



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Brazilian Journal of  
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

## VIABILIDADE ECONÔMICA DA LIMPEZA A SECO DA CANA-DE-ACUÇAR

*VIABILITY OF ECONOMIC-FINANCIAL VIABILITY OF SUGARCANE DRY CLEANING*

Manoel Gonçalves Filho<sup>1</sup>, Clóvis Delboni<sup>2</sup>, Reinaldo Gomes da Silva<sup>3</sup>, & Fernando Celso de Campos<sup>4\*</sup>

<sup>1,2</sup> Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA) da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Rodovia do açúcar, Km 156 - CEP 13.400-911, Campus Taquaral, Piracicaba - SP. <sup>3</sup> Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP), Av Monsenhor Mart. Salgot, 560 - CEP 13.414-040 Areião, Campus Piracicaba - SP. <sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Eng<sup>a</sup> de Produção (PPGEP) da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), R. Fernando de Assis Sáes, 172 - CEP 13450-310, Vila Borges, Campus Santa B. D'Oeste - SP.

<sup>1</sup> manoel.filho1@a.unimep.br <sup>2</sup> clovisger@gmail.com <sup>3</sup> reinaldorgda@gmail.com <sup>4</sup> fernando.campos@unimep.br

### ARTIGO INFO.

Recebido em: 07.05.2020

Aprovado em: 08.06.2020

Disponibilizado em: 19.06.2020

#### PALAVRAS-CHAVE:

Análise financeira; Gestão da produção; Usina sucroenergética.

#### KEYWORDS:

Economic engineering; Economic and financial feasibility analysis; Production management; Sugar-energy plant.

\*Autor Correspondente: Gonçalves Filho, M.

### RESUMO

A usina do setor sucroenergético vem se desenvolvendo ao longo dos anos, cresce economicamente e se torna altamente representativa na economia brasileira. Contudo, há necessidade de investimentos e desenvolvimento tecnológico. Este artigo analisa a viabilidade econômico-financeira de um conjunto de equipamentos tecnológicos necessários à substituição do processo tradicional de limpeza da cana-de-açúcar (utilizando água) das usinas sucroenergéticas brasileiras, por outro a seco (limpeza a sopro). Dessa forma, o objetivo está em reduzir ou eliminar o uso da água na etapa de limpeza da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, a palha, uma vez separada na recepção pelo método de limpeza sugerido (sopro), poderá ser utilizada como fonte energética e melhorar o rendimento do processo. A pesquisa partiu de uma revisão bibliográfica exploratória na área da Administração e Engenharia de Produção, na qual permitiu identificar as ferramentas da Engenharia Econômica que contribuíssem com a viabilização econômico-financeira dos investimentos, facilitando a tomada de decisão. Foi realizado um estudo multicase em

quatro usinas sucroenergéticas localizadas no interior do Estado de São Paulo. Assim foi possível aplicar e analisar os resultados por meio da Taxa Interna de Retorno do Investimento e do Valor Presente Líquido, quanto a possibilidade de investimento desses equipamentos, contribuindo com a minimização do uso da água, e de melhor aproveitamento da palha no processo produtivo. A conclusão é de que há ganho *ambiental, econômico e social* pela redução da utilização de captação da água de rios e mananciais numa época de escassez de recursos hídricos e combate a todas as formas de poluição.

### ABSTRACT

This article analyzes the economic and financial feasibility of a set of equipment necessary to replace the traditional process of cleaning sugarcane (using water) from Brazilian sugar-energy plants, with another dry one (blow-cleaning). Thus, the objective is to reduce or eliminate the use of water in the cleaning phase of sugar cane and, consequently, straw, once separated at the reception by the suggested cleaning method (puff), can be used as a source energy efficiency and improve process efficiency. The research started from an exploratory bibliographic review in the area of Administration and Production Engineering, in which it allowed the identification of Economic Engineering tools that contributed to the economic and financial viability of investments, facilitating decision making. A multi-case study was carried out in four sugar-energy plants located in the interior of the State of São Paulo. Thus, it was possible to apply and analyze the results through the Internal Rate of Return on Investment and the Net Present Value, regarding the possibility of investment and of this equipment, contributing to the minimization of water use, and to better use of straw in the production process.



## INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo é o maior produtor nacional de cana-de-açúcar, com uma produção de 367,45 milhões de toneladas (Unica, 2014). Conforme Henriques, et al., (2008) o município de Piracicaba, interior do Estado de São Paulo, é polo da Micro Região Canavieira de Piracicaba (MRCP) na qual se tem um Arranjo Produtivo Local (APL) das usinas sucroenergéticas. A área plantada de cana-de-açúcar dessa MRCP ocupa 1.368,4 quilômetros quadrados.

Dentro da produção do Estado de São Paulo a MRCP tem uma participação importante em torno de 3,38%, com 11,15 milhões de toneladas de toneladas de cana-de-açúcar. Observa-se que dentro da MRCP, a cidade de Piracicaba é o município que mais produz com 40% de volume dos 11,15 milhões de toneladas produzidas pelo total dos nove municípios que compõem o polo produtor. O segundo município de maior volume de produção de cana-de-açúcar é Capivari com 15%, seguido de Rio das Pedras com 10% (IEA, 2013).

Para a produção e cultivo da principal matéria prima da usina sucroenergética, a cana-de-açúcar, há um uso intensivo da água para o desenvolvimento das suas atividades. Estima-se que o setor seja responsável por 23% da demanda por água no Estado de São Paulo (Elia Neto, & Shintaku, 2009). Segundo os autores, essa matriz produtiva brasileira (usinas sucroenergéticas), se apoia largamente no uso dos recursos hídricos e por isso é necessário que a gestão deste recurso esteja inserida entre as prioridades nacionais. Assim, as usinas podem investir na implantação de sistemas de gerenciamento e equipamentos na busca da redução do consumo de água. Conforme Piacente (2005), estes sistemas têm a finalidade de aumentar a eficiência das usinas, melhorar sua competitividade, produtividade e fazer com que seus processos se adequem às exigências e padrões de qualidade, ambiental, segurança, entre outros.

Posta a situação do uso de água no processo de recepção da cana-de-açúcar, focar possíveis melhorias visando reduções de consumo é de extrema relevância. E a palha da cana-de-açúcar, uma vez separada na recepção, poderá ser utilizada como fonte energética e melhorar o rendimento do processo produtivo. Nesse sentido, a atenção volta-se para a análise da viabilidade econômico-financeira de um conjunto de equipamentos. Essa viabilidade é necessária para a substituição do procedimento tradicional de limpeza da cana-de-açúcar (com uso de água) por outro que realiza a limpeza a seco (sopro). O procedimento de limpeza a seco requer investimentos em equipamentos, treinamento e capacitação do pessoal.

Existem algumas usinas sucroenergéticas que adotaram ou realizaram o investimento sem uma análise prévia da viabilidade econômico-financeira, ficando a saber sobre seus resultados, essa análise poderia ter embasado a tomada de decisão sobre o investimento a ser realizado (Gonçalves Filho, 2016).

Inicialmente, pesquisou-se em publicações nacionais e internacionais sobre ferramentas da engenharia econômica, e de outras fontes. Aplicou-se esses conceitos disponíveis na literatura em um estudo multicase com quatro usinas sucroenergéticas estabelecidas no interior do Estado de São Paulo. O objetivo está em identificar a possibilidade de racionalização de recursos naturais envolvidos (no caso a água), melhor aproveitamento da palha, e sobretudo a



viabilidade econômica e financeira dos investimentos necessários para a implementação dos equipamentos para melhoria do rendimento do processo produtivo.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A pesquisa de Versteg, et al., (2017) evidenciou que a aplicação das práticas econômicas e financeiras, e que o controle dos custos e a projeção das receitas de novos projetos de investimentos, são necessárias para que se possa analisar a viabilidade dos projetos.

Nesta pesquisa, para a análise e viabilidade dos investimentos, foi utilizada a técnica do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR), os quais são bastante utilizados para a análise de viabilidade de projetos de investimentos, mas que é uma lacuna encontrada na revisão teórica para o segmento sucroenergético.

## VALOR PRESENTE LÍQUIDO

Conforme Samanez (2002) o Valor Presente Líquido (VPL) é um método que tem como finalidade valorar monetariamente em termos de valor presente o impacto dos eventos futuros associados à análise econômica e financeira de um projeto de investimento, ou seja, mede o valor presente dos fluxos de caixa futuro gerados pelo projeto ao longo da sua vida útil. Seja o caso teórico de uma organização que estuda a possibilidade de compra de um equipamento. Essa aquisição tem o seguinte orçamento: preço à vista de R\$ 50.000 e proporcionará entradas de caixa por meio da sua operação de R\$ 20.000 nos próximos quatro anos. Considerando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) que é o custo do capital de 12% a.a. Calcula-se o resultado por meio da Equação 1.

### Equação 1. Cálculo do VPL

$$NPV = \left[ \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} \right] - \left[ I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} \right]$$
$$VPL = -50.000 + \frac{20.000}{1,12} + \frac{20.000}{1,12^2} + \frac{20.000}{1,12^3} + \frac{20.000}{1,12^4}$$

Fonte: Assaf Neto (2007)

Resultado: VPL = 10.746,99

O cenário apresentado como exemplo teórico pôde ser solucionado por meio da equação e das simbologias, que conforme Assaf Neto (2007) facilita o entendimento, (i)  $FC_t$  = fluxos (benefício) entradas de caixa de cada período; (ii)  $K$  = taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida; (iii)  $I_0$  = investimento no momento zero; (iv)  $I_t$  = valor do investimento previsto em cada período subsequente. Conforme Brigham, & Ehrardt (2012) existem três situações que identificam que o VPL positivo seja fruto de melhorias oriundas de investimentos: (i) identificar por que um projeto possui um VPL projetado positivo; (ii) investimentos com VPL positivo não acontecem por acaso; (iii) qual o tempo de vida útil das melhorias promovidas pelos investimentos.

Visto que o resultado é R\$ 10.746,99, portanto, maior que zero, neste caso o investimento pode ser aceito, pois supera as expectativas de retorno com base na TMA, que no exemplo são 12%. Segundo Martins, et al., (2005) dentro da gestão da produção, o VPL é utilizado como



um indicador de viabilidade econômica financeira na aquisição de novos ativos, demonstrando a rentabilidade monetária do investimento. Contribuindo com essa evidência Frezatti (2008) pesquisou sobre as decisões de investimento em ativos de longo prazo nas empresas brasileiras e constatou a utilização do VPL como uma ferramenta sofisticada em análise de investimentos.

Conforme Gropelli (2009) independentemente de as questões financeiras de um projeto ser atrativa ou não, é necessário contemplar outros aspectos, como estratégia corporativa, para a tomada de decisão. Como os fluxos de caixa futuros são descontados a uma determinada TMA e sabendo que essa taxa difere de organização para organização, outro método que auxilia na tomada de decisão é o cálculo da taxa de retorno do investimento, conhecida como Taxa Interna de Retorno do projeto (TIR).

### TAXA INTERNA DE RETORNO

Conforme Samanez (2002) o método da Taxa interna de retorno (TIR) não tem como finalidade a avaliação da rentabilidade absoluta a um determinado custo de capital, como o VPL, mas, ao contrário, seu objetivo é encontrar uma taxa intrínseca de rendimento. Matematicamente, a TIR é uma taxa de desconto que torna o VPL igual à zero, ou seja, a TIR a taxa que anula o VPL. Segundo Assaf Neto (2007), a formulação da TIR é representada, supondo-se a atualização de todos os movimentos de caixa para o momento zero, da forma apresentada pela Equação 2.

**Equação 2.** Cálculo da TIR

$$I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t}$$

Fonte: Assaf Neto (2007)

No qual: (i)  $I_0$  = montante do investimento no momento zero (início do projeto); (ii)  $I_t$  = montantes previstos de investimento em cada momento subsequente; (iii)  $K$  = taxa de rentabilidade equivalente periódica (IRR); (iv)  $FC$  = fluxos previstos de entradas de caixa em cada período de vida do projeto (Assaf Neto, 2007). Mantendo os dados do exemplo apresentado anteriormente, ou seja, investimento de R\$ 50.000 e quatro entradas de caixa de R\$ 20.000 cada, o cálculo da TIR é desenvolvido e apresentado pela Equação 3.

**Equação 3.** Aplicação da TIR.

$$50.000 - CHS - g - CF_0 - 20.000 - g - CF_j - 4 - g - N_j - f - IRR$$

Fonte: Assaf Neto, 2007.

Resultado: TIR = 21,86%

A rentabilidade desse exercício equivale a 21,86% ao ano que conforme Samanez (2002) a TIR pode ser utilizada como: (i) taxa interna de retorno de um projeto; (ii) taxa máxima de custo de capital de um projeto; e (iii) taxa de desconto para os fluxos de caixa de um projeto. Ao utilizar a TIR, parte-se do princípio de que se ela for maior do que a TMA, ou seja, maior que o custo de capital deve-se realizar o investimento. No exemplo tem-se uma TIR de 21,86% e uma TMA de 12%. Portanto, o investimento tem um ganho de 9,86% que é a diferença da TIR e da TMA. Os gestores necessitam de ferramentas e a técnica da TIR é confiável para fundamentar a tomada de decisão (Georges, 2010). A TIR é considerada



Citação (APA): Gonçalves Filho, M., Delboni, C., Silva, R. G. da, & Campos, F. C. (2020). Viabilidade econômica da limpeza a seco da cana-de-açúcar. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 25-40.

apenas como indicador que dimensiona o retorno financeiro de um investimento e deve ser considerado como um auxílio para decisões conscientes (Brigham, & Ehrhardt, 2012).

Segundo Frezatti (2008), em termos gerais, a organização deve aceitar todos os projetos que apresentem indicadores econômicos financeiros positivos como a TIR maior que a TMA, ou VPL maior que zero.

Um exemplo dessa aplicação está descrito no trabalho de Womack, & Jones (1998) citado por Catelli, et al., (2003) no qual, em 1993, uma das maiores empresas fabricantes de motores industriais na época, contratou consultores japoneses para inovar os seus processos industriais. Nesse exemplo, vários equipamentos de alta tecnologia foram necessários, entre os quais uma grande máquina revestidora de borracha de última geração no valor de 80 milhões de dólares teve de ser abandonado em razão de indicadores econômicos financeiros negativos.

### **USINA SUCROENERGÉTICA**

A usina sucroenergética é uma empresa que produz principalmente açúcar, etanol hidratado e anidro carburante para veículos, fertilizante a partir da vinhaça, destilado alcoólico e energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar. O cultivo da cana-de-açúcar é de vital importância para a manutenção e o aumento da rentabilidade do setor sucroenergético, bem como para atender as crescentes demandas dos mercados interno e externo (Moraes, et al., 2010). A unidade industrial é conhecida principalmente por cinco divisões: Recebimento/preparo/moagem, tratamento do caldo, fábrica de açúcar, destilaria de etanol e estocagem dos produtos acabados.

### **RECEPÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

A primeira etapa do processo produtivo é a atividade de limpeza (recepção e limpeza) onde busca-se minimizar as impurezas minerais e vegetais que estão impregnadas à matéria prima durante o cultivo da sua produção. Tradicionalmente, executa-se a limpeza com jatos de água antecedendo os ternos de moenda, ou seja, o início do processo produtivo na etapa de recepção da cana-de-açúcar.

Nesse sentido, Rodrigues, et al., (2014) relatam que as etapas industriais da produção sucroenergética iniciam-se com a recepção da cana-de-açúcar, cuja limpeza é realizada com água ou a seco. Segundo os autores, o processo de limpeza com água gera o chamado efluente de limpeza da cana, cuja composição se constitui de água, terra e palha. Vários projetos de limpeza a seco já foram apresentados e instalados na recepção da cana-de-açúcar em muitas usinas, mas ainda existem oportunidades de desenvolvimento e melhoria na busca da eliminação de desperdícios e de resíduos na natureza por empresas do segmento sucroenergético (SBA, et al., 2012). Conforme Omena, et al., (2004) a cana-de-açúcar retirada do canal pode carregar consigo grandes quantidades de matéria estranha, chegando a atingir 10% do peso da matéria prima, o que contribuirá para produzir açúcar de baixa qualidade e pode acarretar problemas para a clarificação do caldo.

A cana-de-açúcar é descarregada diretamente nas mesas alimentadoras (mesa 45°) e, conforme Elia Neto, & Shintaku (2009), se estiver picada não é adequado limpar com água para que o teor de sacarose não seja alterado. Nesse caso, para que as impurezas como terra,





mato, insetos, entre outros, sejam retirados da cana-de-açúcar vindas da lavoura, pode-se utilizar de um sistema de limpeza a seco. Nesse sentido, pode-se agir no tipo de equipamento, no processo ou ainda simplesmente na cultura da empresa e de seus funcionários na busca pela produção sem abrir mão da proteção ao meio ambiente. Conforme Cortez e Magalhães (1992) o processo passa por melhorias tecnológicas para o processamento da matéria prima que alavanca maior produção e, conseqüentemente, aumenta o volume de descartes na natureza. Os equipamentos necessários para o procedimento de limpeza a seco estão apresentados na Figura 1. São eles: (i) Mesa alimentadora 45°; (ii) Esteira metálica; (iii) Transportadores de cana (correia); (iv) Ventiladores (sopradores); (v) Peneiras de separação de palha, terra e pedra; (vi) Transportadores de palha; (vii) Transportadores de terra e pedra; (viii) Picador de palha e; (ix) Transportadores de palha picada para a caldeira (Dedini, 2015).

**Figura 1.** Ilustração dos equipamentos



Fonte: Dedini, 2015; SBA, et al., 2012.

A mesa alimentadora 45° é isolada por meio de chaparia com os ventiladores (sopradores) instalados para a separação da palha e de outras impurezas. Possui câmara de separação e transportadores para a cana-de-açúcar, palha e terra.

Portanto, observa-se a opção do soprador instalado após o descarregamento da matéria prima, ou seja, na recepção da cana-de-açúcar sob as mesas alimentadoras de 45°. A cana-de-açúcar, posteriormente a limpeza a seco, vai para um sistema de separação, tal sistema trata-se de uma mesa com discos que são acionados quando os eixos são movimentados por motos redutores. A cana-de-açúcar pode ser tanto inteira quanto picada, queimada ou não. Essa matéria prima é descarregada sobre esses discos e sofre a separação de matéria estranha ao passar entre os discos, ou seja, palha, pedra e terra são separadas da cana-de-açúcar. A Figura 2 mostra o equipamento de separação da palha e dos minerais, esteira transportadora, picador de palha e palha inteira e picada.

**Figura 2.** Ilustração da esteira transportadora e picador de palha



Fonte: Alcoolbras, et al., 2014.

Depois da palha separada pelo sistema de limpeza a seco, passa pelo picador para que seja mais bem aproveitada quando queimada na caldeira, ou seja, a palha picada se torna mais inflamável e gera mais energia. Dessa forma, obtém-se mais palha para a produção de energia. A limpeza da cana-de-açúcar por meio de água, apenas limpa a cana-de-açúcar das impurezas. Portanto, não a separa da palha, a qual poderia estar sendo reaproveitada para a geração de



Citação (APA): Gonçalves Filho, M., Delboni, C., Silva, R. G. da, & Campos, F. C. (2020). Viabilidade econômica da limpeza a seco da cana-de-açúcar. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial “Tecnologia & Inovação na Agricultura”, 25-40.

energia antes de entrar no processo produtivo. E a limpeza a seco pode contribuir para a diminuição da manutenção dos equipamentos, visto que a palha, por não entrar no processo produtivo, melhora a produtividade, não retira açúcar do caldo após moagem e reduz o desgaste dos equipamentos. As consequências da mecanização e os impactos causados pelas impurezas estão apresentados pelo Quadro 1.

**Quadro 1.** Consequências da mecanização e impacto das impurezas no processo

Item	Consequências da colheita mecanizada
A	Aumento nas impurezas minerais
B	Aumento nas impurezas vegetais

Item	Impacto das impurezas
1	Perda de capacidade de moagem
2	Perda de extração
3	Aumento do consumo de energia no preparo da cana
4	Desgaste de equipamentos
5	Dificuldade de tratamento do caldo
6	Dificuldade para a fabricação de açúcar de qualidade
7	Redução do rendimento de fermentação
8	Problemas operacionais com a caldeira
9	Redução na densidade da carga / aumento do custo de transporte

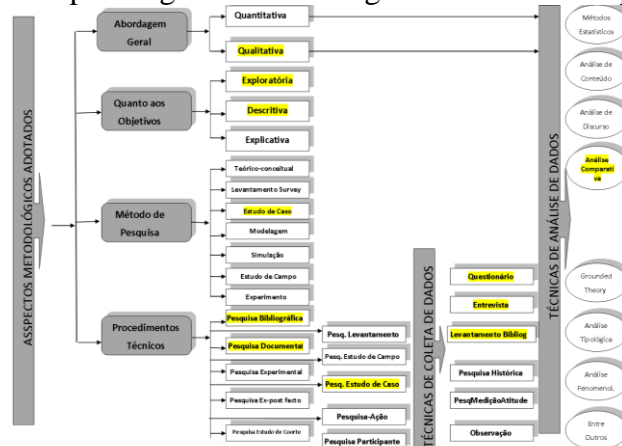
Fonte: SBA, et al., 2012.

Portanto, se retirar as impurezas da matéria prima por meio da limpeza a seco, pode-se melhorar o rendimento dos equipamentos e a produtividade do processo.

### ABORDAGEM METODOLÓGICA

Este capítulo aborda o aspecto metodológico adotado na pesquisa, quanto à abordagem geral, objeto de estudo, método de pesquisa, procedimentos técnicos, técnicas de coleta e análise dos dados e a caracterização da (s) usinas (s) investigada (s). A Figura 3 ilustra a visão dessa abordagem metodológica com o objetivo de apresentar uma classificação geral.

**Figura 3.** Aspectos gerais metodológicos analisados na pesquisa.



Fonte: Prodanov, & Freitas (2013); Martins (2010); Günther (2006); Cruz, & Ribeiro (2004); Schein (1999); Miguel (2007); Gil (2009); Gil (2011).

### OBJETO DE ESTUDO



O tipo de pesquisa adotado é de natureza aplicada e possui abordagem qualitativa que, conforme Martins (2010), a realidade subjetiva dos indivíduos envolvidos na pesquisa é considerada relevante e contribui para o desenvolvimento da pesquisa. É classificada como bibliográfica exploratória, porque proporciona maior familiaridade com o problema, aprimorando ideias ou a descoberta/confirmação de intuições (Prodanov, & Freitas, 2013). Quanto ao procedimento técnico geral a contribuição maior é advinda de pesquisa bibliográfica, a qual Gil (2009) menciona como o elemento mais importante para a identificação de um delineamento. O autor identifica que há dois grandes grupos de delineamento: fontes de "papel" e os dados fornecidos por pessoas. Conforme Cervo e Bervian (1996) esta fase do trabalho destina-se ao levantamento do material necessário para a investigação, que de acordo com o tipo de pesquisa, têm-se que reunir instrumentos, materiais diversos ou documentos, que constituem a matéria-prima da pesquisa bibliográfica.

Levando em conta o caráter multidisciplinar da pesquisa e partindo de quatro usinas, adotou-se como metodologia adequada o estudo múltiplos casos, de forma a promover o entendimento acerca do fenômeno em estudo, que conforme Miguel (2007), corroborando no parágrafo anterior, relata que este tipo de pesquisa se inicia com discussões conceituais a partir da literatura, revisões bibliográficas e modelagens conceituais. Dessa maneira, e seguindo as etapas proposta pelo autor, serão detalhadas (essas etapas) na presente pesquisa.

Antecedendo as etapas e como um primeiro passo, a de planejamento dos casos, indica-se a realização de teste piloto, por meio de visitas técnicas, para desenvolver e validar o questionário. Destaca-se ainda, que as quatro usinas escolhidas estão localizadas na Micro região de Piracicaba (S.P.), com exceção de uma usina localizada na cidade de Jaú (S.P.), na qual foi realizado o teste piloto por meio de visita técnica. A segunda visita técnica foi realizada em usina localizada na cidade de Rafard (S. P.). Essas usinas foram escolhidas por serem consideradas maduras, com mais de 50 anos de atuação no mercado sucroenergético, também pela disponibilidade dela em fornecer informações acerca das possibilidades de aplicação dos objetivos desse estudo, o que permite a obtenção de dados mais consistentes e de maior facilidade de coleta. Outra razão pela escolha foi por ainda apresentarem necessidades de investimentos em equipamentos e modificações no processo produtivo tradicional, de forma a minimizar o uso de recursos naturais (água) para a limpeza da cana-de-açúcar no processo de recepção. Finalmente, o último critério de escolha das usinas, levou-se em consideração as iniciativas de inovação organizacional e tecnológica para o desenvolvimento da gestão dos sistemas produtivos.

## **PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS**

A *Etapa 1: Definir uma estrutura conceitual-teórica*, para essa etapa foi feito um levantamento de artigos internacionais disponíveis no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e de outras fontes, entre os anos de 2010 e 2017. Criou-se um banco de dados dos artigos para consulta e prosseguiu-se com a leitura de forma a identificar seus constructos. Estas palavras chave foram utilizadas no levantamento: Análise de viabilidade econômica e financeira, Gestão da produção, Usina sucroenergética. Estas palavras chave foram utilizadas na busca de parte das referências nas seguintes bases de dados: *Scopus e Web of Science*.





Quanto a **Etapa 2: técnica de coleta de dados e entrevistas**, nos moldes descritos por Miguel (2007) e Gil (2011), utilizou-se de levantamento bibliográfico e entrevistas. O levantamento bibliográfico já foi justificado e detalhado anteriormente. Quanto às entrevistas, a aplicação da pesquisa envolveu questionário e coleta de dados efetuadas com especialistas e profissionais da área com participação ativa nos processos de implementação e investimentos em equipamentos e processos produtivos. Assim como estudou-se as possibilidades de investimento e implementação para as quatro usinas foco desse estudo, além da análise de suas operações internas e processos atuais. As entrevistas semiestruturadas foram realizadas com os gestores dos processos, analista da produção, supervisor da produção, planejamento e materiais da usina, que representam as funções de operações, administração de materiais, planejamento e controle da produção e processos produtivos. Os autores apresentam uma caracterização de que a pesquisa deve ser feita com um roteiro previamente definido e que, tal roteiro poderá conter perguntas estruturadas, semiestruturadas ou questões abertas, ou uma mescla dos três tipos, conforme a necessidade e a facilidade posterior de se analisar o fenômeno pesquisado.

### PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

Quanto a **Etapa 3: técnica de análise dos dados**, conforme Miguel (2007), Martins (2010) e Gil (2011), pelo fato da abordagem ser qualitativa, adotou-se a análise comparativa e de conteúdo. Assim, a análise dos dados obtidos foi efetuada com base nos aspectos apontados pela teoria, e confrontados pelos participantes da entrevista como possíveis de serem implementados nas usinas foco, áreas envolvidas, benefícios, entre outros. Utilizou-se de gráficos, tabelas, figuras e diagramas, conforme a necessidade de compreensão e análise da situação-problema.

Na **Etapa 4: Gerou o Relatório**, construiu-se esse relatório final com as implicações teóricas a partir da identificação dos principais resultados do estudo de casos.

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente foram pesquisadas a função e o tempo de atividade dos respondentes nas usinas participantes da pesquisa. As usinas serão designadas por usinas A, B, C e D. Esses dados estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Representação geral dos respondentes da pesquisa

Usinas	Respondente	Tempo - Experiência	Função
A	Analista de produção	04 anos	Planejamento e controle da produção
B	Engenheiro Mecânico	07 anos	Administração de materiais
C	Gestor de produção	15 anos	Gerenciamento da produção
D	Supervisor de produção	20 anos	Acompanhamento e supervisão da produção

As respostas dos participantes quando perguntado se essas usinas realizam algum tipo de limpeza da cana-de-açúcar antes de iniciar o processo de moagem, apenas uma delas, a Usina B, não limpa a cana antes de iniciar a moagem, ou seja, a matéria prima entra com todas as



impurezas (palha, pedra, terra, etc.), no seu processo produtivo. Porém, há o reconhecimento que a quantidade de palha que entra no processo é grande.

O consumo de água para a limpeza da cana-de-açúcar na recepção das usinas existe para as usinas A e D. Sendo que a usina D, tem os dois tipos de limpeza: com água e a seco. A usina C, não utiliza água e realiza limpeza a seco. A usina B não faz limpeza. Entretanto, há o reconhecimento de que esse recurso natural precisa ser tratado (e é tratado) antes de ser devolvido à natureza (rios e mananciais) pelas usinas A e D. Além do consumo de água normalmente pago pelas usinas, existe uma taxa adicional por litro, em que as usinas são obrigadas a custear pela captação da água das nascentes e rios. A usina também tem que ter uma autorização (termo de outorga) para captação.

As usinas pesquisadas têm ambas as opções de recebimento da cana-de-açúcar: inteira e picada. A cana-de-açúcar inteira em razão da colheita manual em terrenos irregulares e a cana-de-açúcar picada advinda da colheita mecanizada em terrenos planos. A colheita mecanizada tem aumentado no passar dos anos em todas as usinas até por uma questão de legislação. Nas usinas C e D a palha é separada da cana-de-açúcar e está sendo aproveitada para fins energéticos e não faz falta para o campo, pois no momento do corte a colheita mecanizada deixa quantidade suficiente de palha no campo que é utilizada como adubo. Porém, as usinas A e B não separam a palha na recepção.

As usinas A e B relataram que há subtração de sacarose causada pela presença de palha e, também destacaram que, há diminuição perceptível da produtividade do processo de moagem. As usinas C e D consideram que não percebem a perda de sacarose pela presença de palha e que, igualmente, não detectam perda de produtividade. É importante destacar que os respondentes das usinas A e B, relataram que a palha não separada da cana-de-açúcar na recepção significa que a cada tonelada de palha que entra no processo de moagem, têm-se uma tonelada a menos de cana-de-açúcar moída.

A partir de um circuito fechado, as usinas realizam o bombeamento da água para a limpeza da cana-de-açúcar, com exceção da usina A, B e C. Isso significa para a usina D mais um equipamento utilizado (bomba), mais gasto de energia elétrica, mais manutenção, mais horas e recursos para controles, manutenção, entre outros.

Buscou-se também investigar quais usinas tem limpeza da cana-de-açúcar a seco, portanto, que não utilizam água para esse fim. As usinas A e B não possuem limpeza a seco, enquanto as usinas C e D possuem essa opção. Essas respostas estão alinhadas com os resultados anteriores, pois se identificou que a usina B não limpa a cana-de-açúcar na recepção, e a usina D limpa a cana-de-açúcar por meio das duas opções, ou seja, limpeza com água e a seco (duas mesas alimentadoras 45°). A usina A respondeu que existe a possibilidade de instalação dos equipamentos para limpeza a seco, e pensa em analisar sua viabilidade econômico-financeira. A usina B não vê a possibilidade desta aplicação. O Quadro 2 apresenta uma síntese para melhor análise dos apontamentos da pesquisa.

#### **Quadro 2.** Apontamento consolidado.



Citação (APA): Gonçalves Filho, M., Delboni, C., Silva, R. G. da, & Campos, F. C. (2020). Viabilidade econômica da limpeza a seco da cana-de-açúcar. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 25-40.

<b>Empresas</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
A empresa tem o procedimento de limpeza da cana no recebimento;	x		x	x
Existe o consumo de água no recebimento;	x			x
A empresa possui o sistema de limpeza a seco;			x	x
A palha separada da cana no recebimento está sendo queimada na caldeira;			x	x
A palha que entrar no processo produtivo "rouba" sacarose da cana;	x	x		
A palha não separada no recebimento contribui para diminuir a produtividade da produção;	x	x		

Algumas informações foram agrupadas para uma comparação entre as usinas pesquisadas e para ser possível uma melhor análise das oportunidades. No Quadro 3 estão consolidados os ganhos comparativos entre ambos os sistemas de limpeza da cana-de-açúcar na recepção, tradicional e a seco.

### **Quadro 3.** Ganhos comparativos e análise das oportunidades.

<b>Limpeza com água</b>	<b>Limpeza a seco</b>
O resíduo pode ser considerado um desperdício;	Reduz o consumo de água em um momento de crise hídrica nacional e mundial;
Gastos com bombeamento das águas para o sistema de limpeza;	Reduz descarte de efluentes que estão impróprios ao meio ambiente, seja nos mananciais ou na irrigação das lavouras;
Alta dependência de recursos naturais;	A economia de água e a eliminação de desperdícios podem reverter em ganhos econômicos;
Ineficiência no aproveitamento dos resíduos para fins energéticos;	Sustentabilidade pela redução dos custos inerentes as melhorias no processo de produção;
Perda de açúcar na limpeza da cana;	A palha é separada na recepção para que possa ser reaproveitada como adubo na agricultura ou queimada na caldeira para gerar energia;
Água descartada no fim da safra. As agroindústrias não encontraram soluções econômicas viáveis e se deposita o material na natureza por grande parte destas empresas.	Não se perde açúcar na limpeza da cana; Melhora a competitividade e produtividade, reduz o desgaste dos equipamentos por não entrar palha no processo (moendas).

Para tanto, é necessária uma análise de viabilidade econômico-financeira dos ajustes, melhorias, implantações, projetos, que envolverão essa temática. Para a implementação encontrou-se na literatura um conjunto de equipamentos disponível no mercado de tecnologia canavieira que contribui para a solução do problema. Esse conjunto de equipamentos é composto de: soprador, esteiras de separação das impurezas e picador. O soprador pode ser



instalado após o descarregamento da cana-de-açúcar (embaixo ou acima) das mesas alimentadoras de 45°. As impurezas (palha, terra, pedra, insetos) por gravidade caem nas esteiras de separação e a palha é transportada até o picador. Após ser picada ela é destinada para queima na caldeira. Assim, executa-se a limpeza a seco e substitui-se o uso da água no sistema tradicional da limpeza da cana-de-açúcar na recepção.

As usinas que vierem a implementar essa limpeza a seco, além de eliminar o uso da água nessa etapa de recepção da cana-de-açúcar, podem assegurar maior produtividade ao processo produtivo, menos desgaste dos equipamentos pela separação da palha da cana-de-açúcar antes de adentrar à segunda etapa, a de moagem. Na sequência, realizou-se o estudo do custo-benefício do projeto para a implementação da melhoria no sistema de recepção da cana-de-açúcar por meio das análises das atividades nas operações.

A partir de dados econômicos oriundos das duas visitas técnicas feitas, partiu-se de um faturamento médio de uma usina, para que se pudessem aplicar as ferramentas de análise da viabilidade econômico-financeira, de forma a facilitar a tomada de decisão frente aos investimentos necessários, para promover as alterações no procedimento de limpeza da cana: de tradicional para seco. Consolidaram-se os resultados para uma projeção de quatro anos, e utilizando-se um dos relatórios de contabilidade apresentado na Tabela 1, apuraram-se os retornos do capital investido com base no Fluxo de Caixa Operacional (FCO).

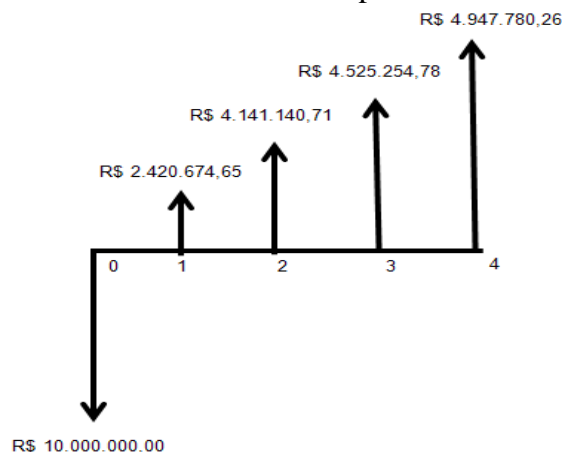
**Tabela 1.** Demonstração de resultado do Exercício (DRE)

Dados dos resultados	2015	2016	2017	2018
<b>Faturamento</b>	<b>R\$ 18,614,315.06</b>	<b>R\$ 20,662,433.50</b>	<b>R\$ 22,728,676.85</b>	<b>R\$ 25,001,544.54</b>
Mão-de-obra (custo fixo)	R\$ 5,380,045.25	R\$ 5,020,045.25	R\$ 5,522,049.78	R\$ 6,074,254.75
Demais custos fixos	R\$ 1,025,330.46	R\$ 975,640.25	R\$ 1,073,204.28	R\$ 1,180,524.70
Depreciação	R\$ 1,000,000.00	R\$ 1,000,000.00	R\$ 1,000,000.00	R\$ 1,000,000.00
Salários Administrativos e comerciais (despesas fixas)	R\$ 830,610.45	R\$ 830,610.45	R\$ 913,671.50	R\$ 1,005,038.64
<b>Total de gastos fixos</b>	<b>R\$ 8,235,986.16</b>	<b>R\$ 7,826,295.95</b>	<b>R\$ 8,508,925.55</b>	<b>R\$ 9,259,818.10</b>
Materiais (custo variável)	R\$ 7,390,473.20	R\$ 7,390,473.20	R\$ 8,129,520.52	R\$ 8,942,472.57
Demais custos variáveis	R\$ 958,320.48	R\$ 958,320.48	R\$ 1,054,152.53	R\$ 1,159,567.78
<b>Total de gastos variáveis</b>	<b>R\$ 8,348,793.68</b>	<b>R\$ 8,348,793.68</b>	<b>R\$ 9,183,673.05</b>	<b>R\$ 10,102,040.35</b>
LAIR	R\$ 2,029,535.22	R\$ 4,487,343.87	R\$ 5,036,078.26	R\$ 5,639,686.08
IR - Imposto de Renda	R\$ 608,860.57	R\$ 1,346,203.16	R\$ 1,510,823.48	R\$ 1,691,905.82
LL - Lucro Líquido	R\$ 1,420,674.65	R\$ 3,141,140.71	R\$ 3,525,254.78	R\$ 3,947,780.26
Depreciação	R\$ 1,000,000.00	R\$ 1,000,000.00	R\$ 1,000,000.00	R\$ 1,000,000.00
Resultado operacional	R\$ 2,420,674.65	R\$ 4,141,140.71	R\$ 4,525,254.78	R\$ 4,947,780.26



O item “demais custos fixos” envolve, principalmente, recursos como, energia elétrica, água, planejamento/projeto, desenvolvimento de produtos, dentre outros. O item relativo aos materiais corresponde ao custo variável, sendo que esses não sofrem redução em função do volume de produção. A depreciação, inicialmente é descontada para que se possa pagar menos Imposto de Renda (IR) e depois ela volta, ou seja, é adicionada ao Lucro Líquido (LL), por se tratar de uma despesa “não caixa” e assim encontrar o Fluxo de Caixa Operacional (FCO) apresentado pelo Gráfico 1. Uma vez encontrado o FCO pode-se aplicar a técnica do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa interna de Retorno (TIR).

**Gráfico 1.** Fluxo de Caixa Operacional – FCO



A usina participante da visita técnica, localizada na cidade de Jaú, informou que os investimentos necessários para a implantação da limpeza a seco (equipamentos e instalação) estão na ordem de 10 milhões de reais e que sua Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é de 1,2% ao mês. Sabendo-se que a DRE apresenta resultados no final do exercício fiscal (anual), foi necessário transformar a TMA mensal em taxa equivalente composta anual, apresentado pela Equação 4. O cálculo do VPL está demonstrado por meio da Equação 5.

**Equação 4:** Taxa equivalente composta

$$\frac{\text{Taxa}_{\text{no min al}} - 1,2}{100} + 1 = 1,012^{12} = (1,15389 - 1) * 100 = 15,389\% \text{ ao ano}$$

**Equação 5:** Cálculo da aplicação do VPL

$$NPV = \left[ \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} \right] - \left[ I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} \right]$$

$$VPL = -10.000.000 + \frac{2.420.674,65}{1,15389} + \frac{4.141.140,71}{1,15389^2} + \frac{4.525.254,78}{1,15389^3} + \frac{4.947.780,26}{1,15389^4}$$

Resultado: VPL = R\$ 944.450,75

A TIR está apresentada pela Equação 6.

**Equação 6:** Cálculo da aplicação da TIR

$$TIR = 10.000.000 \text{ } _{CHS} \text{ } _g \text{ } _{CF0} \text{ } _{2.420.674,65} \text{ } _g \text{ } _{CFj} \text{ } _{4.141.140,71} \text{ } _g \text{ } _{CFj} \text{ } _{4.525.254,78} \text{ } _g \text{ } _{CFj} \text{ } _{4.947.780,26} \text{ } _g \text{ } _{CFj} \text{ } _f \text{ } _{IRR}$$

Resultado da TIR = 19,517%





Assim, a rentabilidade desse investimento equivale a 4,128% ao ano. Se a TIR for maior do que a TMA, se aceita o investimento. No exemplo a TIR é de 19,517% e a TMA de 15,389%, portanto, TIR maior que a TMA se aceita investir no novo empreendimento. O ganho será de 4,128% a.a., que é a diferença da TIR com a TMA. Isso se comprova quando se observa um VPL positivo de R\$ 944.450,75. Logo, a implementação da limpeza a seco é um projeto viável economicamente.

Por fim, registra-se que a produção brasileira de cana-de-açúcar é superior a 650 milhões de toneladas por ano e, para o seu processamento, as usinas utilizam intensivamente a água na recepção para a limpeza desta matéria prima.

Nesse sentido, a gestão das empresas agroindustriais, por meio de intervenções nos sistemas produtivos e da sua viabilidade econômica e financeira, pode despertar para a substituição desse procedimento de limpeza tradicional pelo a seco. Assim, eliminar o uso da água tornando o negócio mais sustentável pelo que foi exposto ao longo desta narrativa da aplicação da dos conceitos da área da Engenharia de Produção na recepção da cana-de-açúcar pela usina sucroenergética.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de casos realizado em quatro usinas permitiu alargar o conjunto de informações e favorecer uma análise mais aprofundada sobre a problemática foco desta pesquisa. Com a limpeza a seco praticamente se eliminam as impurezas no processo produtivo e se elimina a água utilizada nessa etapa e reduz-se o volume de água utilizado no processo como um todo. Na aplicação desenvolvida como proposta gera-se os detalhes para que as usinas implementem o sistema de limpeza a seco.

Em relação à palha, picada e separada para a queima, nesse conjunto de equipamentos para limpeza a seco, cria-se uma oportunidade de gerar mais energia e melhorar a produtividade, pois para cada tonelada de palha que entra no processo de moagem tem-se uma tonelada a menos de cana-de-açúcar moída. Além disso, há indícios de que se pode melhorar a eficiência energética devido à palha estar seca e picada, pronta para queima na caldeira. Quanto aos investimentos e viabilidade econômica da proposta: o conjunto de equipamentos para limpeza a seco pode ser adquirida de soluções disponíveis no mercado de tecnologia canavieira. A aplicação da proposta ilustrou uma memória de cálculo para o investimento resultando, nessa análise, em um montante de R\$ 10 milhões. Em síntese, os resultados dos investimentos necessários para limpeza a seco são positivos e está na ordem de 4,128% ao ano, ou seja, tem-se uma taxa positiva após a TIR ter sido deduzida do ganho da aplicação financeira nos moldes vigentes pela TMA.

Por esse levantamento feito e pela proposta de aplicação ilustrada, as questões relativas à sustentabilidade foram trabalhadas porque há potencial de *ganho ambiental* pela substituição da limpeza tradicional (com água, sem separação da palha) pela limpeza a seco (sem água, com separação da palha); de *ganho econômico*, em razão do VPL positivo; de *ganho social*, pela redução da utilização de captação de rios e mananciais, pelo aumento do uso geração de energia limpa pela queima eficiente da palha separada, trazendo resultados relevantes numa época de escassez de recursos hídricos e combate a todas as formas de poluição.



## AGRADECIMENTO

Este trabalho foi realizado com o apoio da Educação e Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior - CAPES - Brasil.

## REFERÊNCIAS

- Alcoolbras. Disponível em: <http://www.revistaalcoolbras.com.br>. Acesso em: 02/10/2014.
- Assaf Neto, A. (2007). *Finanças corporativas e valor*. 3. ed. São Paulo: Atlas.
- Brigham, E., & Ehrhardt, M.C. (2012). *Administração financeira: teoria e prática*. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning.
- Capes, Periódicos. Disponível em: <http://periodicos.capes.gov.br/ez100.periodicos.capes.gov.br/index.php>. Acesso em 27/05/2014.
- Cervo, A. L., & Bervian, P. A., (1996). *Metodologia científica* – 4ª ed. – São Paulo: Makron Books.
- Cortez, L., & Magalhães, P. (1992). Principais subprodutos da agroindústria canvieira e sua valorização. *Revista Brasileira de Energia*, 2(2).
- Cruz, C., & Ribeiro, U. (2004). *Metodologia Científica: Teoria e prática*. Rio de Janeiro: Axcel Books.
- CTC - Centro de tecnologia canvieira. Disponível em: <http://www.ctcanavieira.com.br>. Acesso em: 02/10/2014.
- Dedini. Disponível em: [http://www.codistil.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14&Itemid=23&lang=pt](http://www.codistil.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=23&lang=pt). Acesso em 02/02/2015.
- Elia Neto, A, & Shintaku. (2009). *Usos e reusos de água e geração de efluentes. Manual de Conservação e reuso de água na Agroindústria Sucroenergética*. Agência Nacional de Águas; Federação das Indústrias do estado de São Paulo; União da Indústria da cana de açúcar; Centro de Tecnologia Canavieira. Cap. 5, p. 69 – 176. Brasília.
- Frezatti, F. (2008). *Gestão da viabilidade econômico-financeira dos projetos de investimento*. São Paulo: Atlas.
- Georges, M. R. R. (2010). Modelagem dos processos de negócio e especificação de um sistema de controle da produção na indústria de auto-adesivos. *JISTEM Journal of Information Systems Technology Management*, 7(3).
- Gil, A. C. (2009). *Como elaborar projeto de pesquisa*. São Paulo: Editora Atlas.
- Gil, A.C. (2011). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Editora Atlas.
- Gonçalves Filho, M. (2016). *Aplicação de princípios e ferramentas do Lean Manufacturing na recepção da cana-de-açúcar em usina sucroenergética*. Editora Equilíbrio, 1ª edição.
- Groppelli, A. (2009). *Administração financeira*. São Paulo. Saraiva.
- Günther, H. (2006). Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão? *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 22(2), 201-210.
- Henriques Z. S., Sacomano Neto M., Camargo S. H. R. V., Giuliani A. C., & Farah O. L. (2012). Estratégias de inovação das empresas metalúrgicas no setor sucroalcooleiro de Piracicaba. *NMR* - (2), 92-111. Recuperado de <http://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79112>
- IEA. *Informações Estatísticas da Agricultura*. Anuário IEA.



Citação (APA): Gonçalves Filho, M., Delboni, C., Silva, R. G. da, & Campos, F. C. (2020). Viabilidade econômica da limpeza a seco da cana-de-açúcar. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 25-40.

Martins, R. A. (2010). *Abordagens quantitativa e qualitativa: metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Paulo Augusto Cauchick Miguel (organizador). Rio de Janeiro, Campus/Elsevier, cap. 3, p. 45-61.

Martins, R. S., Rebechi D., Prati C. A., & Conte H. (2005). Decisões estratégicas na logística do agronegócio: compensação de custos transporte-armazenagem para a soja no Estado do Paraná. *Revista de Administração Contemporânea, Curitiba*, 9(1).

Miguel, P. A. C. (2007). Estudo de caso na engenharia de produção: Estruturação e recomendações para sua condução. *Production*, 17(1), 216-229.

Moraes M. F., Bastos G. Q., Anunciação Filho, C. J., Melo L. J. O. T., & Reis O. V. (2010). Agroindustrial evaluation and genetic parameters of sugarcane progenies at the initial phase in a sugarcane plantation zone of north coast of Pernambuco. *Ciênc. agrotec., vol.34*(5). <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000500002>

Omena, S. P. F., Callado, N. H., Pedrosa, V. A., Pimentel, I. M. C., Menezes, A. C., Torquato Jr., H., Lopes, J.C., & Silva, J.B. (2004). *Melhoria da qualidade ambiental, por meio da recirculação de água de limpeza da cana na indústria sucro-alcooleira*. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.

Piacente F. J. (2005). *Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental: o caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Instituto de Economia. Programa de pós-graduação em desenvolvimento econômico.

Prodanov C. C., & Freitas E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa – 2ª edição*, Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul – ASPEUR Universidade Feevale.

Qualis Capes. *Classificação dos periódicos*. Disponível em: <http://qualis.capes.gov.br/webqualis/principal.seam>. Acesso em 27/05/2014.

Rodrigues A. M., Rebelato M. G., Paixão R. B. S., & Zeviani C. H. (2014). Gestão ambiental no setor sucroenergético: uma análise comparativa. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP. *Revista Produção Online*, 14(4), 1481-1510.

Samanez, C. P. (2002). *Matemática financeira: aplicações à análise de investimentos*. São Paulo: Prentice Hall.

SBA. *Açúcar, Álcool e Subprodutos*; 13º Seminário Brasileiro Agroindustrial; STAB. CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, Ribeirão Preto, out 2012. Suleiman Hassuani, Disponível em: [http://www.stab.org.br/13\\_sba\\_palestras/06\\_STAB\\_2012\\_Suleiman.pdf](http://www.stab.org.br/13_sba_palestras/06_STAB_2012_Suleiman.pdf). Acesso em 30/12/2014.

Schein, E. H. (1999). *Corporate Culture Survival Guide*, San Francisco: Jossey-Bass.

Stab – *Açúcar, Álcool e Subprodutos*. Disponível em: [http://www.stab.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=32&Itemid=44](http://www.stab.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=44). Acesso em: 02/10/2014

Unica. Disponível em: <http://www.unica.com.br/unica>. Acesso em 29/09/2014.

Versteg, S., Theis, V., & Schreiber, D. (2017). Contabilidade de custos na gestão de projetos de construção de longo prazo. GEPROS. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, p. 288-312. Doi: 10.15675/gepros.v12i3.1725

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1998). *Lean Thinking: Banish Waste and Create the Wealth in Your Corporation*. New York: Simon and Schuster, p.165-208.

