas e se atribuirá notas diferentes para cada empresa, em valor inversamente proporcional à intensidade de carbono do biocombustível produzido.

Segundo a CONAB (2019, pg. 10) “O segmento industrial brasileiro produz o etanol ecologicamente correto, que não afeta a camada de ozônio e é obtido a partir de fonte renovável”.

A nota refletirá exatamente a contribuição individual de cada empresa para a diminuição da quantidade de gases de efeito estufa em relação ao seu substituto fóssil (em termos de toneladas de CO<sub>2</sub>). Essa nota se transformará em Crédito de Descarbonização por Biocombustíveis, que é um ativo financeiro, negociado em bolsa, emitido pela usina de biocombustível, a partir da comercialização, que será um incentivo para a produção de combustíveis renováveis.

Portanto, participando desse novo programa e diminuindo a emissão de gases na atmosfera a empresa poderá ajudar o meio-ambiente e ganhar crédito de carbonos, que serão retornados em auxílio financeiro, tornando o ganho em dinheiro dessa iniciativa maior ainda.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O referido trabalho apresentado teve como principal objetivo, minimizar um dos grandes vilões do setor sucroenergético encontrados atualmente no país, que é a redução de custos e agressão ao meio ambiente, assunto este, bastante discutido atualmente. Podemos concluir que, mesmo com a grande dificuldade do setor em encontrar uma solução ao problema em questão, a metodologia utilizada para aumentar a densidade das cargas no transporte canavieiro foi muito satisfatória, diante dos fatos, podemos observar que o objetivo da empresa em elevar seu indicador teve sucesso perante a solução encontrada, um aumento médio considerável de 8%. Como melhoria a empresa já considera a expansão da metodologia implementada para as demais frentes de trabalho já no próximo ano com possíveis ajustes, visto que foi aplicada somente a 4 frentes dentre as 8 existentes na empresa, ou seja, podendo potencializar ainda mais seus ganhos e resultados. Os resultados obtidos durante os 18 meses nesses dois anos foram excelentes, houve um aumento médio de 8% de densidade e ganho financeiramente de mais de um milhão de reais em apenas essas duas safras. Resultados estes que, fazem parte da missão da empresa que é de gerar, produzir energia renovável com máxima eficiência, renovando a vida e preservando o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Carlos. SANTOS, Samuel César Silva. **Desmitificando o Custo da Produção Agrícola**. E-BOOK. 2018. Disponível em: <https://www.revistacanavieiros.com.br/imagens/e-book/index-ebook.html>. Acesso em: 15 ago. 2019

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Política de Estado Renovabio**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/instrumentos>. Acesso em: 01 jun. 2019

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 01 jun. 2019

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar.** – v. 6, n. 2. Brasília: Conab, Ago. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 26 ago. 2019.

FRANÇOSO, R. F.et al. **Relação do custo de transporte da cana-de-açúcar em função da distância.** Revista iPecege 3(1):100-105, 2017

RENDER, B; STAIR, R. M.; HANNA, M.E. **Análise Quantitativa para Administração.** 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. p.26