

CONTROLE DE QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR CRUA: ESTUDO DE CASO EM UMA USINA DO MUNICÍPIO DE QUIRINÓPOLIS - GO

Acadêmico: Jader Adriano da Silva¹

Orientador: Prof. Darlan Marques da Silva²

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar a qualidade da matéria-prima (cana-de-açúcar crua) recebida por uma usina situada no Estado de Goiás de acordo com os parâmetros de qualidade estabelecidos pelo Conselho de Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo - CONSECANA (padrões ditados pela empresa), sendo avaliadas as variáveis, teor de sacarose aparente na cana - POL (%), Pureza (%) dada pela relação da pol e do grau Brix e Açúcares redutores totais - ATR (Kg/Tc). Apesar da cana-de-açúcar ser uma das culturas mais antigas, explorada economicamente desde o período colonial, sua evolução e cultivo no Brasil passou por várias modificações tornando-se mais técnica, com a adoção de várias inovações e desenvolvimento tecnológicos (automação e mecanização); a preocupação com a qualidade da matéria-prima também passou a ser vista com mais rigor, tanto em questão de produtividade dos produtos e subprodutos como também visando à competitividade no mercado. Mediante a isso, este artigo apresenta um estudo de caso em uma usina sucroalcooleira situado em uma microrregião do sudoeste do Estado de Goiás avaliando a qualidade no Laboratório de Pagamento de Cana por Teor de Sacarose, da safra de 2016 no período dos meses de agosto a dezembro. Os resultados encontrados apresentaram índices dentro das especificações adotadas e percebe-se que o comportamento das variáveis nos gráficos apresenta uma ascendência inicial até atingir seu pico de produção, seguindo de uma queda. Fato explicado pela própria ecofisiologia (fatores relacionados ao metabolismo da planta quanto ao seu desenvolvimento) da cana e fatores edafoclimáticos (fatores ligados às questões climáticas e do solo). A análise de variância mostrou também que existe uma diferença entre a matéria-prima, dependendo do mês que é colhida. Assim, pode-se considerar que a cana crua utilizada na empresa atende as exigências das normativas em relação a sua qualidade.

Palavras chaves: cana-de-açúcar. Qualidade. Matéria-prima.

¹ Aluno de Graduação, Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade de Rio Verde, 2016. E-mail: jaderadrianoind@hotmail.com

² Orientador, Professor Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco da Faculdade de Engenharia Produção, Universidade de Rio Verde, 2016. E-mail: darlan@unirv.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as indústrias estão passando por um cenário de dinamismo e uma competitividade cada vez maior, principalmente frente à crise econômica do Brasil. A busca por produção em quantidade deixa de ser foco, agregando-se a questão da qualidade dos produtos finais. Frente a isso, a matéria-prima a ser utilizada no processamento da cadeia de produção de um determinado produto torna-se primordial no alcance dos objetivos e metas de uma instituição.

Desde 2009, o sistema agroindustrial sucroalcooleiro representa circulação de quase US\$ 87 bilhões, já em 2008, sua contribuição no Produto Interno Bruto (PIB) foi estimada em cerca de 28 bilhões de dólares, sendo 1,5% do PIB do Brasil. Isso pode ser explicado, com um exemplo que revelou ao mundo um potencial de sustentabilidade, em 2015, 80% dos automóveis leves em circulação no Brasil já utilizavam etanol como combustível e a exportação mundial de açúcar atingiria 60% no país (GONÇALVES *et al.*, 2015).

Rodrigues e Seratto (2012) afirmam que a produção de etanol é concentrada nas regiões do Centro-Sul e nordeste do Brasil, sendo que mais de 80% está no Centro-Sul. A cadeia produtiva da cana-de-açúcar, totalizando mais de 350 unidades industriais, abrange cerca de 11000 produtores independentes, caracterizando a importância na geração de empregos diretos no meio agrícola, além de movimentar os setores de insumos, indústria de máquinas e equipamentos, subprodutos e derivados (RODRIGUES; SERATTO, 2012).

Com a mudança comportamental e incentivos governamentais a produção de biocombustíveis apresenta, entre suas vantagens, o uso de fontes dos recursos naturais renováveis que vem sendo cada vez mais utilizados. Neste âmbito, destaca-se a produção de etanol oriundo da cultura da cana-de-açúcar.

Mesmo em se tratando de uma cultura rústica a qualidade da cana-de-açúcar deve chegar à indústria de processamento com teores e níveis adequados para que se possa ter êxito em relação à qualidade e quantidade do etanol.

A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção dos derivados da cultura é uma das premissas consideradas para se obter o melhor desempenho da fermentação alcoólica (FIGUEIREDO; MACIEL; MARQUES, 2008).

Diante disso, nos últimos anos grande parte das empresas tem considerado a relevância aos fatores intrínsecos (teores de sacarose, açúcares redutores, fibras, compostos fenólicos, amido, ácido aconítico e minerais) e extrínsecos (terra, pedra, restos de cultura, plantas invasoras) que contrafazem a qualidade da cana-de-açúcar (FIGUEIREDO; MACIEL; MARQUES, 2008).

Para a garantia da qualidade dos produtos são seguidos os padrões de qualidade estabelecidos pelo Conselho de Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo – CONSECANA, a qual segue as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, direcionada à produção de produtos e subprodutos da cultura (CONSECANA, 2015).

Diante dessa premissa, o presente trabalho buscou verificar a qualidade da matéria-prima (cana-de-açúcar crua) recebida por uma usina situada no Estado de Goiás em consonância com os parâmetros de qualidade estabelecidos pelo CONSECANA, sendo as variáveis analisadas teor de sacarose aparente na cana - POL (%), pureza (%) dada pela relação da pol e do grau Brix e açúcares redutores totais - ATR (Kg/Tc) também utilizou-se a técnica de testes de hipótese com o auxílio da tabela ANOVA para verificar a variação de todos os parâmetros em relação aos meses estudados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CANA-DE-AÇÚCAR: PRODUÇÃO E PRODUTOS

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) pertence à família das *apoaceae*, tendo como centro de maior diversidade genética o continente asiático. É empregada para diferentes desígnios, com os principais produtos de beneficiamento o açúcar e o álcool com grande representatividade na economia do país, gerando empregos diretos e indiretos e renda no setor agrícola. No Brasil, a cultura é cultivada em quase seis milhões de hectares, sendo o Brasil o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com cerca de 457 milhões de toneladas/ano (VIANA, FERREIRA, RIBAS FILHO, 2012).

Menegetti, Mezaroba e Groff (2010) afirmam que a cultura foi inserida no Brasil, a qual apresentou boa adaptação, culminando em um aumento cada vez maior de seu cultivo em diferentes Estados que possuem as exigências ambientais e de manejo.

Exigências essas, que quando não são atendidas comumente sucede uma produtividade menor, culminando na perda da qualidade da cana e, conseqüentemente, afetando o produto final, ou até mesmo a morte da planta. As exigências da cultura estão condicionadas a questões ambientais tais como clima, temperatura, umidade, luz, solo e disponibilidade de nutrientes (MENEGETTI; MEZARROBA; GROFF, 2010).

Portanto, torna-se imprescindível a análise da área que se almeja explorar a cana-de-açúcar, recomendando dessa forma variedades que apresentem condições ambientais mais adaptáveis para a cultura.

Um dos fatores que deve ser levado em consideração antes do plantio, também, é a particularidade genética da variedade de cana-de-açúcar, uma vez que atualmente os programas de melhoramento genético permitem desenvolver variedades com maior potencial produtivo e resistência fitopatológicas e entomológicas (MENEGETTI; MEZARROBA; GROFF, 2010).

Araújo e Santos (2016) ressaltam que a cultura passa por modificações para o desenvolvimento econômico e social desde sua instalação no período colonial, portanto são evidentes os avanços cada vez mais proeminentes no relacionamento comercial, seja em níveis nacional ou internacional.

Na constante busca de melhorias tecnológicas adotadas, almejando potencializar o mercado com a ampliação do setor produtivo do álcool e garantindo às indústrias acréscimos substanciais e empenhando-se as expectativas das atividades produtoras do álcool proposto aos combustíveis veiculares o etanol transformou o cenário social, condicionando a absoluta produção da cana-de-açúcar como expressão importante aos programas de incremento econômico e social brasileiro (ARAÚJO; SANTOS, 2016).

Ressalta-se ainda que da cana-de-açúcar desde os produtos industrializados, como o açúcar e álcool, como os subprodutos melaço, bagaço, vinhaça e resíduos da colheita que podem ser utilizados no próprio sistema de produção de etanol ou açúcar (MOREIRA, 2011). Entre os benefícios dos subprodutos destaca-se a produção de energia elétrica, gerada a partir do vapor resultante da queima do bagaço (CARVALHO; OLIVEIRA, 2006; MOREIRA, 2011).

Em 2001, um estudo da Eletrobrás previa que seria necessário ampliar a oferta energética em 4,4% ao ano até 2003 e 4,5% nos cinco anos seguintes para que a capacidade

instalada se elevasse dos atuais 61,3 mil mW para 84,2 mil mW até 2003, segundo Vogt (2010).

Afirma ainda que tomando por base as projeções de crescimento econômico entre 4% e 5% ao ano até 2008, a base instalada no Brasil deveria ser de 106,6 mil mW em 2008, o que significaria adicionar ao sistema mais 45 mil megawatts provenientes de novas fontes, como o setor sucroalcooleiro é capaz de produzir 11% desse volume pela cogeração de energia por meio da queima do bagaço de cana (VOGT, 2010).

A expansão do setor sucroalcooleiro apoia-se tanto em uma demanda interna crescente pelo álcool, devido aos carros bicompostíveis (os chamados *flex*) e também pela conjuntura internacional favorável a este combustível conforme relata Lima (2011).

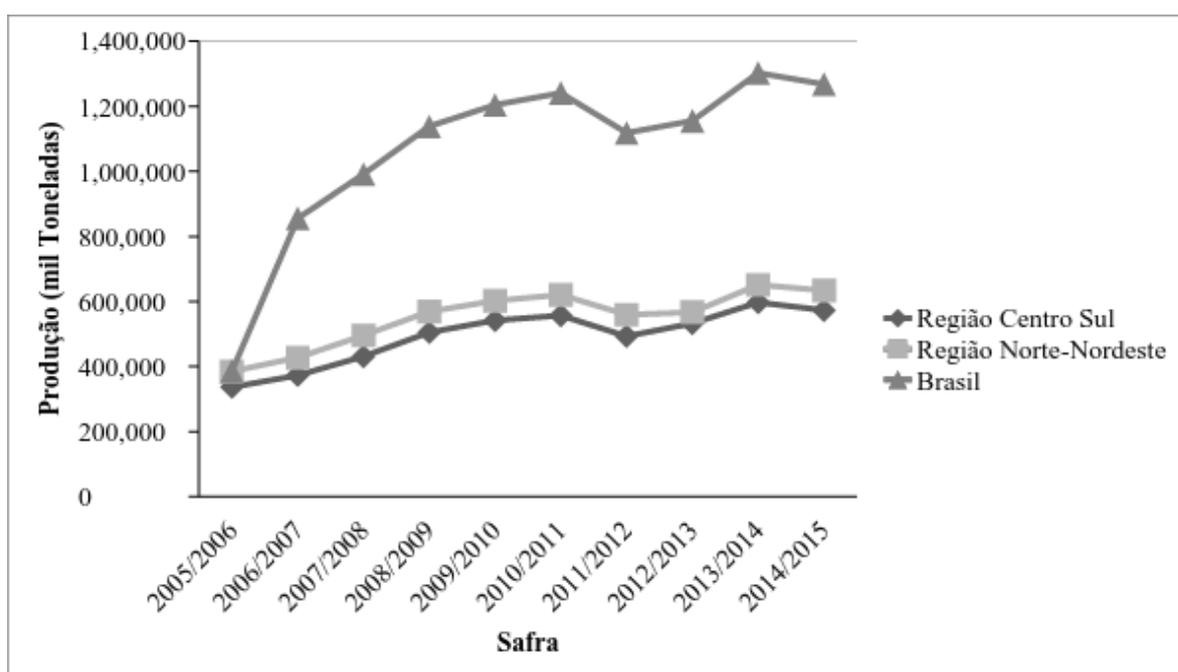
O etanol é considerado um substituto eficiente e ecologicamente correto para a gasolina, já que é uma fonte de energia renovável e limpa (LIMA, 2011). De acordo com Dinheiro Rural (2006) *apud* Carvalho; Oliveira (2006), em 2006, existiam 347 usinas em operação no Brasil e a previsão de expansão seria de mais 27 usinas instaladas até o final do próximo ano nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. Estes dados são confirmados nos trabalhos de Lima, Garcia e Pereira (2009) nos quais verifica-se que 17% das usinas estão somente em Goiás.

Esse avanço na produção da cana-de-açúcar no Estado de Goiás já havia sido relatado por Pasqualetto (2007), o qual destacou que a quantidade de usinas de processamento de açúcar e álcool estão aumentando no Estado, tendo previsões de instalação em diversos municípios, o que pode significar um impulso na economia e *status* no *ranking* de produtores no país. Afirma ainda que a vinda das usinas para o Estado, aliada ao incremento em diferentes setores agregados, poderá conduzi-lo à ascensão econômica em relação a sua posição diante de outros estados produtores. Fatores edafoclimáticos consentem a exploração da cultura, seja no sistema extensivo ou modernizado, com poucos investimentos em relação à infraestrutura de escoamento dos produtos objetivos produções (PASQUALETTO, 2007).

De acordo com Lima; Garcia; Pereira (2009) a expansão no setor sucroalcooleiro no Estado sucede por dois motivos: incentivos fiscais e do programa Produzir, implementado em 1999, em que seu objetivo era a prorrogação de taxas e diminuição de juros. A União da Indústria de cana-de-açúcar - UNICA (2016) confirma que a produção de cana-de-açúcar no Brasil seguiu um crescimento gradual nos últimos dez anos (Figura 01), crescendo cerca de 5

vezes no período analisado. A região Centro-Sul foi um das maiores responsáveis por esse crescimento contínuo, com expansão no estado de Goiás, principalmente.

FIGURA 01 – Prospecto do aumento da produção de cana-de-açúcar no Brasil



Fonte: UNICA (2016).

Atualmente, Goiás conta com 59 usinas e destilarias já estabelecidas ou em implantação no estado, destacando-se a entrada de grupos tradicionais de outras regiões, especialmente advindos de São Paulo 40,97%, Goiás 23,7% e da região Nordeste 15,2% (LIMA; GARCIA; PEREIRA, 2009).

Os investimentos produtivos do setor sucroalcooleiro em Goiás, segundo relatam Lima, Garcia e Pereira (2009), prometem estruturar um novo sistema agroindustrial, tornando-se o principal segmento produtivo da pauta de exportação do Estado. Os autores afirmam ainda que a crescente demanda por álcool, devido a leis internacionais que visam garantir a mistura já utilizada no Brasil de gasolina e álcool, a comercialização de carros *flex* capazes de funcionar com gasolina, álcool ou com a mistura dos dois combustíveis faz com que seja promissora a expansão da cultura em Goiás (LIMA; GARCIA; PEREIRA, 2009).

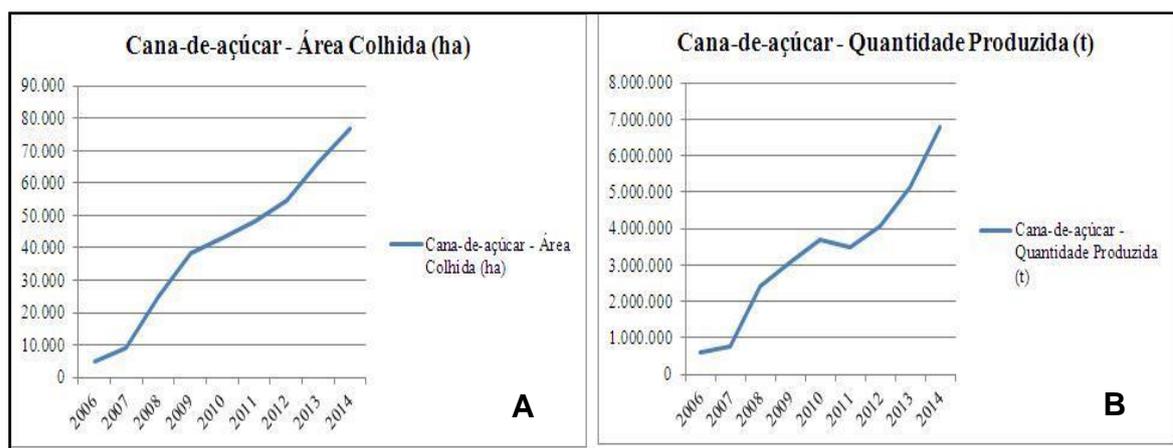
Os motivos que têm provocado a atração de empresas para Goiás vão desde a questão da logística alicerçada na construção do álcoolduto, projeto da Petrobrás, que pode ser o grande diferencial no Estado, até as terras baratas e espaços que podem ter sua ocupação

potencializada, além do preço de arrendamento ser considerado a custos mais baixo no Estado (LIMA, 2008). Todos os motivos tendem a sugerir que este processo terá um prosseguimento o que implicará na gestão do território em Goiás (LIMA, 2008).

A maior produtividade nas lavouras e o maior número de usinas instaladas provocaram um aumento também na geração de empregos formais em detrimento dos informais, já que as contratações deixaram de ser feitas por intermediários, cabendo às usinas e fornecedores o ajustamento da mão-de-obra empregada. Todavia, esse percentual é menor que o constatado no acréscimo em produção e em novas áreas mais aptas à colheita mecanizada (PETTI; FREDO, 2009). De acordo com os dados apresentados por Kholhepp (2010) a estimativa deste aumento na produção de cana-de-açúcar deve chegar a 41.194 mil toneladas até o ano de 2018, sendo que a produção de álcool deve ultrapassar os 60.900 mil litros.

No município de Quirinópolis – GO, a produção canavieira apresentou ascensão entre 2008 e 2014, de acordo com os dados do Instituto Mauro Borges - IMB (2016), como pode-se observar na Figura 02 abaixo:

FIGURA 02 – Estatísticas da área colhida (A) e produção (B) no município de Quirinópolis – GO



FONTE: IMB (2016).

As figuras apontam uma ascensão na exploração da cultura canavieira. Desde 2006 a 2014 tanto a área produzida quanto a quantidade processada, evidenciam crescimento neste período com pouco sazonalidade em relação às quedas de produtividade.

Os dados estão em consonância com que afirmam Silva e Castro (2016), a microrregião de Quirinópolis (MRQ) se sobressai por expor um processo pujante de ampliação já desde 2006, havendo atualmente sete unidades industriais, quatro em funcionamento e três em implantação. Com a expansão da cana-de-açúcar neste período “passou rapidamente de produção zero em 2004 para 116.003 ha em 2010, o que vem provocando mudanças significativas na sócioeconomia da MRQ” (Borges *et al.*, 2010 *apud* SILVA; CASTRO, 2016), que ocupam hoje lugar de destaque no setor sulcrocroleiro goiano.

2.2 QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR CRUA PARA BENEFICIAMENTO

A qualidade de um produto industrializado envolve variáveis diversas para obter níveis satisfatório qualitativamente e quantitativamente. Tristão (2016) ressalta que para se ter produtos e subprodutos oriundos da cana de açúcar fundamentalmente tem-se que dispor de matéria-prima de qualidade. Para isso, adotar as recomendações de cultivo, que vão desde “a escolha da variedade, época e técnica de plantio, local ou ambiente de cultivo, tratamentos culturais, colheita até o beneficiamento é de suma importância” (TRISTÃO, 2016, p. 1).

Quando se refere à qualidade deve-se levar em consideração um conjunto de características da matéria-prima que satisfaça as exigências da indústria. A cana-de-açúcar deve apresentar um conjunto de características a nível tecnológico, produtivo e microbiológico que definam a sua qualidade e tenham influência no seu processamento para se obter o produto final de maneira satisfatória (TRISTÃO, 2016).

Fatores como estágio de maturação, conteúdo de impurezas, condição de conservação (deterioração), fatores fitossanitários, o processamento de cana integral e do florescimento, sendo que estes dependem de inúmeros outros fatores, são apontados por Galo (2013) como avaliadores da matéria-prima no que diz respeito à cana-de-açúcar.

Os principais parâmetros na classificação da qualidade da matéria-prima, segundo relata Galo (2013, p. 33-34), estão destacados no Quadro 01.

Ressalta ainda que questões correlacionadas ao corte e à queima influenciam na qualidade. Entretanto, atualmente com o corte mecanizado esses parâmetros tendem a influenciar menos, quando refere-se à “cana crua”.

QUADRO 01 - Parâmetros na classificação da qualidade da matéria-prima da cana-de-açúcar

Parâmetros na classificação da qualidade da matéria-prima		
Parâmetros	Definição	Aplicação
POL	Teor de sacarose aparente na cana	Para a indústria canavieira, quanto mais elevados os teores de sacarose, melhor.
Pureza	É determinada pela relação POL/Brix x 100	Quanto maior a pureza da cana, melhor a qualidade da matéria-prima para se recuperar açúcar. Todas as substâncias que apresentam atividade óptica podem interferir na POL, como açúcares redutores (glicose e frutose), polissacarídeos e algumas proteínas.
ATR (Açúcares Redutores Totais)	O ATR é determinado pela relação POL/0,95 mais o teor de açúcares redutores	Indicador que representa a quantidade total de açúcares da cana (sacarose, glicose e frutose)
Açúcares redutores	É a quantidade de glicose e de frutose presentes na cana	Afetam diretamente a sua pureza, já que refletem em uma menor eficiência na recuperação da sacarose pela fábrica.
Porcentagem da fibra da cana	Reflete na eficiência da extração da moenda	Quanto mais alta a fibra da cana, menor será a eficiência de extração

Fonte: Galo (2013, p. 33-34).

O termo “cana crua” foi estabelecido, com a ausência da queima dos canaviais para a colheita manual, a qual mostrava-se inviável sem a queima para realizar por questões de saúde e segurança dos trabalhadores, em que a mecanização desta possibilitou o procedimento sem uso de fogo e denominou-se então o conceito de cana crua, ou seja aquela que não passa por um processo de queima para sua colheita (BENEDINI; DONZELLI, 2007).

Silva e Garcia (2009) afirmam que no cenário da produção agrícola é importante que se tenha ciência que 60% do custeio da produção do etanol e açúcar são constituídos pela

matéria-prima, sendo o restante representado pelo processamento e custos administrativos, de transporte e distribuição.

Os atributos tecnológicos da cana-de-açúcar mencionam que para o processamento industrial as características do colmo (espaço entre as gemas na plantas) devem ser maduro, sadio e limpo, considerando que a cana madura é aquela que abrange sua potencialidade máxima no acúmulo de sacarose. Ressalta ainda que colocando-se a artifício das peculiaridades e a eficácia da usina ou destilaria a rentabilidade da recuperação de açúcar ou de álcool ficará na dependência direta da qualidade tecnológica da matéria-prima (SILVA; GARCIA, 2009).

O setor sucroalcooleiro vem investindo em inovações e tecnologias, pesquisas e utilização e desenvolvimento que visem à qualidade dos equipamentos empregados, desde a produção no campo de cana-de-açúcar, quanto para o beneficiamento realizado dentro das indústrias. Entretanto, os padrões de avaliação e caracterização dos parâmetros da qualidade da matéria-prima passam ainda por um constante aprimoramento como afirmam Gonçalves *et al.* (2015). Os autores argumentam também, que isso se dá pelo próprio processo natural da ecofisiologia da planta ao ser colhida e a falta de estudos e pesquisas direcionadas especificamente para mensurar perdas e danos na qualidade da matéria-prima, envolvendo todos os tratos culturais de sua cadeia produtiva.

A matéria-prima empregada para a fabricação de açúcar e bioetanol é determinada tomando por base o conjunto das características tecnológicas da cana colhida mais as impurezas (vegetal e mineral) que são contraídas durante o processo de colheita (FERNANDES, 2011). A colheita da cana pode ser feita utilizando dois artifícios a queima prévia realizando a colheita manualmente ou sem queima com a mecanização da colheita (cana crua), todavia ambos os processos interferem na qualidade final do produto.

A qualidade é avaliada segundo análises laboratoriais em que as amostras são retiradas na chegada do campo após passarem pela balança. A responsabilidade ou controle da qualidade desde a chegada à indústria até a saída ao consumidor final fica a cargo do setor responsável pelo processo industrial que monitora os padrões no que se refere à qualidade da matéria-prima que chega à usina (CONSECANA, 2015).

Seguindo as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a matéria-prima é analisada desde sua chegada até o produto final, seguindo o manual da CONSECANA (2015) (Quadro 02). Mediante a exploração realizada o processo de qualidade

dos produtos é regido de acordo com instituições e normativas que dão suporte para que as organizações obtenham produtos com padrões de qualidade adequados. As normativas vão desde os primeiros processos de beneficiamento até a análise do produto final e isso garante a qualidade final do produto.

QUADRO 02 – ABNTs utilizadas no processo de controle de qualidade

ABNT NBR	Cana-de-açúcar
16221: 2013	Extração do caldo pelo método da prensa hidráulica
16222: 2013	Extração do caldo pelo método do extrator a frio
16223: 2013	Determinação do Brix refratométrico do caldo
16224: 2013	Determinação da Pol por sacarimetria visível
16225: 2013	Cana-de-açúcar - Determinação do teor de fibras % cana pelo método de Tanimoto
16226: 2013	Preparo e Homogeneização da amostra
16227: 2013	Determinação do Índice de preparo
16228: 2013	Terminologia
16251: 2013	Cálculo da fibra % cana - Determinação das constantes da equação para uso no cálculo, pelo peso úmido
16252: 2013	Cálculo de Açúcares Redutores (AR) no caldo em função da pureza
16253: 2013	Determinação de açúcares redutores em caldo de cana
16271: 2014	Determinação da qualidade

Fonte: ÚNICA (2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo foi realizado um Estudo de Caso, por caracterizar em descrever um evento ou caso de uma forma longitudinal, valendo-se de ferramentas de uma pesquisa quantitativa que consiste na utilização de um ou mais métodos de coleta de informação e não segue uma linha rígida de investigação (CRUZ, 2011). O caso consiste geralmente no estudo aprofundado de uma unidade individual tal como uma pessoa, um grupo de pessoas, uma instituição, um evento cultural, etc. Quanto ao tipo de estudo de casos estes podem ser exploratórios, descritivos ou explanatórios (CRUZ, 2011).

Para Cruz (2011), o estudo descritivo pode se basear na observação, registro, a fim de analisar e correlacionar eventos ou acontecimentos (variáveis) sem que o pesquisador manipule os dados. Já a metodologia quantitativa para Mendonça, Rocha e Nunes (2008) tem por objetivo realizar a tradução dos dados coletados, buscando classificar e analisar, empregando recursos e metodologias estatísticas.

O estudo foi realizado no município de Quirinópolis – GO, no Laboratório de Pagamento de Cana por Teor de Sacarose – LPCTS do setor sucroalcooleiro de uma organização ligada ao grupo paulista, seguindo os procedimentos do manual da empresa em relação às análises. Este foi elaborado por um grupo paulista CONSECANA e segue as recomendações das normativas referentes à cadeia de produção da cultura e seus produtos, formulada pela ABNT.

As variáveis analisadas: Teor de sacarose aparente na cana - POL (%), Pureza (%) dada pela relação da pol e do grau Brix e Açúcares redutores totais - ATR (Kg/Tc), iniciou-se quando a cana-de-açúcar chega à usina, durante a pesagem na balança é retirada uma amostra para análise, a qual pelo teor de sacarose apresentado a matéria-prima é realizada o pagamento.

Para tanto, a amostragem para análise foi realizada por sonda oblíqua (retirada pela parte de cima do vagão), com a quantidade total de 10 a 15 kg, em que é retirado segundo o regimento seguido pela empresa, o Manual CONSECANA (CONSECANA, 2015).

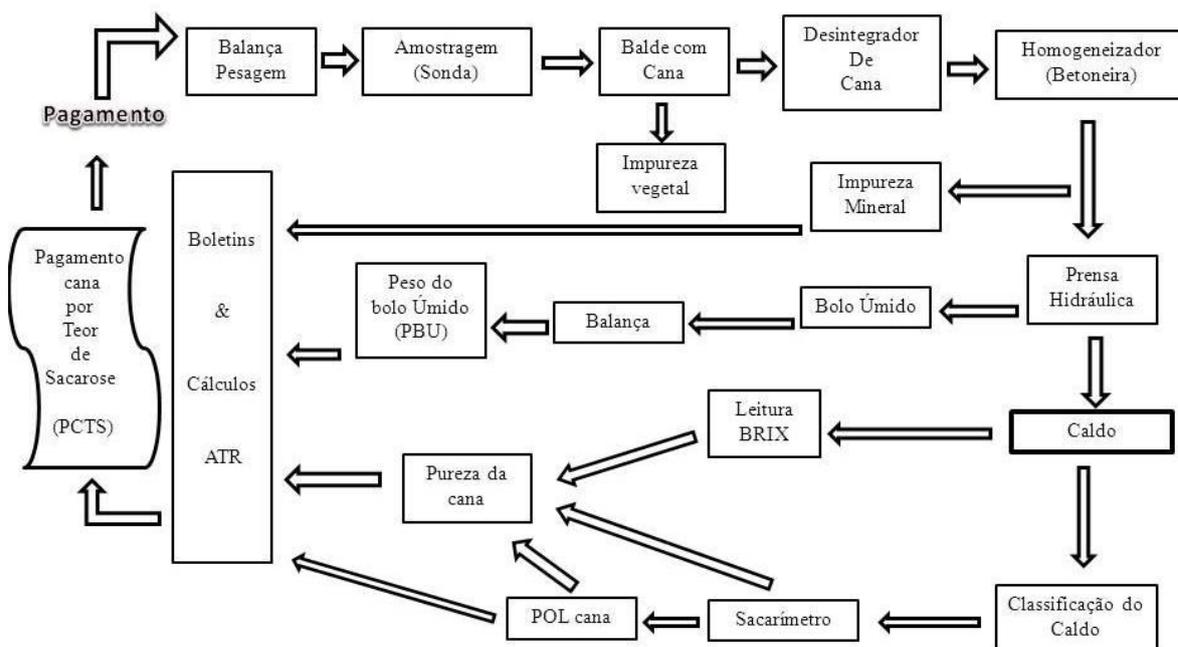
As análises de Polarização (POL), Pureza e ATR (Açúcares Total Recuperável) foram avaliadas de acordo com o manual da empresa que se baseia na ABNT NBR 16271.

Os dados utilizados foram obtidos nas análises laboratoriais do PCTS, os quais foram coletados utilizando os laudos expedidos pelo próprio em um período de cinco meses (agosto-dezembro de 2016). A Figura 3 demonstra como esses dados são obtidos e quais deles são expressos no boletim de análise.

As análises dos dados obtidos foram realizadas por realizando-se uma comparação entre as recomendações dos órgãos fiscalizadores e das características desejáveis acerca da matéria-prima; os resultados dos boletins no período analisado, utilizando medida estatística descritivas. Também foi realizada a análise de variância dos dados, tomando como base um delineamento ao acaso e cada mês (período) foi considerado como um tratamento e os dias como repetição. O intuito foi avaliar se existe diferença estatística entre os meses na qualidade

de matéria-prima. Os dados foram apresentados sob a forma de gráficos de linha e/ou tabelas para melhor visualização dos resultados (COSTA, 2011).

FIGURA 3 – Fluxograma da coleta de dados



Fonte: Adaptado de José (2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados coletados foram analisadas, inicialmente, medidas estatísticas descritivas como média, desvio padrão, variância, coeficiente de variação e valores máximo e mínimo observados, utilizando como suporte o suplemento Análise de Dados do software @Excel. Os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 01.

TABELA 01 – Medidas descritivas (tendência central e dispersão) dos dados analisados

Parâmetros	Média (\bar{X})	Desvio Padrão (σ)	Variância (σ^2)	Coeficiente de variação (CV%)	Valor Máximo	Valor Mínimo
Pol % Caldo	16,89	1,36	1,86	11,01	18,60	13,32
Pureza (%)	85,72	2,03	4,11	4,79	88,60	80,00
ATR (Kg/Tc)	137,69	11,23	126,08	91,57	152,21	108,30

Fonte: Elaborados pelos autores (2017)

Analisando a tabela acima, percebe-se que às médias apresentaram-se dentro do condizente ao intervalo de dados obtidos em relação às recomendações dos valores de referência da Empresa e da EMBRAPA (VIAN, 2017), Tabela 02.

TABELA 02 – Padrões de qualidade da cana segundo as recomendações da Empresa e EMBRAPA

Variável	Parâmetros de qualidade da Empresa	Parâmetros de qualidade da EMBRAPA
Pol (%)	> 7,5	> 14,0
Pureza (%)	> 75,0	> 85,0
ATR (Kg/Tc)	> 80,0	> 92,0

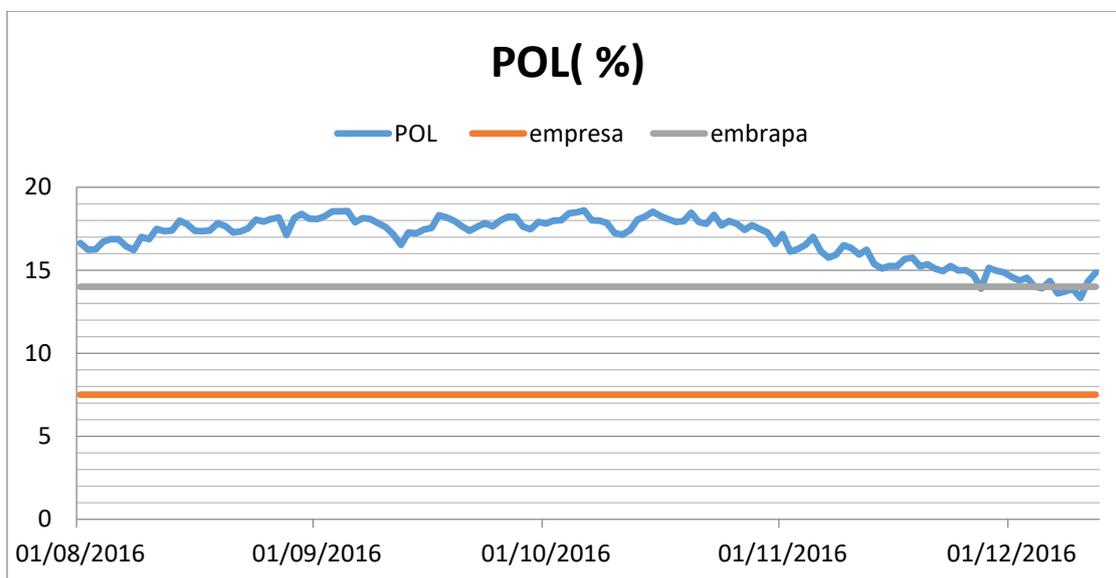
Fonte: Elaborado pelos autores (2017) a partir dos parâmetros ditados pela empresa e EMBRAPA (VIAN, 2017)

Em relação às medidas de dispersão, nota-se o maior desvio padrão amostral apresentado foi relativo a ATR (11,23%). O maior coeficiente de variação observado foi em relação ao ATR (91,57%). Isso pode ser explicado pois o ATR é determinado pela relação do AR (%) e o Pol, estas duas variáveis estão correlacionadas com os açúcares produzidos pela planta, que podem ser influenciados desde a questão de adubação, tratos culturais e incidência de pragas ou doenças (VIAN, 2017).

As variáveis analisadas POL (%) e Pureza (%) apresentaram um coeficiente de variação de média com valores consideráveis, sendo respectivamente 11,01% e 4,79 %. Entretanto, como os coeficientes apresentaram valores menores que 30% sugere-se que as amostras utilizadas podem ser consideradas homogêneas (COSTA, 2011). O ATR não apresentou o mesmo comportamento devido a questões inerentes à própria variável que leva em consideração diversos fatores que tendem a variar muito de local para local, como discutido acima por Vian, (2017).

O gráfico abaixo apresenta uma comparação entre a POL% calculada (Pol), o crítico recomendado pela empresa (mínimo de 7,5%) e pela EMBRAPA (>14%). Pode-se observar que as recomendações da EMBRAPA tendem a serem mais rígidas (valores maiores que o estabelecido pela empresa). Entretanto, com relação ao POL%, observa-se que a qualidade da cana crua analisada apresenta índices acima do exigido pela empresa e em grande parte do período contempla também os ditados pela EMBRAPA (Figura 04).

FIGURA 04 – Comportamento das análises realizadas no período de ago-dez (2016) para POL%



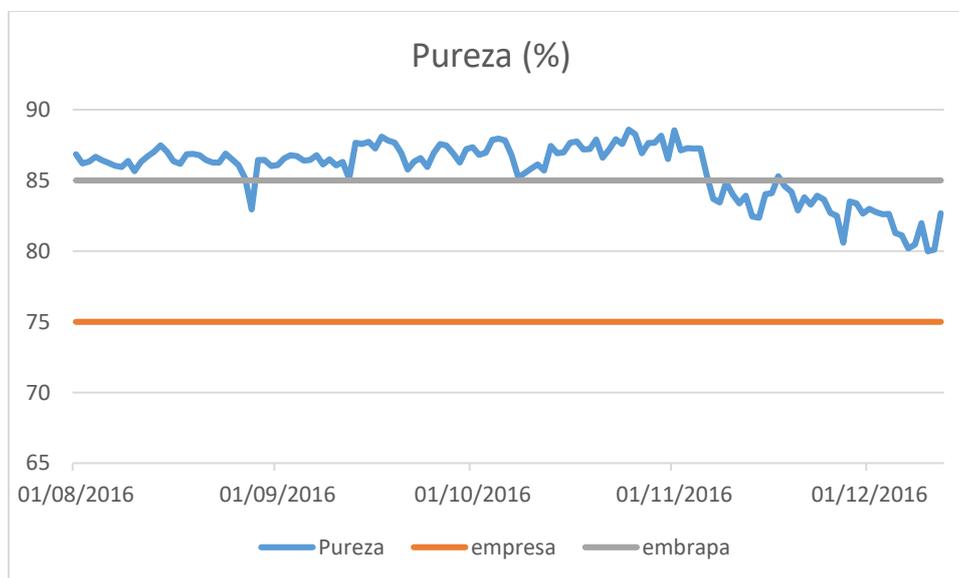
Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

A variação ocorrida no período avaliado, apresenta um acréscimo e, posteriormente, um declínio na percentagem da polarização, pode ser explicada tomando como referência a questão da ecofisiologia³ da cultura. Que no período de seca, tende a manter a produção de fotoassimilados⁴ e no período chuvoso retorna a seu desenvolvimento vegetativo, característica típica das gramíneas (OLIVEIRA *et al*, 2011). O mesmo cenário é observado para a variável pureza (%) que mesmo apresentando médias que se enquadrem no padrão dos critérios de qualidade da empresa (mim 75%), com relação ao recomendado pela EMBRAPA (>85%) não apresenta o mesmo padrão (Figura 05).

³ **Ecofisiologia** é uma parte da biologia que estuda a forma de adaptação da fisiologia dos organismos vivos às condições do meio ambiente (ORMOND, 2006).

⁴ **Fotoassimilados** são os compostos derivados da fotossíntese. Apresentam como fundamento na utilização de fonte de energia pelas bactérias que realizam a fixação de nitrogênio com as raízes das plantas (ORMOND, 2006).

FIGURA 05 – Comportamento das análises realizadas no período de ago-dez (2016) para Pureza (%)

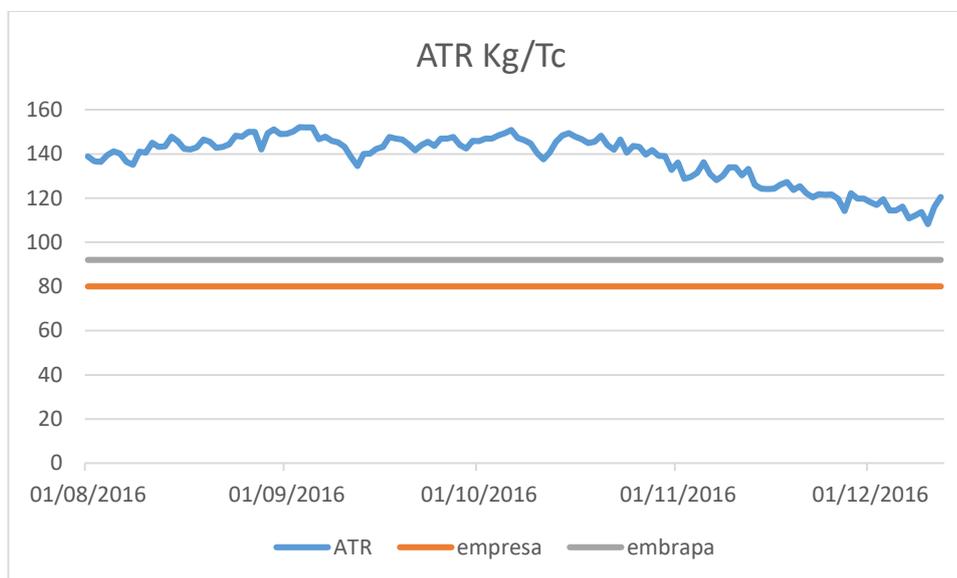


Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Dado que a pureza é estimada pela razão de %Pol pela °Brix, quando em período vegetativo, fatores extrínsecos (orgânico ou inorgânico) interferem na leitura da variável (VIAN, 2017). O mesmo autor ressalta que quaisquer conteúdos que expõem uma sensibilidade óptica tendem a intervir na POL, como alguns açúcares redutores.

Em relação a ATR, mesmo que as outras variáveis interfiram em seus resultados, observa-se que a média observada atende os dois critérios de comparação (empresa e EMBRAPA), mesmo apresentando o mesmo comportamento dos gráficos da Pol e Pureza, com queda no período chuvoso (ver Figura 06). Vian (2017, p.1) ressalta que em relação a ATR deve-se considerar a questão do tempo de colheita e entrega na indústria devido à deterioração da cana em que afirma 93% das perdas de sacarose podem estar ligadas à ação de “microrganismos, 5,7% por reações enzimáticas e 1,3% por reações químicas, resultantes da acidez”.

FIGURA 06 – Comportamento das análises realizadas no período de ago-dez (2016) para ATR (Kg/Tc)



Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Ressalta-se ainda que, o comportamento da linha nos gráficos referente à análise feita apresenta certa irregularidade, próprio da cultura que inicialmente possui uma produção menor de fotoassimilados, tendo seu pico entre o final de agosto até novembro, em que há uma queda nestes.

Oliveira *et al* (2011) demonstram resultados similares, realizando seus estudos no mesmo período estudado (agosto a dezembro). Os autores constataram que existem variações correlacionadas tanto às variedades de cana e outras variáveis como fibra, sacarose aparente na matéria-prima, pureza do caldo e quantidade total de açúcar recuperável no processamento, elencando como justificativa questões relacionadas à variedade utilizada, mês de corte (questões climáticas) e a própria questão da obtenção da amostragem.

Para verificar essa variação ocorrida decorrente do mês em que se realiza a colheita foram levantadas as seguintes hipóteses, sendo verificada pela análise de variância (ANOVA), separando por mês os fatores em estudo. Para a tabela abaixo gerada (Tabela 03) as hipóteses levantadas foram:

- H_0 : A POL não apresenta variação em relação ao mês,
 H_1 : A POL apresenta variação em relação ao mês,
- H_0 : A pureza não apresenta variação em relação ao mês,
 H_1 : A pureza apresenta variação em relação ao mês,
- H_0 : A ATR não apresenta variação em relação ao mês,
 H_1 : A ATR apresenta variação em relação ao mês.

TABELA 03 – Análise de variância

ANOVA					
POL					
FV	GL	SQ	QM	F	P-valor<0,05)
Trat.	4	206,43	51,6	162**	0
Resíduo	129	40,84	0,31		
Total	133	247,27			
Pureza					
FV	GL	SQ	QM	F	P-valor<0,05)
Trat.	4	383,27	95,81	75,64**	0
Resíduo	129	163,43	1,27		
Total	133	546,7			
ATR					
FV	GL	SQ	QM	F	P-valor<0,05)
Trat.	4	14307,57	3576,9	187,5**	0
Resíduo	129	2460,84	19,08		
Total	133	16768,41			

** significativo a nível do P-valor de 0,05 ($\alpha = 5\%$).

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Observa-se que a análise de variância, apontada pelo p-valor (0, menor que 0,05) com um índice de confiança de 95%, erro considerado de 5%, para os três fatores em estudo, rejeita a hipótese nula para as três hipóteses levantadas, ou seja, tanto a Pol, Pureza e ATR, apresentam variação em relação aos meses em estudo. O valor do F crítico tabulado para relação ao grau de liberdade, referente à razão do numerador e denominador (quadrados médios do tratamento e resíduos, respectivamente), é de 2,37 para todas as variáveis analisadas e se comparados aos F obtidos na Tabela 3 todos são maiores que os F-críticos, reafirmando que está rejeitando as H_0 .

Garcia; Camolesi Jr (2015) afirmam que o pico de maturação, em que a matéria-prima apresenta melhor qualidade, principalmente em relação a ATR, incide nos meses de julho, agosto e setembro para a maioria das variedades de cana e para evitar que todo fornecedor entregue nesse período, e impedir que toda produção seja colhida e entregue nesse período, uma vez que o pagamento pela cultura é realizado pelo índice do ATR, foi estabelecido o ATR relativo para que as agroindústrias possuam matéria-prima durante um período maior. Tal fato pode ser comprovado pela pesquisa, pois foi justamente este o período em que o ATR apresentou os melhores desempenhos.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados analisados neste trabalho pode-se dizer que para as variáveis analisadas existe uma tendência dos índices estarem dentro dos padrões da empresa e recomendações baseadas na legislação comparada.

Observou-se também que o período de colheita tende a influenciar nos níveis das variáveis, porém há uma tendência de manter os critérios de índice de qualidade, tendo ciência da ecofisiologia da cultura e seu manejo em campo.

Existe uma diferença entre o mês de colheita e a qualidade da cana crua (matéria-prima) como pode-se observar na análise de variância. Informação essa que condiz com os relatos dos autores referenciados em relação ao comportamento ecofisiológico da cultura, influenciado por fatores edafoclimáticos (a relação planta-solo-clima para plantio).

Como se trata de uma cultura considerada rústica e o que se utiliza é a própria planta e não frutos, por exemplo, estudos podem ser conduzidos tomando como base a fisiologia da planta, a qual passa por um processo de transição de sua colheita, observando-se que perfilhamentos e/ou modo de colheita não afetam a qualidade da matéria-prima.

Esse trabalho mostra a importância da matéria-prima num processo de produção industrial, sendo assim torna-se além um material para consulta da empresa, mas também para o seio acadêmico demonstrando a importância a qualidade da matéria-prima para obtenção de produtos de qualidade.

REFERENCIAS

- ARAÚJO, E. S.; SANTOS, J. A. P. **O desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar no Brasil e sua relevância na economia nacional.** Disponível em: <<http://seicesucol.edu.br/revista/index.php/facider/article/view/37>>. Acesso em : 28 abr. 2016.
- BENEDINI, M. S.; DONZELLI, J. L.. **Colheita mecanizada de cana crua: caminho sem volta.** Revista Coplana - Agosto 2007. p. 22-25. Disponível em: <<http://www.coplana.com/gxpfiles/ws001/design/RevistaCoplana/2007/Agosto/pag22-25.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2016
- CARVALHO, G. R.; OLIVEIRA, C. de. **O setor sucroalcooleiro em perspectiva.** Campinas: EMBRAPA, 2006, p. 1-18.(EMBRAPA. Circular Técnica, 10).
- CONSECANA, Conselho de Produtores de Cana de açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. **Manual de instruções.** 6ªed. São Paulo: 2015. 80p.
- COSTA, P. R. **Estatística.** 3ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (Técnico em automação). Santa Maria. 2011
- CRUZ, V. A.G. **Metodologia da pesquisa científica.** São Paulo: Pearson, 2011.
- FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar.** 3ª Edição, STAB: Piracicaba, 2011, 416p.
- FIGUEIREDO, I.C.; MACIEL, B. F.; MARQUES, M. O. **A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de álcool.** Nucleus, Edição Especial, Ituverava-SP. 2008
- GALO, N.P. **Controle de qualidade da cana-de-açúcar para industrialização.**2013,42 fls. Monografia (Pós-Graduação em Gestão do Setor Sucroenergético – MTA). Universidade Federal de São Carlos - Centro de Ciências Agrárias.Pós-Graduação em Gestão Do Setor Sucroenergético – MTA. Sertãozinho-SP:2013
- GARCIA, E.; CAMOLESI JR, L. **Aplicação do processo de descoberta de conhecimento em base de dados agrícola para reconhecimento de fatores que impactam na produtividade da cana-de-açúcar.** XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO 13 e 14 de agosto de 2015. Anais... Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_427.pdf. Acesso em 10 de Abr. 2017.
- GONÇALVES, M. C., FRANZÉ, R. V., FERRI, E. H., DOS SANTOS FAUSTINO, P. A., JACOB, E. P.; MADALENO, L. L. **Análises não convencionais de qualidade na cana crua armazenada no início da safra 2015/2016.** Ciência & Tecnologia: Fatec-JB, Jaboticabal, v. 7, 2015.
- IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Estatística dos municípios – Quirinópolis (dados econômicos).** Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/>. Acesso em: 25 set.2016.

JOSÉ, R.A. **Integrando PCTS x processo Sucroenergético**. RAJQUIM Consultoria. Fevereiro de 2012. 73p.

KHOLHEPP, G. **Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil**. Estud. av. [online]. 2010, vol.24, n.68, pp.223-253. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v24n68/17.pdf>. Acesso em 25 set 2016.

LIMA, D. A. L. L., **Evolução da produção de cana-de-açúcar e seu impacto sobre a produção de grãos (soja, milho e sorgo) em Goiás, 1999 a 2006**. Relatório de pesquisa - Universidade Estadual de Goiás, UnU Santa Helena de Goiás. 2008, 20 f. Santa Helena de Goiás, 2008.

_____ ; GARCIA J. R; PEREIRA, A. M. **Estratégias de inovação e gestão da Companhia Brasileira de Energia Renovável - Breco em Goiás: Estudo de caso**. In: - SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTION TECNOLÓGICA - ALTEC 2009, 13. Cartagena de Índias – Colômbia. **Anais...** 2009. cd-rom.

LIMA, N.C., **A Formação dos Preços do Etanol Hidratado no Mercado Brasileiro de Combustíveis**. 2011, 226FLS. Tese (Doutorado em Administração). Universidade de São Paulo (USP). Departamento de Administração da Faculdade de Administração e Contabilidade. São Paulo, SP. 2011

MENDONÇA, A.; ROCHA, C.; NUNES, H. **Trabalhos Acadêmicos, planejamento, execução e avaliação**. Goiânia: Alfa, 2008.

MENEGETTI, C. C.; MEZAROBA, S.; GROFF, A. M. **Fatores relacionados ao cultivo da cana-de-açúcar**. In: IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam: Campo Mourão, 17 a 19 de novembro de 2010. **Anais...** Campo Mourão-PR: 2010.

MOREIRA, D. O. **A cana-de-açúcar é insuperável em termos de produção de matéria seca e energia/ha, em um único corte**. Escrito em 18/04/2011. Disponível em: <<http://rehagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=2172>>. Acesso em : 28 abr. 2016.

OLIVEIRA, T. B.; SELIG, P. M.; CAMPOS, L. M. S.; OLIVEIRA, M. W. **Eficiência na indústria sucroalcooleira em função da variável época de colheita da cana-de-açúcar no alinhamento da ecoeficiência**. IN: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011. **Anais...** Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_855_18433.pdf. Acesso em: 27 abr. 2017.

ORMOND, J. G. P. **Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais**. Rio de Janeiro : BNDES, 2006. 316 p.

PASQUALETTO, A. **Cana-de-açúcar em Goiás**. Set.2007. Disponível em: < <http://www2.ucg.br/flash/artigos/070927cana.html>>. Acesso em: 09 abr. 2016.

PETTI, R.; FREDO, C. E. **Emprego formal na cana-de-açúcar. Análise e Indicadores do Agronegócio.** São Paulo, v. 4, n. 4, abr. 2009. Disponível em: . Acesso em: 19 set. 2016..

RODRIGUES, F.S.; SERATTO, C. D. **Cadeias produtivas da cana-de-açúcar, do algodão e das frutas.** CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ. Núcleo de Educação a distância: Maringá - PR, 2012. 199 p.

SILVA, A. A.; CASTRO, S. S.. **Expansão da cana-de-açúcar na microrregião de Quirinópolis, Goiás.** Disponível em:
<<http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/doutorado/trabalhos-doutorado/doutorado-adriana-aparecida.pdf>> Acesso em: 09 abr. 2016.

SILVA, F.I.C.; GARCIA, A. **Colheita mecânica e manual da cana-de-açúcar: histórico e análise.** Nucleus, v.6, n.1, abr. 2009

TRISTÃO, P. **Agroindústria da produção de cachaça tem grande importância econômica e social.** Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria-biocombustivel/artigos/agroindustria-da-producao-de-cachaca-tem-grande-importancia-economica-e-social>>. Acesso em: 29 abr. 2016

ÚNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar. **Produção.** Disponível em:
<http://www.unicadata.com.br/historico-de-area-ibge.php?idMn=33&tipoHistorico=5&acao=visualizar&idTabela=1792&produto=%C3%81rea+colhida&anoIni=1990&anoFim=2015&estado=GO>. Acesso em set. 2016.

_____. **Resultados Estudos CONSECANA – Canatec Normas de Cana da ABNT.** Abril/2014. Disponível em:
<http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=42161547>. Acesso em: 12 set.2016.

VIAN, C. E. F. **Qualidade de matéria-prima.** Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.EMBRAPA.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_138_22122006154842.html. Acesso em: 20 mar. 2017.

VIANA, A. R.; FERREIRA, J.; RIBAS FILHO, S. B. **Produção de cana-de-açúcar visando a sua utilização na alimentação de bovinos de leite.** Niterói: Programa Rio Rural, 2012.

VOGT, C. **Bagaço de cana pode gerar 11% da energia necessária para fugir do apagão.** Disponível em: <<http://www.comciencia.br/energia%criseplanejamento>>. Acesso em: 10 abr. 2016.