Journal of Management & Technology, vol. 24, núm. 1, 2024, pp. 215-237.

Relação custo-lucro e produtividade nas práticas culturais da cana-de-açúcar.

Rodrigues de Amorim, Fernando, Del Giorgio Solfa, Federico y Ramos Queiroz, Timoteo.

Cita:

Rodrigues de Amorim, Fernando, Del Giorgio Solfa, Federico y Ramos Queiroz, Timoteo (2024). *Relação custo-lucro e produtividade nas práticas culturais da cana-de-açúcar. Journal of Management & Technology, 24 (1), 215-237.*

Dirección estable: https://www.aacademica.org/del.giorgio.solfa/596

ARK: https://n2t.net/ark:/13683/pa9s/OKm

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto*. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: https://www.aacademica.org.*

Journal of Management & Technology
e-ISSN: 2177-6652

RELAÇÃO CUSTO-LUCRO E PRODUTIVIDADE NAS PRÁTICAS CULTURAIS DA CANA-DE-AÇÚCAR

COST-PROFIT RELATIONSHIP IN CULTURAL PRACTICES AT SUGARCANE

RELACIÓN COSTO-BENEFICIO EN LAS PRÁCTICAS CULTURALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Cited as:
Amorim, Fernando R. de; Del Giorgio Solfa, Federico & Queiroz, Timoteo R. (2024). Relação custo-lucro e produtividade nas práticas culturais da cana-de-açúcar. Revista Gestão & Tecnologia. Journal of Management and Technology. v 24, nº 1. p .215-237.

Fernando Rodrigues de Amorim
Graduado em Administração; Pós-Doutorado em Agronegócio e desenvolvimento UNESP - Tupã.
http://orcid.org/0000-0003-1618-6316

Federico Del Giorgio Solfa
Profesor de Posgrado (Escuela de Negocios y Administración Pública), Universidad de Buenos Aires-Argentina
http://orcid.org/0000-0002-0962-531X

Timoteo Ramos Queiroz
Professor Associado (Faculdade de Ciências e Engenharia) UNESP - Tupã.
http://orcid.org/ 0000-0001-9327-4462

Editor Científico: José Edson Lara
Organização Comitê Científico
Double Blind Review pelo SEER/OJS
Recebido em 12/04/2022
Aprovado em 29/01/2024

This work is licensed under a Creative Commons Attribution – Non-Commercial 3.0 Brazil

RESUMO
Objetivo do estudo: Analisar os custos e lucros da produção de cana-de-açúcar referente às práticas culturais de fornecedores de cana-de-açúcar.
Metodologia/abordagem: Este estudo se posiciona neste *gap* ao analisar comparativamente 6 tipos de práticas culturais: desenleiramento, enleiramento, aplicação de corretivos, herbicidas, inseticidas e fertilizantes, com a opção de dois sistemas Taxa fixa (TF) e Taxa Variável (TV).
Originalidade/Relevância: O Brasil é referência mundial na produção de cana-de-açúcar, sendo que o Estado de São Paulo é o maior produtor brasileiro. No entanto, para os fornecedores de cana-de-açúcar se manter nessa atividade há necessidade de reduzir os custos de produção e aumentar a lucratividade/ha. Todavia, há um *gap* teórico-prático na avaliação financeira (custos e lucros) de diferentes práticas culturais inerentes a produção de cana-de-açúcar.
Principais resultados: Os resultados demonstraram que os custos com as práticas culturais representam mais de 30% sobre os custos totais de produção da cana-de-açúcar. O sistema TF mostrou-se mais eficiente em custos, nas seguintes operações: corretivos, herbicidas e inseticidas. Já na aplicação de fertilizantes, o sistema de TV, na modalidade a lanço, teve o melhor resultado. Por fim, o lucro/tonelada foi R$ 1,70 demonstrando uma margem de lucro/ha muito baixo frente ao risco da atividade.
Contribuições teóricas/metodológicas: A amostra desta pesquisa compreendeu com 55 fornecedores de cana-de-açúcar, do Estado de São Paulo, cujos dados foram alcançados por meio de *survey*. A análise comparativa pautou-se na diferença de custos das práticas culturais e da estimativa do nível de certeza (lucro/custos), analisadas por meio da frequência acumulativa realizada através da Simulação de Monte Carlo (SMC).

Palavras-chaves: Simulação de Monte Carlo. Sistema de Taxa Fixa. Sistema de Taxa Variável.

ABSTRACT
Objective of the study: The objective of this work is to analyze the costs and profits of sugarcane production related to the cultural practices of sugarcane suppliers.
Methodology / approach: This study is positioned in this gap when comparatively analyzing 6 types of cultural practices: delineation, swathing, application of corrective, herbicides, insecticides, and fertilizers, with the option of two systems Fixed Rate (TF) and Variable Rate (TV).
Originality / Relevance: Brazil is a world reference in the production of sugarcane, and the State of São Paulo is the largest Brazilian producer. However, for sugarcane suppliers to remain in this activity, there is a need to reduce production costs and increase profitability/ha. However, there is a theoretical-practical gap in the financial evaluation (costs and profits) of different cultural practices inherent to the production of sugarcane.
Main results: The results showed that the costs with cultural practices represent more than 30% of the total costs of sugar cane production. The TF system proved to be more cost-efficient, in the following operations: corrective, herbicides, and insecticides. In the application of fertilizers, the TV system, in the stretch mode, had the best result. Finally, profit/ton was R$ 1.70, showing a very low profit/ha margin because of the risk of the activity.
Theoretical / methodological contributions: The sample of this research comprised 55 sugar cane suppliers, from the State of São Paulo, whose data were obtained through a survey. The

comparative analysis was based on the difference in costs of cultural practices and the estimate of the level of certainty (profit/costs), analyzed through the cumulative frequency performed through the Monte Carlo Simulation (SMC).

Keywords: Monte Carlo Simulation. Fixed-Rate System. Variable Rate System.

RESUMEN
Objetivo del estudio: Analizar los costos y beneficios de la producción de caña de azúcar en referencia a las prácticas culturales de los proveedores de caña de azúcar.
Metodología / enfoque: Este estudio se posiciona en esa brecha al analizar comparativamente 6 tipos de prácticas culturales: deshilachado, hilado, aplicación de mejoras, herbicidas, insecticidas y fertilizantes, con la opción de dos sistemas de tasa fija (TF) y tasa variable (TV).
Originalidad / Relevancia: Brasil es referencia mundial en la producción de caña de azúcar, y el Estado de São Paulo es el mayor productor brasileño. Sin embargo, para que los proveedores de caña de azúcar mantengan esta actividad, es necesario reducir los costos de producción y aumentar la rentabilidad/por hectárea. Sin embargo, existe un vacío teórico-práctico en la evaluación financiera (costos y beneficios) de las diferentes prácticas culturales inherentes a la producción de caña de azúcar.
Principales resultados: Los resultados mostraron que los costos de las prácticas culturales representan más del 30% de los costos totales de producción de caña de azúcar. El sistema TF demostró ser más rentable en las siguientes operaciones: correctivos, herbicidas e insecticidas. En cuanto a la aplicación de fertilizantes, el sistema TV, en la modalidad de transmisión, tuvo el mejor resultado. Finalmente, la ganancia/tonelada fue de R$ 1,70, demostrando un margen de ganancia/ha muy bajo en relación al riesgo de la actividad.
Aportes teóricos / metodológicos: La muestra de esta investigación estuvo compuesta por 55 proveedores de caña de azúcar en el Estado de São Paulo, cuyos datos fueron obtenidos a través de una encuesta. El análisis comparativo se basó en la diferencia de costos de las prácticas culturales y la estimación del nivel de certeza (beneficio/costos), analizados a través de la frecuencia acumulada realizada a través de la Simulación Monte Carlo (SMC).

Palabras clave: Simulación Monte Carlo. Sistema de Cuota Fija. Sistema de Tasa Variable.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é referência em produzir cana-de-açúcar e, consequentemente nos seus subprodutos: etanol, açúcar e cogeração de energia elétrica UNICA (2020) e o destaque na produção de cana-de-açúcar nesse país é o Estado é São Paulo, responsável por mais de 50% da produção de cana-de-açúcar no Brasil (UDOP, 2021).

Por outro lado, a baixa remuneração do setor nos últimos e o aumento nos custos de produção está afetando o investimento nos canaviais (Zambianco & Rebellato, 2019; Amorim *et al*., 2019; Pereira, 2017; Rossi & Fernandes, 2020; De Amorim *et al*., 2020).

Corroborando com a frase supracitada, Rossi e Fernandes (2020) avaliaram os custos de produção por hectare da cana-de-açúcar entre a safra 2017/18 e a safra 2010/11. Segundo os autores, houve um aumento percentual de 67% com fertilizantes; 103% inseticidas e 226% herbicidas.

Nesse sentido, para que a atividade em produzir cana-de-açúcar seja financeiramente viável, surge à necessidade de estudos acerca da redução dos custos Amorim *et al*. (2019); Zambianco e Rebellato, (2019), Rossi e Fernandes, (2020), Pereira e Tavares (2017); Pereira (2017); De Amorim *et al*. (2020), pois nas práticas culturais, os gastos nessa etapa do canavial representam valores superiores a 19% sobre os custos totais de produção (CNA, 2017). Entretanto, em dados mais recentes, segundo a SOCICANA (2021), os custos nessa etapa de produção representam aproximadamente 17%.

Dentre os principais custos dessa etapa de produção, destacam-se: a aplicação de fertilizantes, mencionado por Amorim *et al*. (2019) e Pereira (2017) Pereira e Tavares (2017), Rossi e Fernandes (2020), De Amorim *et al*. (2020). Segundo a CNA (2017), o custo com fertilizantes representa aproximadamente 40% do custo total das práticas culturais.

Outros custos também são significativos como: a aplicação de herbicidas, utilizado para o controle de plantas daninhas, Barcellos Júnior *et al*. (2017) e a aplicação de inseticida para o controle da broca da cana-de-açúcar Diatraea sccharalis e do Sphenophorus LeLis (Dinardo-Miranda, 2012).

Segundo Nacif, Loureiro e Castoldi, (2019) e De Amorim *et al*. (2020) mencionaram que há características peculiares nos sistemas de produção da cana-de-açúcar que podem resultar em redução de custos e, uma maior rentabilidade econômica. Uma das peculiaridades do setor é a utilização do sistema de (TV) que pode resultar em redução de custo e aumento de produtividade afirmado por (Demattê *et al*., 2014; De Amorim *et al*., 2020). Amorim *et al*. (2019) ressaltam que o sistema de TV é fundamental para que o setor do agronegócio continue a crescer e a bater recordes de produção.

Todavia, a lacuna que este trabalho encontrou foi em constatar que não houve trabalhos que avaliassem em conjuntamente os custos de produção das práticas culturais levando em consideração o lucro por hectare/tonelada e o risco. Os trabalhos pesquisados foram: (Amorim *et al*., 2019; Resende & Richarson, 2017; Osaki *et al*., 2019; De Amorim *et al*., 2020; Nacif, Loureiro, & Castoldi, 2019; Demattê *et al.*, 2014; Pereira, 2017; Pereira &Tavares, 2017; Rossi & Fernandes 2020; e Zambianco & Rebellato (2019). Nesse sentido De Amorim *et al*. (2020) afirmaram que nem sempre um aumento nos custos do preparo de solo e no plantio da cana-de-açúcar não será sinônimo de aumento de produtividade e, consequentemente lucro.

Neste aspecto, essas evidências justificam a necessidade de repensar estratégias para redução de custos de produção e, consequentemente aumento na rentabilidade com a atividade supracitada. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar os custos e lucros da produção de cana-de-açúcar referente às práticas culturais de fornecedores de cana-de-açúcar.

2 CONTEXTO DO SETOR SUCROENERGÉTICO

A cana-de-açúcar tem sido um dos produtos agrícolas mais importantes do Brasil, desde os tempos coloniais Shikida (2014). Derivado da cana, o açúcar representou a primeira grande riqueza agrícola e industrial do Brasil e, durante muito tempo, foi a base da economia brasileira.

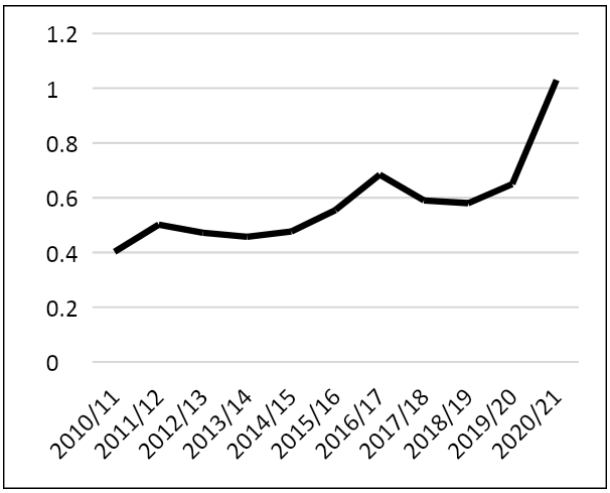
Atualmente, a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil, tem ampliado suas dimensões e seu domínio sobre seu território, com expectativas de crescimento sem precedentes da produção tanto de açúcar como de etanol e energia (Wissmann & Shikida, 2017).

Embora comumente a literatura se refira aos três principais produtos (açúcar, álcool e energia), é importante frisar que a agroindústria de cana-de-açúcar produz uma gama crescente de outros subprodutos de uso final e matérias-primas intermediárias. Muitos desses subprodutos são destinados às indústrias, atacado e varejo, como indústrias de suco de laranja e de ração animal e, as usinas utilizam os resíduos, como vinhaça e vinhoto, como biofertilizantes (Neves & Conejero, 2010; Wissman & Shikida, 2017).

Dados da CONAB (2021) apontam que em 2020, área com cana-de-açúcar no Brasil era de 8.616 milhões de hectares, já em 2021, houve um decréscimo de (2,2%) 8,422 milhões de hectares. Grande parte dessa redução, deve-se ao longo período de estiagem e geadas ocorridas

na região Centro-Sul do Brasil e, também os preços elevados dos grãos, como soja e o amendoim, o que impulsiona os produtores a renovar seus canaviais.

Por outro lado, segundo a União Nacional da Bioenergia (UDOP, 2021) se o clima está desfavorável a quebra de produção vêm impulsionando o preço do Açúcar Total Recuperado (ATR), como observa-se na Figura 1a e tendência do preço nos próximos 12 meses, conforme indica 1b, a seguir.



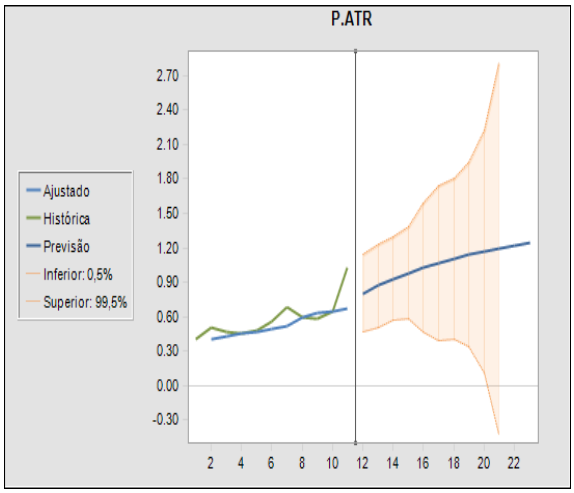
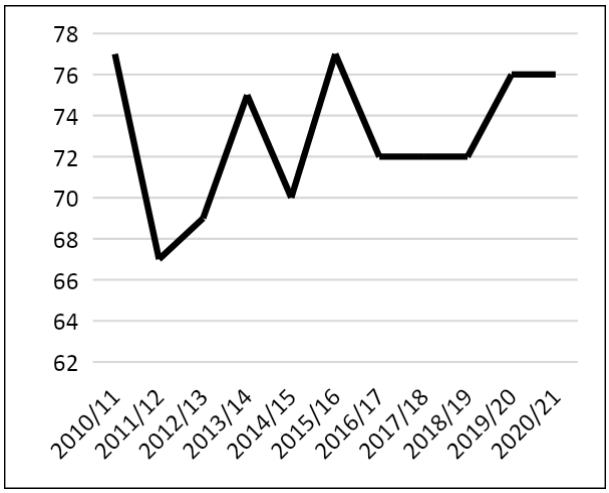


Figura 1a. Preço do ATR entre 2010 e 2020
Figura 1b. Tendência do preço do ATR entre 2010 e 2020
Fonte: elaborado pelos autores a partir da UDOP (2021).

O comparativo do valor do fechamento do ATR entre de 2010/11 R$ 0.4022 e 2020/21 e 2020 R$ 0.6387 mostra uma evolução de 156%. Já a tendência do preço nos próximos 12 meses realizado por meio do software Oracle Crystal Ball indica um preço de R$ 1.20 para o fechamento da safra 2021/22 que ocorrerá um abril de 2022. Nesse Caso, o ATR é responsável pelo preço por tonelada de cana-de-açúcar que tem como medida, os preços médios do açúcar e do etanol.

A produção para a safra 2022/23, segundo a UDOP, (2021) deverá ser de 560 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, um aumento de 8.5% em relação à safra passada. A maior destinação deverá ser para o etanol, uma vez que, os preços do açúcar estão em queda no mercado futuro. No entanto, a Figura 2a indica uma estagnação na produção de cana-de-açúcar por hectare/ha entre 2010/11 e 2020/2. Já a Figura 2b evidência uma leve tendência de queda para os próximos 12 meses, ou seja, para a safra 2021/22.



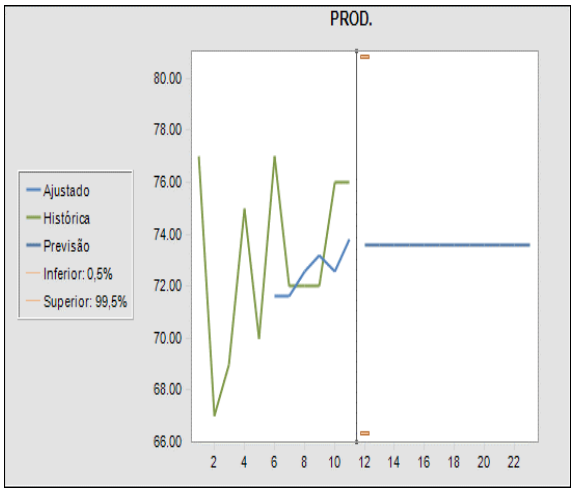
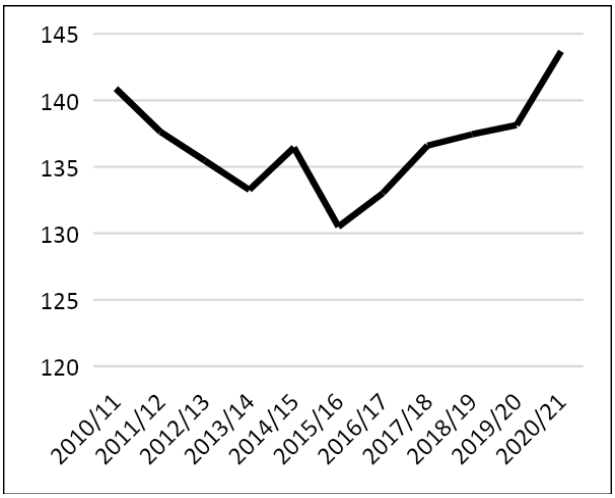


Figura 2a. Produtividade/ha de cana-de-açúcar entre 2010 e 2020
Figura 2b. Tendência da produtividade/ha de cana-de-açúcar entre 2010 e 2020
Fonte: elaborado pelos autores a partir da UDOP (2021).

A Figura 3a mostra que a qualidade do ATR por hectare entre 2010/11 e 2020/21 houve um aumento de ATR de aproximadamente 2% nesse período. Já a tendência da qualidade do ATR evidenciada pela Figura 3b para a próxima safra 2021/22 é de um ATR de aproximadamente 136 kg/tonelada de cana-de-açúcar. Nesse caso, a seca e a geada que ocorreu no ano de 2021 na região Centro-Sul do Brasil é um dos grandes motivos dessa queda do ATR conforme supracitado anteriormente.



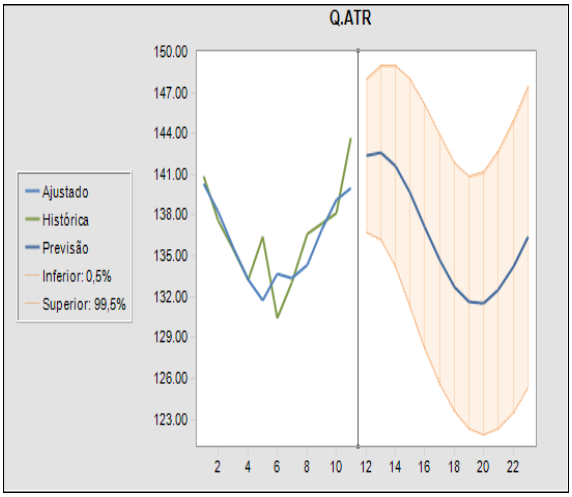


Figura 3a. Preço da qualidade do ATR entre 2010 e 2020
Figura 3b. Tendência da qualidade do ATR entre 2010 e 2020
Fonte: elaborado pelos autores a partir da (UDOP, 2021).

3 METODOLOGIA

Este trabalho se caracteriza como um estudo exploratório de caráter quantitativo, pois busca analisar os custos e lucros do sistema produtivo da cana-de-açúcar. Essa pesquisa foi realizada junto a fornecedores de cana-de-açúcar, localizado no estado de São Paulo, Brasil.

Dessa forma, o recorte geográfico se baseou na representatividade do Estado na produção de cana-de-açúcar no Brasil, 55% de toda a produção, de acordo com o percentual da safra 2019/20 (UNICA, 2020).

A organização e a tabulação dos dados procederam em planilha Excel, sendo considerado o valor monetário REAL (R$), moeda brasileira, utilizando análises estatísticas e análises financeiras (custos e lucros). Neste caso, Andrade *et al*. (2012) caracteriza-se como custos, todos os gastos que têm relação direta ou indireta com o sistema de produção de cana-de-açúcar. Por outro lado, lucro é obtido entre a diferença da receita bruta e dos custos. Este contexto demonstra a relevância desse estudo, pois procurou explorar dados primários do setor sucroalcooleiro.

4 COLETA DE DADOS

Em relação à coleta de dados, foi adotado um questionário estruturado aplicado a fornecedores de cana-de-açúcar. A amostragem selecionou 55 fornecedores de cana de várias cidades do estado de São Paulo.

Esses fornecedores, em grande maioria, pertencem a duas associações. Associação dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo (CANAOESTE), o qual abrange as cidades de Barretos, Bebedouro, Cravinhos, Descalvado, Ituverava, Morro Agudo, Pitangueiras, Pontal, Serrana, Sertãozinho, Severínia e Viradouro e a Associação dos fornecedores de Cana de Guariba (SOCICANA) atuando em um raio de 100 km da mesma. As cidades de atuação são: Guariba, Jaboticabal, Luiz Antônio, Pradópolis, Pitangueiras, Cravinhos, Colina, Taiuva, Taiaçu, Vista Alegre do Alto, Taquaritinga, Córrego Rico, Monte Alto, Fernando Prestes)

De acordo com Orplana (2010), os fornecedores da região Centro-Sul do Brasil são em torno de 18 mil. Dessa forma, a amostragem utilizou uma abordagem intencional com

fornecedores independentes e acima de 12 hectares (ha) para uma amostra finita e intervalo de confiança < 10% e limite inferior de confiança de 0,03%.

Esses entrevistados responderam perguntas por meio de um questionário estruturado com 12 perguntas, entre janeiro de 2020 a abril do mesmo ano. As perguntas eram relacionadas a custos com: (mão de obra, mecanização e insumos), em relação ao tipo do sistema de operação realizado nem suas propriedades: enleiramento, desenleiramento, aplicação de inseticida e herbicida, aplicação de fertilizantes, produtividade; e Açúcar Total Recuperado (ATR).

A tabela 1, a seguir, evidencia a descrição das atividades realizadas nas práticas culturais, no sistema de produção da cana-de-açúcar utilizadas pelos fornecedores e que foram abordadas com os mesmos no questionário estruturado.

Tabela 1
Descrição dos sistemas operacionais utilizados por fornecedores de cana-de-açúcar

Abreviação	Sistema Operacional
TF	**Taxa Fixa:** Aplicação uniforme de fertilizantes a agroquímicos em área total.
TV	**Taxa Variável:** Aplicação de fertilizantes e agroquímicos por zona de manejo.
ACTF	**Aplicação de corretivos com Taxa fixa:** Utilizando máquinas (tratores, carregadeiras, implementos e caminhões). Aplicação de calcário e gesso com taxa fixa para controle de pH e acidez do solo.
ACTV	**Aplicação dos Corretivos com Taxa Variável:** Uso de maquinários (tratores, carregadeiras, implementos e caminhões). Aplicação de calcário e gesso para o controlo de PH e acidez no terreno.
HERBTF	**Aplicação de herbicida com Taxa Fixa:** Utilização de maquinários (tratores, implementos e caminhões). Aplicação de herbicida para o controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar.
HERBTV	**Aplicação de herbicida com Taxa Variável:** Utilização de maquinários (tratores, implementos e caminhões). Aplicação de herbicida para o controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar.
ENLEIRAMENTO	**Enleiramento de palha de cana-de-açúcar:** Utilização de maquinários (tratores, implementos). É a retirada total da palha da cana.
DESENLEIRAMENTO	**Desenleiramento da palha da cana-de-açúcar:** Utilização de maquinários (tratores, implementos). É a retirada total da palha do canavial para a entre-linha.
INSETF	**Aplicação de inseticida com Taxa Fixa:** Utilização de máquinas (tratores, implementos e caminhões) Aplicação de inseticida para o controle de brocas, *Diatraea saccharalis, Sphenophorus levis*, em cana-de-açúcar.
INSETV	**Aplicação de inseticida com Taxa Variável:** Utilizando máquinas (tratores, implementos e caminhões). Aplicação de inseticida para o controle de brocas, *Diatraea saccharalis, Sphenophorus levis*, em cana-de-açúcar.

TOTF	**Aplicação de fertilizantes com sistema de tripla operação com Taxa Fixa**: Utilização de maquinários (tratores, implementos).
TOTV	**Aplicação de fertilizantes com sistema de tripla operação com Taxa Variável:** Utilização de maquinários (tratores, implementos.
LANÇOTF	**Aplicação de fertilizantes com o sistema de Taxa Fixa (sem incorporar os fertilizantes):** Utilização de maquinários (tratores, implementos).
LANÇOVR	**Aplicação de fertilizantes com o sistema de Taxa Variável (sem incorporar os fertilizantes):** Utilização de maquinários (tratores, implementos).
ATR	**Indicador que mede a qualidade do Açúcar**
PRODUTIVIDADE	**Indicador que mede a produção por hectare de cana-de-açúcar**

A elaboração desse questionário baseou-se em dados secundários da literatura SOCICANA (2021) e teve a validação por 11 especialistas do setor sucroenergético, realizado por meio da Técnica Delphi. Esses especialistas foram: supervisores e gerente agrícolas de usinas de cana-de-açúcar, fornecedores de cana-de-açúcar e acadêmicos. Esses especialistas foram abordados por e-mail e, posteriormente a aprovação/ajuste do questionário foram enviados aos fornecedores.

Todos os participantes receberam um Termo de Livre Consentimento e Esclarecido, o qual foi elaborado com base da resolução nº 466/2012, do Ministério da Saúde, sob orientação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista – UNESP nº 3.752.596, CAEE 26104619.7 .0000.5402

5 ANÁLISE DOS DADOS

Para analisar o nível de probabilidade dos custos e lucros por meio da frequência acumulativa, foi utilizada a Simulação de Monte Carlo (SMC), versão gratuita, do software Oracle Crystal Ball, extensão do Excel, com o intuito de proporcionar análises de projeções por meio de uma abordagem estocástica. A SMC foi utilizada por diversos autores em estudos sobre produção da cana-de-açúcar (Amorim *et al*., 2019; Resende & Richarson, 2017; Osaki *et al*., 2019)

A SMC consiste em um método numérico que utiliza números aleatórios para solucionar problemas matemáticos para os quais uma solução analítica não é conhecida (Silva *et al*., 2019).

Amorim *et al*. (2019) e Silva *et al*. (2019) mencionaram que a SMC é utilizada nas análises de risco. Essa SMC é realizada através de modelos capazes de gerar possíveis resultados por meio de uma faixa de valores, na forma de uma distribuição de probabilidade, em que se tenha incerteza inerente. Nesse caso, os valores utilizados nos intervalos inferiores e superiores desse trabalho para identificar o nível de probabilidade dos custos e lucros foi o valor do desvio padrão mencionados na análise descritiva da SMC.

As variáveis de entrada que deram suporte à simulação são denominadas pelo Crystal Ball por 'Pressupostos'. Todos os pressupostos foram realizados através da distribuição normal. O motivo da escolha desse modelo é em razão da baixa dispersão dos valores apresentados na análise descritiva da SMC. Dessa forma, simula-se os valores possíveis para a variável de interesse e, em seguida, obtém-se o resultado médio do processo por meio da seguinte forma:

$$a_m = \frac{1}{r}\sum_{i=1}^{n} x_i, \qquad (1)$$

$$a_m = \frac{1}{r}\sum_{i=1} x_i,$$

Onde a_m é o resultado médio da SMC para a variável de interesse *a, x* consiste no resultado individual de cada iteração simulada e n é o número de simulações (iterações).

No presente artigo foram realizadas 50.000 iterações, valor máximo de iterações que o software disponibiliza o que, acredita-se, ser um valor relevante para o problema de interesse. Valores idênticos foram utilizados no trabalho de (Amorim *et al*., 2019 e Resende & Richarson, 2017; Osaki *et al*., 2019).

Os custos por tonelada de cana do sistema das práticas culturais foram realizados utilizando a equação:

$$CPTPC = (CTPC \div PROD.) \qquad (2)$$

Onde:

CPTCP= Custo por tonelada de cana-de-açúcar das práticas culturais;

CTPS= Custo total das práticas culturais/ha;

PROD.= Produtividade.

A receita por tonelada de cana-de-açúcar foi realizada a partir da equação:

(3)

$$R/Ton. = (P.ATR \times Q.ATR)$$

Onde:

R/TON.= Receita por tonelada da cana-de-açúcar;

P.ATR – Preço do Açúcar Total Recuperado da cana-de-açúcar/tonelada;

Q. ATR.= Qualidade do Açúcar Total Recuperado da cana-de-açúcar/tonelada;

O valor do ATR considerado foi 0,6579. Valor este referente à safra 2019/2020 (UDOP, 2021) (dados secundários). A qualidade do ATR foi de acordo com a coleta de dados 135.4kg/tonelada.

A receita/ha das práticas culturais foi realizada a partir da equação:

$$R/ha. = (P.ATR \times Q.ATR \times PROD) \quad (4)$$

Onde:

R/ha. = Receita por hectare da cana-de-açúcar;

P.ATR – Preço do Açúcar Total Recuperado da cana-de-açúcar/tonelada;

Q. ATR.= Qualidade do Açúcar Total Recuperado da cana-de-açúcar/tonelada;

PROD= Produtividade por hectare.

O valor da produtividade foi utilizado os valores mencionados pelos fornecedores e usinas na coleta de dados (dados primários).

O lucro por ciclo da cana-de-açúcar foi realizado a partir da equação (4), multiplicando por cinco (5). Este número corresponde ao ciclo do canavial. Alguns autores mencionam que o ciclo do canavial se estende por cinco (5) cortes (Amorim *et al*. 2019; Zambianco & Rebellato, 2019). O custo total do canavial foi realizado a parte da equação 6, a seguir.

$$CT/ciclo = \sum (CPSP + CPC + CCCT) \quad (5)$$

Onde:

CT/ha= Custo total/ha;

CPSM= Custo do preparo de solo e do plantio: dados secundários: R$ 7.008,00/ha (SOCICANA, 2021);

CTC= Custo práticas culturais

CCCT= Custo do Corte, Carregamento e Transporte: R$ 41,20/tonelada *5.

Os CCCT variaram de acordo com a produtividade média mencionada por cada grupo ao longo do ciclo (5 cortes). Os valores por tonelada foram fixo para uma distância média de 25 km entre as propriedades rurais á usinas (SOCICANA, 2021).

O lucro/hectare (L/ha) é evidenciado na equação 6, a seguir.

$$L/ha = (CT/ciclo. \div PROD/ciclo.) \tag{6}$$

O lucro/tonelada é demonstrado na equação 8, a seguir:

$$L/ton. = (R/Ton. - C.Ton.) \tag{7}$$

L/ton.= Lucro/tonelada de cana-de-açúcar;

R/Ton.=Receita/tonelada;

C.Ton.= Custo/tonelada.

6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística descritiva foi realizada por meio do software supracitado. Os valores analisados foram: (valor médio, nível de certeza mínimo e máximo, desvio padrão e coeficiente de variação).

6.1 Resultados e discussões

6.2 As medidas descritivas da Tabela 2 mostram os níveis de certezas mínimos e máximos, o percentual do nível de certeza, valor médio, coeficiente de variação, desvio padrão das práticas culturais utilizados pelos fornecedores.

Tabela 2
Análise descritiva dos custos (R$) /(ha) das práticas culturais utilizados por fornecedores de cana

Descrições das Práticas Culturais	Mé-dia	Nível Máximo de Certeza	Nível Mínimo de Certeza	Variação	Desvio Padrão	%Nível de Certeza
ENLEIRAMENTO	8	92	85	.5%	3,1	68.7%
DESENLEIRAMENTO	3	95	90	2.7%	2,5	68.5%
ACTF	84	391	378	1.7%	6,6	68.5%
ACTV	23	82	371	3.1%	13,1	68.4%
INSETF	63	672	653	1.4%	10,0	68.5%
INSETV	37	774	700	5.0%	37,0	68.4%
HERBTV	31	42	319	3.5%	11,5	68.5%
HERBTF	55	60	349	1.6%	5,6	68.4%
TOTF	.050	.078	1.022	2.6%	27,4	68.5%
TOTV	61	04	718	5.6%	42.5	68.2%
LANÇOTF	75	93	957	1.9%	3,7	68.3%
LANÇOTV	48	10	788	7.1%	60,2	67.9%

A tabela 2 analisou as medidas de dispersão utilizando-se o desvio padrão (volatilidade) e o coeficiente de variação. Os resultados demonstram que todos os sistemas possuem baixa variação. Nesta ótica, esta afirmação é comprovada por Martins (2010) ao mencionar que este fato ocorre quando a variação das médias for (<10%).

O sistema TF destacou com os menores custos na aplicação de corretivos, herbicidas e inseticidas. Por outro lado, o sistema de TV na aplicação de fertilizantes teve melhor resultado, destacando a modalidade a lanço. Esse resultado evidencia uma redução de fertilizantes utilizados no sistema TV por hectare na forma de repor os nutrientes para o próximo ciclo produtivo da cana-de-açúcar corroborando com a literatura Amorim *et al*. (2019) e Demattê *et al*. (2014) ao afirmarem que o uso do sistema de TV forneceu redução de insumos utilizados na produção de cana-de-açúcar.

O resultado sobre o percentual do nível de certeza mostrou certa similaridade, pois foi utilizado como parâmetro (valor inferior e superior), o resultado proporcionado através do desvio padrão.

O resultado do sistema TOTF está 11% inferior comparado à SOCICANA (2021) R$ 1.170,00 para fazendas acima de 100 hectares. Amorim *et al*. (2019) mencionaram que os custos com aplicação de fertilizantes utilizando o sistema de TV foi R$ 987,00. Sendo assim, ambos os sistemas TOTV e LANÇOTV dessa pesquisa estão com valores inferiores a esses autores em 23% e 14%, respectivamente. Por outro lado, os resultados com aplicação de herbicidas, inseticidas e corretivos estão superiores a (SOCICANA, 2021).

O percentual médio dos custos/ha foi: 37% com aplicação de fertilizantes, 28% aplicação de inseticidas, 15% corretivos, 13% herbicidas, 4% desenleiramento e 3% enleiramento.

O resultado referente ao percentual sobre o custo de produção com a aplicação de herbicidas, corrobora com a afirmação de Barcellos Júnior *et al*. (2017) ao mencionar que o controle de plantas daninhas na cana-de-açúcar tem um custo significativo.

A aplicação de inseticida para o controle da broca da cana-de-açúcar Diatraea sccharalis e do Sphenophorus LeLis reduz o risco com a queda da produtividade e, consequentemente melhora a receita financeira com essa cultura (Dinardo-Miranda, 2012). A seguir, a Figura 1 demonstra a frequência acumulativa referente ao nível de probabilidade sobre o custo total das práticas culturas/ha.

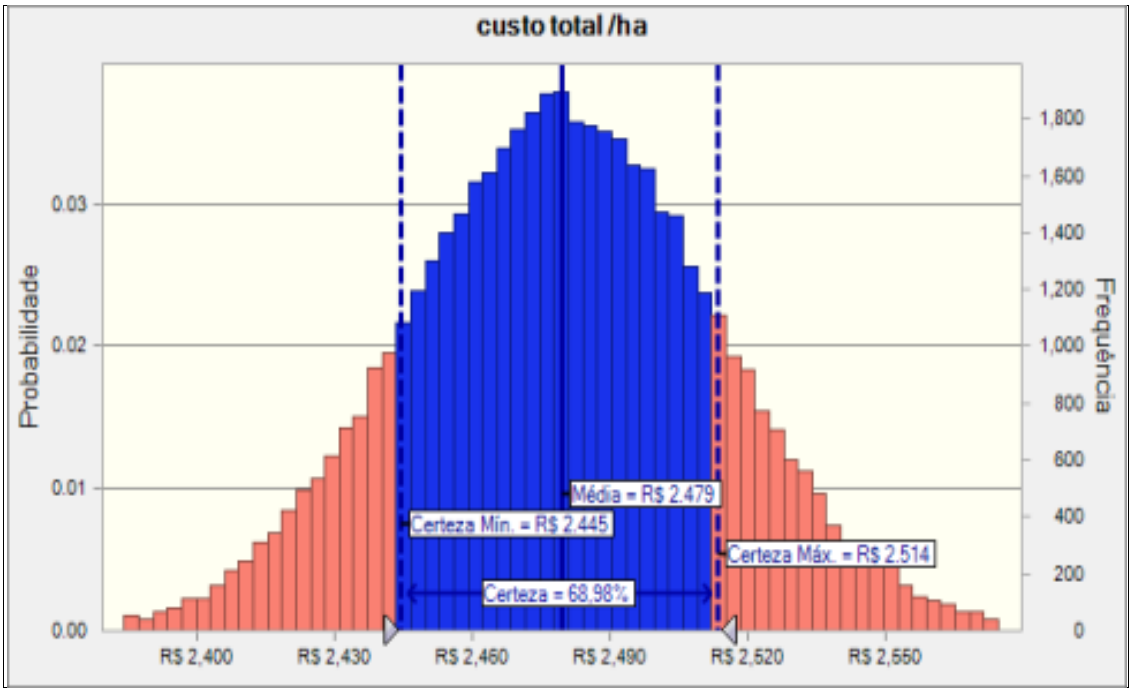


Figura 1. Gráfico de frequência acumulativa referente ao custo total/ha das práticas culturais entre fornecedores de cana-de-açúcar

Os resultados da figura 1 demonstraram que o nível de probabilidade dos fornecedores foi 69% a partir do custo total/ha de R$ 2.479,00. Este percentual foi realizado a partir da diferença do valor inferior e superior, a partir do desvio padrão R$ 34,00. Os valores do coeficiente de variação foi 1.4%, sendo considerado como dispersão baixa.

O resultado da figura supracitada foi 2.9% superior ao custo total/ha das práticas culturais mencionado pela (SOCICANA, 2021) R$ 2.408,00 e 66% comparado a (CNA, 2017) R$ 1.489,00. Dessa forma, fica evidente que os custos/ha dos fornecedores do estado de São Paulo, se equipara com os custos da região de Ribeirão Preto, região amostral do trabalho De Amorim *et al*. (2019). A seguir, a Figura 2 demonstra a frequência acumulativa referente ao nível de probabilidade sobre o custo bruto/ tonelada de cana-de-açúcar das práticas culturais.

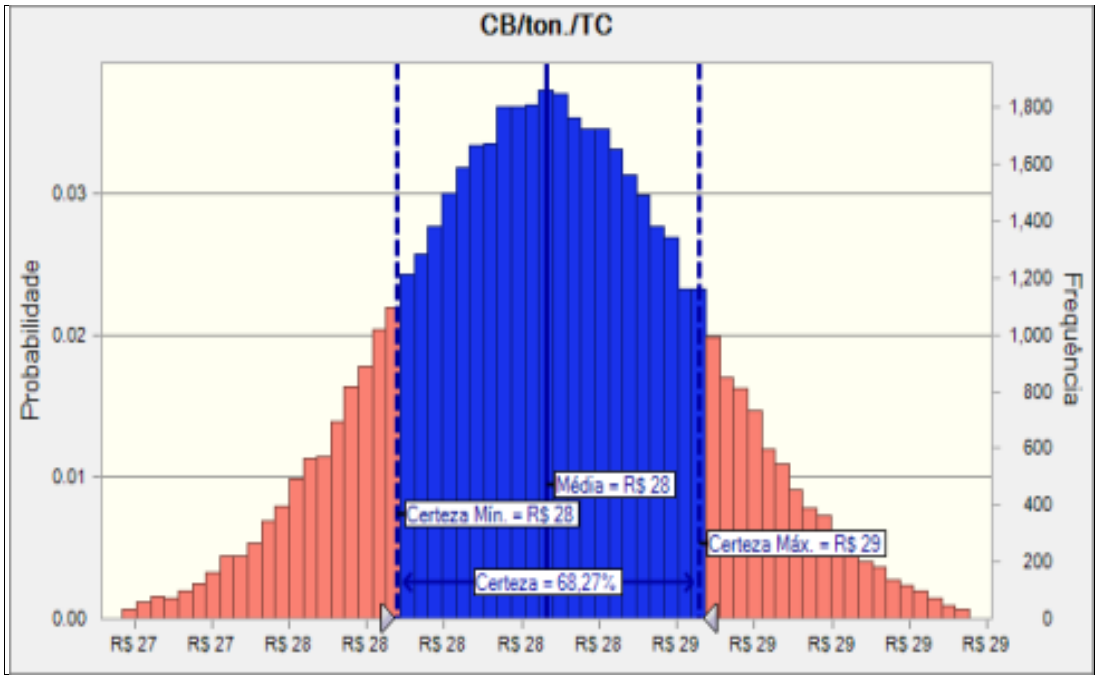


Figura 2. Gráfico de frequência acumulativa referente ao custo bruto/tonelada de cana-de-açúcar das práticas culturais entre fornecedores de cana-de-açúcar

Os resultados da Figura 2 evidenciaram que o nível de probabilidade de fornecedores terem um custo bruto/tonelada de cana-de-açúcar foi de R$ 28,00, 4.6% ao valor mencionado pela SOCICANA, (2021), ou seja, os valores se equiparam com os fornecedores dessa região. Os valores do coeficiente de variação foi 1.4%, sendo considerado como dispersão baixa.

No entanto, o custo bruto/tonelada de cana-de-açúcar totalizou R$ 87,00, sendo composto pelos custos de: preparo de solo e plantio R$ 18,00, corte carregamento e transporte R$41,00 e das práticas culturais R$ 28,00. Em termos percentuais representam: 21%, 47% e 32%, respectivamente. A seguir, a Figura 3 demonstra a frequência acumulativa referente ao nível de probabilidade sobre o lucro bruto/tonelada de cana-de-açúcar das práticas culturas.

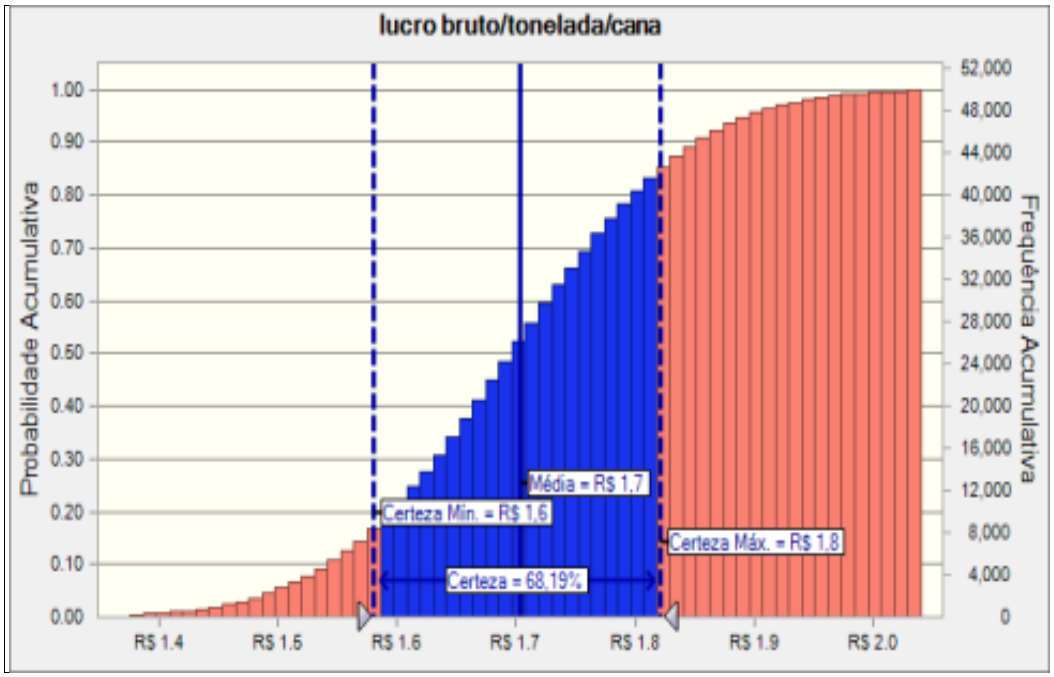


Figura 3. Gráfico de frequência acumulativa referente ao lucro bruto por tonelada de cana-de-açúcar das práticas culturais entre fornecedores de cana-de-açúcar

Os resultados da Figura 3 demonstraram que o nível de probabilidade de fornecedores terem um lucro bruto por tonelada de cana-de-açúcar foi de R$ 1,70, com um nível de certeza de 68%. Este valor foi realizado a partir da diferença do valor inferior e superior, a partir do desvio padrão R$ 0,10. Os valores do coeficiente de variação foi 7%, sendo considerado como dispersão baixa. Portanto, esses resultados demonstram que para os fornecedores terem um lucro satisfatório por tonelada, a produtividade por hectare deve ser priorizada levando em consideração os custos, pois não necessariamente um aumento nos custos de produção se reverterá em lucro, conforme afirmação (De Amorim *et al*., 2020). A seguir, a Figura 4 demonstra a frequência acumulativa referente ao nível de probabilidade sobre a receita bruta/ha/ciclo de cana-de-açúcar das práticas culturas.

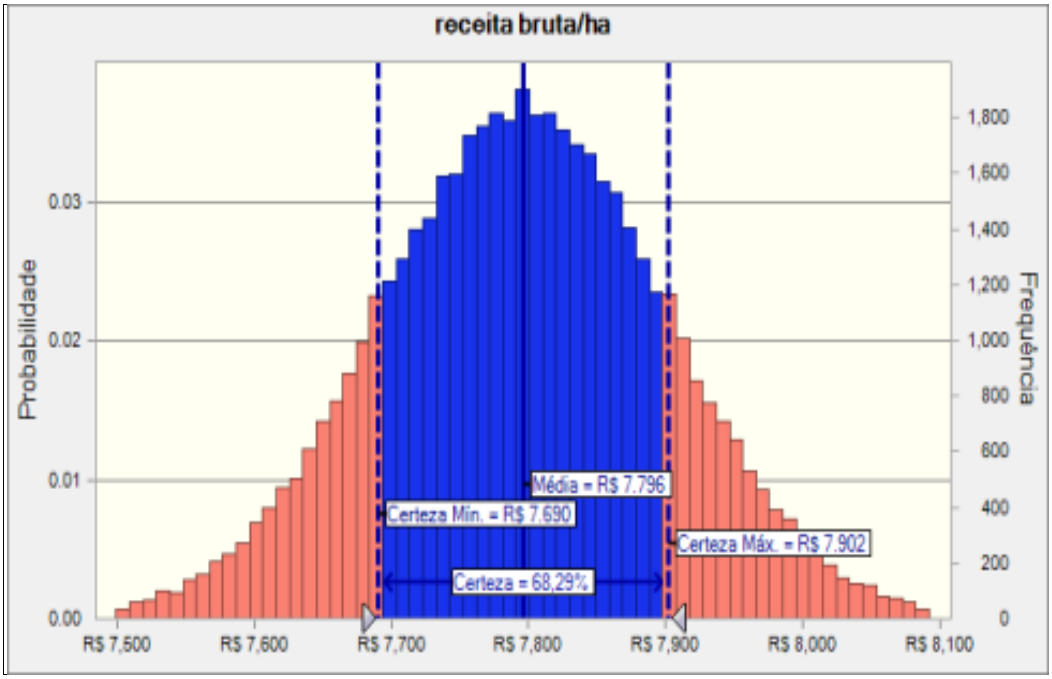


Figura 4. Gráfico de frequência acumulativa referente à receita bruta/ciclo de produção de cana-de-açúcar das práticas culturais entre fornecedores de cana-de-açúcar

Os resultados da Figura 4 evidenciaram que o nível de probabilidade de fornecedores terem um lucro bruto/ha de cana-de-açúcar no ciclo (5 anos) foi de R$ 7.796,00. Este resultado corresponde a um valor de R$ 1.559,00/ha/ano, sendo esse valor 32% superior ao resultado evidenciado por Amorim *et al*. (2019) R$ 1.051,00. Nesse aspecto a diferença monetária está na produtividade e no valor do ATR, prevalecendo melhores resultados para os resultados dessa pesquisa, quando comparado ao autor supracitado. Os valores do coeficiente de variação foi 1.4%, sendo considerado como dispersão baixa. A seguir, a Figura 5 mostra a frequência acumulativa referente ao nível de probabilidade sobre a receita bruta/tonelada de cana-de-açúcar das práticas culturas.

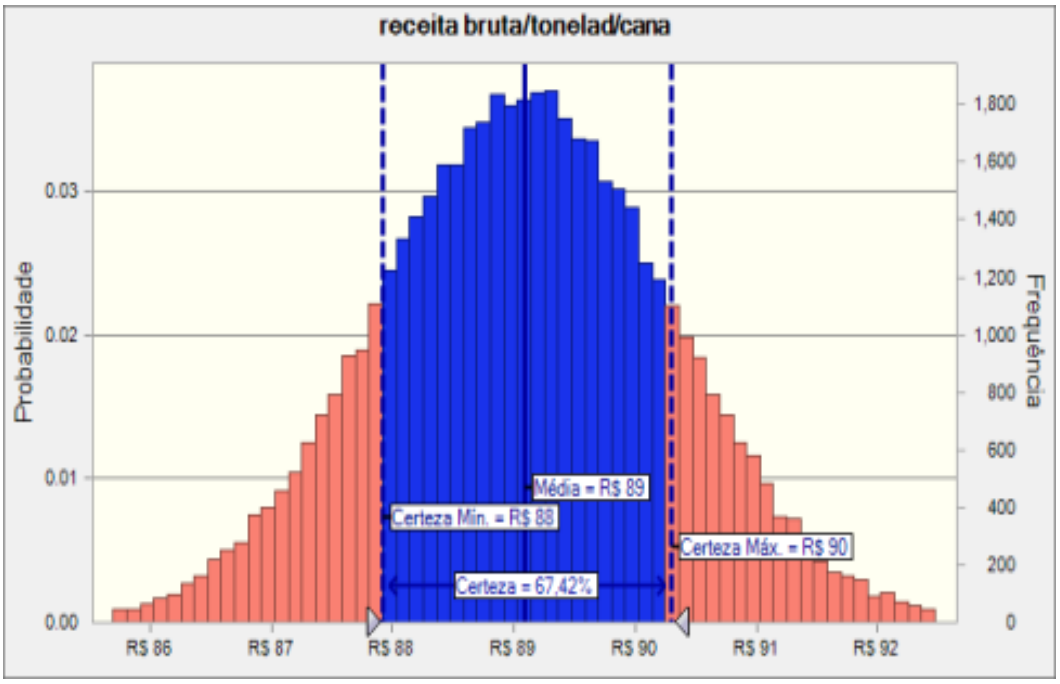


Figura 5. Gráfico de frequência acumulativa referente à receita bruta/tonelada de produção de cana-de-açúcar das práticas culturais entre fornecedores de cana-de-açúcar

Os resultados da Figura 5 evidenciaram que o nível de probabilidade de fornecedores terem um lucro receita bruta/tonelada na safra 2019/20 foi de R$ 89,00. Em comparativo com os preços médios recebidos pelos produtores do Estado de São Paulo na mesma safra, os produtores tiveram uma receita superior em 11.2%, sendo que o quesito que mais impactou foi a diferença dos valores médios da qualidade do ATR, prevalecendo em 10% superior os fornecedores dessa amostra, em relação à média dos fornecedores desse estado 121.9 kg/tonelada/ATR (UDOP, 2021). Os valores do coeficiente de variação foi 1.4%, sendo considerado como dispersão baixa.

Ademais, as práticas agrícolas realizadas de forma correta são imprescindíveis para a continuação dos fornecedores nessa atividade.

7 CONCLUSÕES

O diferencial da questão norteadora deste estudo para a literatura foi a possibilidade de analisar os custos e lucros/ha/tonelada da produção de cana-de-açúcar referente às práticas culturais de fornecedores de cana-de-açúcar.

Os custos com as práticas culturais representam 32% sobre os custos totais de produção da cana-de-açúcar totalizando R$ 28,00. Assim, o percentual médio dos custos/ha foi: 37% com aplicação de fertilizantes, 28% aplicação de inseticidas, 15% corretivos, 13% herbicidas, 4% desenleiramento e 3% enleiramento.

Dentre os sistemas utilizados pelos fornecedores, o sistema TF mostrou-se mais eficiente em custos nas seguintes operações: corretivos, herbicidas e inseticidas. Já na aplicação de fertilizantes, o sistema de (TV), na modalidade a lanço, teve o melhor resultado. Ademais, um achado para a literatura e que contribuiu para o setor, foi verificar que em algumas etapas das práticas culturas um tipo de sistema é mais vantajoso que o outro. Todavia, os custos para implantação de um sistema de TV devem-se levado em consideração.

O resultado auferido sobre o lucro/tonelada foi da ordem de R$ 1,70, evidenciando assim, uma margem de lucro/ha de R$ 1.559,00/ha/ano sendo este, considerado um lucro muito baixo quando comparado a outras culturas de ciclo rápido como: soja, milho e amendoim. Mesmo assim, um diferencial dessa amostra foi que os fornecedores tiveram uma qualidade de ATR 10% superior à média do estado de São Paulo. Todavia, o risco de ter prejuízo é eminente, pois é uma cultura de ciclo longo e quaisquer fatores macroeconômicos e de intempéries climáticas podem afetar diretamente o resultado financeiro dessa cultura. Nesta senda, a pesquisa evidenciou que é possível e necessário a segregação dos custos e lucro por/hectare/tonelada para efeitos de tomada de decisão e controle das atividades realizadas nessa etapa de produção de cana-de-açúcar.

Ademais, uma limitação desse trabalho é evidenciada pela concentração amostral em uma região em que o solo é considerado um diferencial positivo em termos nutricionais quando comparado a outros lócus, como: Piracicaba, Santa Rita do Passa Quatro e Queiroz. Portanto, como sugestão de trabalhos futuros recomenda-se utilizar uma amostra mais ampla envolvendo outros estado como: Goiás, Minas Gerias, Mato Grosso do Sul e Paraná.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior do Brasil (CAPES), que concedeu uma bolsa de estudos código 001. Os autores agradem a participação de duas associações de produtores de cana-de-açúcar: CANAOESTE e SOCICANA por colaborarem com a pesquisa.

REFERÊNCIAS

Andrade, M. G. F., Pimenta, P. R., Munhão, E. E., & Morais, M. I. (2012). Controle de custos na agricultura: Um estudo sobre a rentabilidade na cultura da soja. *Custos e @agronegócio online, 8*(3), 24-45.

Amorim, F. R., Patino, M. T. O., Abreu, P. C., & Santos, D. F. L. (2019). Avaliação econômica e de risco dos sistemas de aplicação de fertilizantes na cultura de cana-de-açúcar: taxa fixa por média e taxa variável. *Custos e @agronegócio on line, 15*(1), 140-166,

Barcellos Júnior, L. H, Pereira, G. A. M. P, Gonçalves, V. A, Matos, C. C, & Silva A. A. (2017). Differential tolerance of sugarcane cultivars to clomazone. *Planta Daninha, 35*(1), 1-8.

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2017). Gestão de custos de produção de cana-de-açúcar: estudo de caso da região de Sertãozinho (SP). https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/boletins/14-ativos_cana_0.04418400%201514916989. pdf

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2021). *Comparativo de Área, Produção e Produtividade: cana-de-açúcar - Safra 2021-20222.* CONAB.

Dinardo-Miranda, L. L., Anjos, I. A. D., Costa, V. P. D., & Fracasso, J. V. (2012). Resistance of sugarcane cultivars to Diatraea saccharalis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, 47*(1), 1-7.

Demattê, J. A. M., Demattê, J. L. I., Alves, E. R., Negrão, R., & Morelli, J. L. (2014). Precision agriculture for sugarcane management: a strategy applied for brazilian conditions. *Acta Scientiarum. Agronomy, 36*(1), 111-117.

De Amorim, F. R., Patino, M. T. O., Bartmeyer, P. M., & Santos, D. F. L. (2020). Productivity and profitability of the sugarcane production in the State of Sao Paulo, Brazil. *Sugar Tech, 22*(4), 596-604.

Neves, M. F., & Conejero, M. A. (2010). Estratégias para a cana no Brasil: um negócio classe mundial. Atlas.

Nacife, J. M., Soares, F. A. L., & Castoldi, G. (2019). Path Analysis and Correlation of Influential Socioeconomic Factors in the Production of Sugarcane. *Journal of Agricultural Studies, 7*(4), 38-47.

ORPLANA - Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (2010). *Perfil do produtor.* http://www.orplana.com.br/perfil.html

Oliveira, T. B. A., Selig, P. M., Barbosa, V. M., de Souza Campos, L. M., Bornia, A. C., & de Oliveira, M. W. (2012). Tecnologia e custos de produção de cana-de-açúcar: um estudo de caso em uma propriedade agrícola. *Latin American Journal of Business Management, 3*(1).

Osaki, M., Alves, L. R. A., Lima, F. F., Ribeiro, R. G., & Barros, G. S. A. D. C. (2019). Risks associated with a double-cropping production system-a case study in southern Brazil. *Scientia Agricola, 76*, 130-138.

Pereira, N. A. (2017). Variáveis de custos de produção da cana-de-açúcar e suas diferenças entre as regiões produtoras. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, 10*(3), 757-774.

Pereira, N. A., & Tavares, M. (2017). Eficiência das principais regiões produtoras de cana-de-açúcar por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). *Custos e @gronegócio on line, 13*(Edição Especial), 37–70.

Resende, M.L., & Richardson, J. W. (2017). Risk analysis of using sweet sorghum for ethanol production in southeastern Brazil. *Biomass and Bioenergy, 97*(1), 100-107.

Rossi, R. M., & Fernandes, B. (2020). Análise estratégica da evolução dos custos de produção da cultura da cana-de-açúcar em Goiás. *Custos e@ gronegócio on line, 16*(3), 256-289.

São Paulo - Estado (2008). *Coordenadoria de Assistência Técnica Integral: Levantamento censitário das unidades de produção agropecuária do estado de São Paulo.* http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosmunicipais.php

Silva, S. A., Abreu, P. H. C., Amorim, F. R., & Santos, D. F. L. (2019). Application of Monte Carlo Simulation for Analysis of Costs and Economic Risks in a Banking Agency. *IEEE Latin America Transactions, 17*(3), 409-417.

Shikida, P. F. (2014). Evolução e fases da agroindústria canavieira no Brasil. *Política Agrícola, 23*(4), 43-57.

SOCICANA - Associação dos fornecedores de Cana de Guariba (2021). Custo Médio Operacional Região de Guariba/SP. Propriedade de Grande Escala Acima de 100 ha. http://socicana.com.br/2.0/wp-content/uploads/SOCI1091-Custo-de-Produc%CC%A7a%CC%83o-Atualizac%CC%A7a%CC%83o-Site-GRA.pdf

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia (2021). Valores de ATR e Preço da Tonelada de Cana-de-açúcar - Consecana do Estado de São Paulo. https://www.udop.com.br/cana/tabela_consecana_saopaulo.pdf

Wissman, M. A., & Shikida, P. F. A. (2017). Impactos econômicos, ambientais e sociais da agroindústria canavieira no Brasil. *Revista Desenvolvimento, Fronteiras e Cidadania, 1*(1), 134-160.

Zambianco, W. M., & Rebelatto, D. A. N. (2019). Análise da eficiência econômica das regiões canavieiras do Estado de São Paulo utilizando Análise Envoltória de Dados (DEA) e Índice Malmquist. *Custos e @gronegócio on line, 15*(2), 376-404.