



DETERMINANTES DO ARRENDAMENTO DE TERRAS NO SETOR SUCROENERGÉTICO: EVIDÊNCIAS A PARTIR DO MÉTODO CRITIC

Luciana Alves de Deus¹, Bruce Wellington Amorin da Silva², Eduardo Guilherme Satolo³

¹Mestranda no Programa de Pós-graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, Universidade Estadual Paulista, Tupã-SP, Brasil (luciana.deus@unesp.br)

²Doutorando no Programa de Pós-graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, Universidade Estadual Paulista, Tupã-SP, Brasil

³Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, Universidade Estadual Paulista, Tupã-SP, Brasil

Resumo: A expansão do setor sucroenergético brasileiro se dá majoritariamente por meio do arrendamento de terras, tornando a seleção de áreas um problema de decisão multicritério. Este artigo tem como objetivo avaliar o grau de importância (peso) dos critérios usados pelas usinas sucroenergéticas para a tomada de decisão sobre arrendamento de terras. Para isso, foram realizadas entrevistas com representantes de cinco usinas localizadas na região oeste e noroeste paulista, que identificaram e ordenaram sete critérios de decisão, posteriormente analisados via CRITIC no Excel. Os resultados indicaram que a vizinhança da área (29,95%) e a disputa por outras culturas (20,01%) foram os critérios de maior peso, enquanto características do solo ficaram em último lugar (7,07%). Conclui-se que fatores ligados ao uso da terra superaram critérios técnicos na tomada de decisão dessas usinas.

Palavras-chave: arrendamento de terras; cana-de-açúcar; método CRITIC; métodos multicritério.

INTRODUÇÃO

O setor sucroenergético posiciona o país como o maior produtor de cana-de-açúcar e o maior exportador de açúcar com 345 unidades produtoras, distribuídas por 1.200 municípios brasileiros em quase 10 milhões de hectares cultivados. Além disso, 16,7% da matriz energética renovável nacional é proveniente da cana-de-açúcar (UNICADATA, 2025).

Esse setor passou por períodos de expansão e contração, marcado por várias intervenções estatais desde o Brasil colônia (Cunha; Shikida; Lages, 2023).

Introduzida pelos portugueses, a cultura da cana-de-açúcar começou a ser produzida no nordeste brasileiro (Fragoso; Braga; Kobayashi, 2023) e veio a se tornar a primeira *commodity* nacional (Neves; Conejero, 2007). Devido a conjunturas internas, tais como adaptação climática e políticas de estímulo à produção, a região Centro-Sul tornou-se a maior produtora nacional (Pecly; Igrejas, 2022).

Os 10 maiores estados produtores de cana, em ordem, são São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná, Mato

Grosso do Sul, Alagoas, Mato Grosso, Pernambuco, Paraíba e Bahia. Além disso, o estado de São Paulo é responsável por aproximadamente 52% da produção de açúcar e 55% da de etanol (CONAB, 2025).

Segundo os dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), o estado de São Paulo possui mais de 5 milhões de hectares de área plantada ou destinada à colheita de cana-de-açúcar. Além disso, o estado produziu mais de 418 milhões de toneladas com rendimento médio de 77.532kg/ha (IBGE, 2024).

A cultura da cana-de-açúcar é responsável por gerar milhares de empregos diretos e indiretos. A instalação de uma usina no município eleva o PIB médio per capita em US\$ 1.028. Além disso, os municípios próximos também sofrem efeitos significativos, com elevação do PIB em US\$ 324. Esses efeitos são persistidos por pelo menos 10 anos após o início das operações (Moraes; Bacchi; Caldarelli, 2016).

As unidades produtoras utilizam diferentes modalidades para obter a matéria-prima, podendo obtê-la a partir de produção em terras próprias, produção própria em áreas arrendadas, produção por



fornecimento e compra à vista (Arruda; Rosalen, 2020).

A atividade produtiva é formalizada por meio de contratos agrários de arrendamento ou parceria (BRASIL, 1966). O arrendamento é um aluguel de áreas para a produção que propicia vantagens tanto para o proprietário da área quanto para as usinas. A moeda de negociação dos contratos é a tonelada de cana ou a quantidade de ATR (Açúcar Total Recuperável) expresso em quilos por tonelada de cana (Negrini de Mattos, 2024).

Com essa estrutura, as usinas evitam se comprometer no longo prazo, protegendo seu capital de ficar imobilizado em terras e de incertezas econômicas futuras. Por outro lado, os proprietários, têm um maior rendimento econômico e rápido retorno, vez que, em média com um ano e meio após o plantio a cana já pode ser colhida. Em geral as condições de pagamento previstas no contrato se dão por adiantamento ou preço provisório com ajustes de diferenças entre o que foi pago e o preço ao final da safra (Arruda; Rosalen, 2020; Margarido; Santos, 2013; Negrini de Mattos, 2024).

Nesse interim, os fatores que influenciam o interesse dos pequenos produtores rurais no arrendamento se baseiam na rentabilidade. Isso, pois o valor pago pelas usinas pode ser 40% superior em relação aos ganhos com outras culturas agrícolas (Oliveira *et al.*, 2022).

No processo de escolha sobre qual área arrendar, a literatura indica que devem ser observados alguns fatores, tais como, potencial produtivo da região em termos de clima, qualidade do solo, topografia, características climáticas da região, aspecto viário da região, além do histórico de produtividade da área dos últimos cinco ou seis anos (Margarido; Santos, 2013).

O cultivo ocorre principalmente em áreas que, antes eram utilizadas para a agricultura e pecuária, sobretudo por meio do arrendamento de terras (Palludeto *et al.*, 2018; Pissinato, 2014).

A expansão sucroenergética no estado de São Paulo se deu pelo arrendamento de terras. Tal fator influenciou na concentração de terras no estado onde 80% das terras administradas pelas usinas são arrendadas (Baccarin, 2024). Nesse sentido, a expansão de cana-de-açúcar no oeste paulista se deu predominantemente pela incorporação de novas áreas de plantio (Kodama; Lourenzani, 2021).

Nesse contexto, o processo de seleção de qual propriedade arrendar é um problema de decisão multicritério, uma vez que, a escolha das alternativas leva em conta vários critérios ao mesmo tempo.

Isto posto, como determinar o grau de importância de cada critério sem a subjetividade do tomador de decisão?

Sendo assim, o objetivo deste artigo é avaliar o grau de importância (peso) dos critérios usados pelas usinas sucroenergéticas nas regiões oeste e noroeste paulista para a tomada de decisão sobre arrendamento de terras.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho é uma pesquisa exploratória que é definida como uma pesquisa que busca compreender o fato estudado através de levantamento bibliográfico, entrevista e análises (Gil, 2002). Foi realizada uma entrevista aberta com cinco usinas que estão localizadas na região oeste e noroeste do estado de São Paulo com o objetivo de identificar quais critérios são utilizados para definir se uma área será arrendada pela usina. Dos cinco entrevistados, três ocupavam cargos no setor agrícola, um no setor jurídico e um no setor contábil.

Os respondentes foram contatados pelas redes sociais e selecionados por conveniência por serem conhecidos especialistas da área. Das usinas selecionadas, duas estão em recuperação judicial, uma faz parte de uma *holding* brasileira, uma de uma *holding* familiar brasileira e uma de um grupo multinacional. Além disso, quatro das usinas entrevistadas possuíam o selo Etanol Verde.

A pesquisa foi conduzida em duas etapas. Na primeira, realizou-se uma entrevista qualitativa para o levantamento dos critérios, durante a qual os participantes identificaram os critérios que consideravam relevantes. Na segunda etapa, solicitou-se aos respondentes que ordenassem, por grau de importância, os critérios previamente mencionados.

Em seguida, esses critérios foram parametrizados na ferramenta de planilha eletrônica Microsoft Excel® e foram analisados por meio do método multicritério CRITIC (*CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation*).

O método *CRITIC* é uma técnica utilizada para a determinação objetiva dos pesos dos critérios, a partir das informações contidas na matriz de decisão. Sua lógica baseia-se em dois elementos centrais: (i) a variabilidade dos critérios, mensurada pelo desvio padrão, e (ii) o grau de correlação entre eles, que expressa o nível de redundância ou conflito informacional (Diakoulaki; Mavrotas; Papayannakis, 1995).

De modo geral, critérios que apresentam maior dispersão (ou seja, maior capacidade de diferenciar alternativas) e menor correlação com os demais tendem a receber maior importância, pois contribuem com informação mais relevante e menos redundante para o processo decisório. O procedimento de cálculo pode ser descrito nas etapas a seguir (Diakoulaki; Mavrotas; Papayannakis, 1995).



Inicialmente, realiza-se a normalização dos dados com o objetivo de tornar os critérios comparáveis entre si. Esse processo utiliza os valores mínimo e máximo de cada critério, conforme a equação (1).

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}}, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

Essa transformação converte os valores originais para uma escala comum, eliminando problemas decorrentes de unidades distintas.

Na sequência, calcula-se o desvio padrão (σ_j) dos valores normalizados para cada critério, o qual representa a sua variabilidade. Paralelamente, constrói-se uma matriz de correlação simétrica de dimensão $N \times N$, que permite avaliar o grau de relacionamento entre todos os pares de critérios.

O conteúdo informacional de cada critério é obtido pela combinação de sua variabilidade com o nível de correlação em relação aos demais critérios, conforme expresso na equação (2).

$$I_j = \sigma_j \times \sum_{k=1}^N (1 - c_{jk}), j = 1, 2, 3, \dots, N \quad (2)$$

em que c_{jk} representa o coeficiente de correlação entre os critérios j e k . Assim, quanto maior a variabilidade e menor a correlação com os demais, maior será o conteúdo informacional do critério.

Por fim, os pesos são determinados a partir da normalização dos valores de informação calculados, conforme a equação (3).

$$w_j = \frac{I_j}{\sum_{k=1}^N I_k}, j = 1, 2, 3, \dots, N \quad (3)$$

Esse procedimento garante que a soma dos pesos seja igual a 1, assegurando a consistência da distribuição de importância entre os critérios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os respondentes das cinco usinas pesquisadas apresentaram sete critérios que são levados em consideração na tomada de decisão, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1. Critérios para arrendamento

Critérios	Definição operacional
C1 - documentação da propriedade	Busca analisar se a propriedade possui documentação regular (ITR, CND, CAR), se há conflitos de sucessão familiar e se é uma área impenhorável.
C2 - histórico dos proprietários	Objetivo de garantir segurança jurídica ao identificar se a terra é trabalhada pela família, se possui dívidas trabalhistas, fiscais ou bancárias e se os proprietários têm histórico de quebrar contratos e impedir o acesso a terras.
C3 - raio de atuação da usina	As propriedades com distância acima de 40km não são economicamente viáveis devido ao custo do transporte.
C4 - características e condições do solo	A cana precisa de um solo adequado para o desenvolvimento das raízes e absorção de água. A reforma do solo pode tornar o arrendamento inviável.
C5 - tamanho da propriedade	Quanto maior o tamanho da propriedade, maior a expectativa de toneladas produzidas.
C6 - disputa da área por outras culturas	O proprietário da área pode querer alternar culturas como soja e milho porque os pagamentos são maiores em comparação com a cana. Além disso, a concorrência por áreas eleva o valor do arrendamento.
C7 - vizinhança da área	A presença de outras culturas agrícolas pode aumentar a incidência de pragas e afetar a disponibilidade de água.

Fonte: Autores.

A Tabela 1 apresenta as respostas dos respondentes em ordem de prioridade.

Os dados obtidos foram analisados no Microsoft Excel® perfazendo as cinco etapas do método

CRITIC. A Tabela 2 apresenta o desvio padrão dos sete critérios, demonstrando a variabilidade de cada critério analisado.

A Tabela 3 apresenta a correlação entre os parâmetros.



Após as etapas do método CRITIC, é possível observar na Tabela 4 o ordenamento dos critérios conforme o peso de cada um.

Tabela 1. Respostas por ordem de prioridade

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
E1	1	2	3	4	5	6	7
E2	1	2	3	5	4	7	6
E3	1	2	3	5	4	7	6
E4	4	7	1	2	3	5	6
E5	2	3	1	4	5	7	6

Fonte: Autores.

Tabela 2. Desvio padrão dos critérios

Critérios	Desvio padrão
C1	0,720
C2	0,961
C3	0,664
C4	0,838
C5	0,916
C6	1,193
C7	1,296

Fonte: Autores.

Tabela 3. Correlação dos critérios

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	0,947	0,992	0,979	0,936	0,820	0,763
C2	0,947	1	0,907	0,982	0,963	0,918	0,873
C3	0,992	0,907	1	0,961	0,921	0,791	0,737
C4	0,9795	0,982	0,961	1	0,985	0,918	0,875
C5	0,936	0,963	0,921	0,985	1	0,966	0,940
C6	0,820	0,918	0,791	0,918	0,966	1	0,994
C7	0,763	0,873	0,737	0,875	0,940	0,994	1

Fonte: Autores.

Tabela 4. Resultados

Colocação	%	Critério
1	29,95%	C7 - vizinhança da área
2	20,01%	C6 - disputa da área por outras culturas
3	12,99%	C3 - raio de atuação da usina
4	11,43%	C1 - documentação da propriedade
5	11,13%	C2 - histórico dos proprietários
6	7,42%	C5 - tamanho da propriedade
7	7,07%	C4 - características e condições do solo

Fonte: Autores.

Os resultados obtidos, conforme Tabela 4, permitem concluir que no processo de tomada de decisão sobre qual área arrendar, a vizinhança da área (29,95%) apresenta maior peso relativo entre os critérios analisados. Já o critério características e condições do solo (7,07%) é o que tem menor peso informativo.

Esse resultado sugere que critérios associados ao uso e à ocupação da terra assumem maior relevância na decisão de arrendamento. No contexto do setor sucroenergético, a presença de atividades vizinhas e a competição por áreas agricultáveis influenciam diretamente a viabilidade operacional das usinas, especialmente em regiões com forte dinâmica agrícola.

A elevada importância atribuída à vizinhança da área e à disputa por outras culturas indica que fatores relacionados à competição por terra e à dinâmica de mercado tendem a se sobrepor a atributos agrônômicos. Em contextos de expansão da cana-de-açúcar, a disponibilidade de áreas e o custo de acesso à terra tornam-se elementos estratégicos centrais, o que pode explicar o menor peso relativo de características do solo no modelo.

Do ponto de vista metodológico, os resultados refletem não apenas a percepção dos respondentes, mas também a variabilidade e a independência informacional entre os critérios, capturadas pelo método CRITIC. Dessa forma, critérios com maior dispersão e menor redundância tendem a apresentar maior peso relativo, o que contribui para a interpretação dos resultados além de uma simples ordenação subjetiva.

Esse aspecto também se relaciona à presença de colinearidade entre critérios, uma vez que variáveis altamente correlacionadas tendem a carregar informações semelhantes. Nesse sentido, o método CRITIC penaliza implicitamente a redundância informacional, reduzindo o peso de critérios que apresentam forte associação com outros, o que

contribui para uma estrutura de ponderação mais robusta.

CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o grau de importância (peso) dos critérios usados pelas usinas sucroenergéticas para a tomada de decisão sobre arrendamento. Os resultados evidenciam que critérios relacionados à dinâmica territorial, especialmente a vizinhança da área e a disputa por outras culturas, apresentam maior relevância no processo decisório.

Como principal contribuição, o trabalho demonstra que fatores associados ao uso e à competição pela terra podem se sobrepor a critérios tradicionalmente considerados técnicos, como características do solo e tamanho da propriedade, ampliando a compreensão sobre os determinantes do arrendamento no setor sucroenergético.

Esses resultados diferem parcialmente da literatura, que apontam a distância média do canavial até a usina como principal critério, em função das limitações logísticas do transporte. No contexto em questão, no entanto, aspectos relacionados à disponibilidade e à competição por áreas agricultáveis parecem exercer maior influência, sugerindo que a relevância dos critérios pode variar conforme as condições regionais e a dinâmica do uso da terra (Arruda; Rosalen, 2020).

Neste sentido, é importante ressaltar que esta pesquisa apresenta limitações relacionadas ao tamanho da amostra e ao recorte regional, o que restringe a generalização dos resultados. Pesquisas futuras podem ampliar o número de usinas analisadas, incorporar diferentes regiões produtoras e incluir variáveis adicionais, como custos logísticos e produtividade agrícola, a fim de aprofundar a compreensão sobre os fatores que influenciam o arrendamento de terras e comparar com a literatura.

Ainda assim, os achados reforçam a importância de considerar a dinâmica territorial e a competição pelo



uso da terra como elementos centrais na tomada de decisão das usinas sucroenergéticas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e com o apoio da Univesp - Fundação Universidade Virtual do Estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, C. C.; ROSALEN, D. L. Modelo de Geoprocessamento para tomada de decisão sobre arrendamento de terras no cultivo da cana-de-açúcar. *Nucleus*, [s. l.], vol. 17, nº 2, p. 38–53, 2020.

BACCARIN, J. G. Expansão sucroenergética/canavieira e concentração da terra agrícola no estado de São Paulo, Brasil, entre 1996 e 2017. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, [s. l.], vol. 62, nº 3, 2024.

BRASIL. **Decreto nº 59.566, de 14 de novembro de 1966. Estatuto da Terra**. [S. l.], 1966. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigo/s/59566.htm. Acesso em: 18 abr. 2026.

CONAB. **Séries Históricas - Companhia Nacional de Abastecimento**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atualizacao/informacoes-agropecuarias/safras/series-historicas>. Acesso em: 18 abr. 2026.

CUNHA, A. M. da; SHIKIDA, P. F. A.; LAGES, A. M. G. Evolução da agroindústria canavieira no Brasil: da colônia a 2022. *Revista Economia Política do Desenvolvimento*, [s. l.], vol. 14, nº 32, p. 19–46, 2023.

DIAKOULAKI, D.; MAVROTAS, G.; PAPAYANNAKIS, L. Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, [s. l.], vol. 22, nº 7, p. 763–770, 1995.

FRAGOSO, R. da R.; BRAGA, M.; KOBAYASHI, A. K. Cana-de-açúcar. In: BRASIL EM 50 ALIMENTOS. Brasília: EMBRAPA, 2023. p. 321–325. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1158595>. Acesso em: 9 abr. 2026.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 12 abr. 2026.

KODAMA, I. S.; LOURENZANI, W. L. Análise da produtividade agrícola da cultura da cana-de-açúcar na região oeste do estado de São Paulo. **VI SIMPÓSIO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO**, Jaboticabal, 2021. Disponível em: <https://sistema.sgagro.org/anais/5/pdf/280>. Acesso em: 18 abr. 2026.

MARGARIDO, F. B.; SANTOS, F. Planejamento da Lavoura. In: SANTOS, F. A.; BORÉM, A. (orgs.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2013. p. 9–25.

MORAES, M. A. F. D. de; BACCHI, M. R. P.; CALDARELLI, C. E. Accelerated growth of the sugarcane, sugar, and ethanol sectors in Brazil (2000–2008): Effects on municipal gross domestic product per capita in the south-central region. *Biomass and Bioenergy*, [s. l.], vol. 91, p. 116–125, 2016.

NEGRINI DE MATTOS, A. J. **DESMISTIFICANDO O CONSECANA**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/abstract=4686667>. Acesso em: 18 abr. 2026.

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica. *Economia Aplicada*, [s. l.], vol. 11, nº 4, 2007.

OLIVEIRA, A. K. de *et al.* Arrendamento de pequenas propriedades para a agroindústria canavieira: fatores influenciadores e perspectivas para a região Noroeste de São Paulo. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, [s. l.], vol. 15, nº 2, p. 1–20, 2022.

PALLUDETO, A. W. A. *et al.* Sugarcane expansion and farmland prices in São Paulo State, Brazil. *Agriculture & Food Security*, [s. l.], vol. 7, nº 1, p. 1, 2018.

PECLY, M. G.; IGREJAS, R. Flexibilidade entre plantio e arrendamento rural no Brasil. **Texto para Discussão**, [s. l.], p. 1–49, 2022.

PISSINATO, B. **A cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo entre 1950 e 2010: evolução histórica da área e da produtividade**. 2014. - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

UNICADATA. **Fotografia do setor sucroenergético no Brasil e os benefícios**



econômicos, ambientais e sociais gerados. [S. l.],
2025. Disponível em:
https://unicadata.com.br/download_media.php?idM=40519592. Acesso em: 12 abr. 2026.