

ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) APLICADA AO PANORAMA DAS COMUNIDADES QUE SUSTENTAM A AGRICULTURA (CSAS) DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

GUSTAVO ALVES DE MELO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

MARIA GABRIELA M PEIXOTO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP

SAMUEL BORGES BARBOSA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

PATRICIA GUARNIERI

LUIZ GONZAGA DE CASTRO JUNIOR

Introdução

A mudança nos padrões de consumo de alimentos no mundo tem significado uma oportunidade de crescimento para modelos agroecológicos de produção. As Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSAs) representam um sistema integrado de colaboração entre coprodutores e agricultores pautado na comercialização de cestas através do pagamento de cotas periódicas pelos seus membros, valor este que financiará a produção e sustento das famílias de agricultores. O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho das CSAs da região Sudeste do Brasil através das técnicas PCA e DEA.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Com o crescimento populacional projetado, sistemas agroecológicos terão dificuldades para atender a toda a demanda em um futuro próximo, sendo necessária uma reestruturação interna para fortalecimento e disseminação deste sistema em regiões diversas de todo o mundo. Logo, a insegurança alimentar surge como uma preocupação de diversas entidades de renome como, por exemplo, a Food and Agriculture Organization (FAO). No Brasil, por exemplo, o nível de insegurança alimentar atingiu um patamar de 4,6% dos domicílios, cerca de 3,1 milhões de pessoas entre os anos de 2017 e 2018.

Fundamentação Teórica

A agricultura orgânica, em especial o sistema das CSAs, se adapta ao modelo de sustentabilidade, já que engloba diversos métodos que buscam diminuir a dependência externa e os danos ambientais, produzindo produtos com maior qualidade e mantendo a valorização do agricultor, com destaque para seus conhecimentos, trabalho e cultura. Contudo, fatores específicos da agricultura orgânica (e.g. cooperativismo, produção sazonal, eliminação do uso de agrotóxicos) demandam meios alternativos de avaliação.

Metodologia

O estudo contempla uma pesquisa de natureza empírica, com objetivos descritivos e explicativos e abordagem quali-quantitativa. Os critérios de sustentabilidade das CSAs analisadas formam o conjunto de variáveis que deverão participar da análise, e as dimensões de desempenho, a saber, demográfica, socioeconômica, agrícola, ecológica, recursos naturais, segurança alimentar, participação feminina, certificação e economia circular.

Análise dos Resultados

Os principais resultados apontaram para a necessidade de aumentar o volume de alimentos distribuídos e o número de coprodutoras, bem como reduzir a estrutura de governança de algumas CSAs. Além disso, 50% das CSAs analisadas alcançaram a fronteira de eficiência, o que significa que apresentaram uma eficiência máxima (100%) no processo de transformação de seus insumos em produtos.

Conclusão

As CSAs têm ocupado uma nova lacuna para a produção de alimentos, pautada na produção orgânica e sustentável, onde tanto a qualidade dos alimentos quanto a preservação do ambiente são igualmente importantes. Logo, estudo ao propor uma análise do desempenho das CSAs da região Sudeste do Brasil, alcançou seu objetivo identificando com efeito as DMUs eficientes e ineficientes. Sugerimos inicialmente a realização de pesquisas que contemplem a replicação da metodologia utilizada para outras regiões do país ou até mesmo para outro campo de conhecimento.

Referências Bibliográficas

SAVARESE, Mariarosaria; CHAMBERLAIN, Kerry; GRAFFIGNA, Guendalina. Co-creating value in sustainable and alternative food networks: The case of community supported agriculture in New Zealand. *Sustainability*, v. 12, n. 3, p. 1252, 2020. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. SOFI 2021: Relatório da ONU destaca impactos da pandemia no aumento da fome no mundo. 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1415747/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

Palavras Chave

Agroecologia, Sustentabilidade, Data Envelopment Analysis

Agradecimento a órgão de fomento

Agradecemos à Universidade Federal de Viçosa/Campus de Rio Paranaíba – UFV/CRP, à Universidade Federal de Lavras – UFLA, ao Grupo de Pesquisa em Eficiência Energética e Sustentabilidade – GREENS e à Universidade de Brasília (UnB) pelo apoio na construção desta pesquisa. Agradecemos também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento da pesquisa.

ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) APLICADA AO PANORAMA DAS COMUNIDADES QUE SUSTENTAM A AGRICULTURA (CSAS) DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

1. INTRODUÇÃO

A mudança nos padrões de consumo de alimentos no mundo tem significado uma oportunidade de crescimento para modelos agroecológicos de produção (AMIRI *et al.*, 2020; SAVARESE *et al.*, 2020; VAZQUEZ-BRUST *et al.*, 2020). Nesse sentido, as Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSAs) representam um sistema integrado de colaboração entre coprodutores e agricultores pautado na comercialização de cestas através do pagamento de cotas periódicas pelos seus membros, valor este que financiará a produção e sustento das famílias de agricultores (CHABERT; SARTHOU, 2020; SAVARESE *et al.*, 2020; CSA BRASIL, 2023). Um aspecto interessante no sistema trata-se da produção totalmente orgânica, ou seja, sem utilização de defensivos, corretivos e fertilizantes (AMIRI *et al.*, 2020). Por outro lado, a adubação orgânica e produção de compostos orgânicos é incentivada neste sistema (CRISTIANO, 2021). Vale ressaltar que as cestas são compostas apenas por alimentos produzidos na época considerada, o que representa o respeito pelo ciclo produtivo da terra e de determinadas culturas (VAZQUEZ-BRUST *et al.*, 2020; CRISTIANO, 2021).

No entanto, com o crescimento populacional projetado, estes sistemas terão dificuldades para atender a toda a demanda em um futuro próximo, sendo necessária uma reestruturação interna para fortalecimento e disseminação deste sistema em regiões diversas de todo o mundo (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2023). Logo, a insegurança alimentar surge como uma preocupação de diversas entidades de renome como, por exemplo, a *Food and Agriculture Organization (FAO)*. De acordo com esta organização, será necessário um esforço conjunto do mundo como um todo para a erradicação da fome até o ano de 2030 (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2023). No Brasil, por exemplo, o nível de insegurança alimentar atingiu um patamar de 4,6% dos domicílios, cerca de 3,1 milhões de pessoas entre os anos de 2017 e 2018 (AGÊNCIA BRASIL, 2023).

Estudos têm sido realizados em outras partes do mundo como, Alemanha (Opitz *et al.*, 2019), Estados Unidos (GALT *et al.*, 2019; CHEN *et al.*, 2019) e Itália (CRISTIANO, 2021), com o intuito de avaliar o desempenho das CSAs sob diferentes aspectos. Por exemplo, nos estudos de Opitz *et al.* (2019), Galt *et al.* (2019) e Chen *et al.* (2019) é utilizada uma lógica de avaliação externa, a partir da consulta de informações de ex-membros, permitindo um levantamento sobre aspectos relevantes de captação de novos clientes e retenção de atuais membros. Já Cristiano (2021) em seu estudo utiliza-se de uma lógica distinta, avaliando o desempenho relacionado a maior produtividade de um conjunto de alimentos produzidos em CSAs da Itália com e sem a utilização de adubação orgânica. Dito isso, o que falta, trata-se de uma análise de desempenho sob a ótica de funcionamento interno das CSAs, com a identificação de um conjunto de indicadores e seus impactos na continuidade destas unidades agroecológicas.

Assim, este estudo teve o objetivo de avaliar o desempenho das Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSAs) da região Sudeste do Brasil através da análise de indicadores internos e triangulação metodológica das técnicas de Análise de Componentes Principais e Análise Envoltória de Dados. Esta análise é relevante, pois o Brasil ocupa uma posição de destaque na produção de alimentos no mundo, além de que se faz necessária a busca por alternativas de produção de alimentos capazes de acompanhar o crescimento populacional. Logo, o estudo apresenta forte apelo sustentável e apresenta contribuições para os campos

prático e teórico na medida que apresenta o modelo de CSAs como uma alternativa de adesão a hábitos de vida saudáveis, propõe uma metodologia clara de identificação de gargalos de desempenho para as CSAs e apresenta um conjunto de convergências e divergências com a literatura existente.

2. GESTÃO DE DESEMPENHO APLICADA A COMUNIDADES QUE SUSTENTAM A AGRICULTURA

A agricultura orgânica, em especial o sistema das CSAs, se adapta ao modelo de sustentabilidade, já que engloba diversos métodos que buscam diminuir a dependência externa e os danos ambientais, produzindo produtos com maior qualidade e mantendo a valorização do agricultor, com destaque para seus conhecimentos, trabalho e cultura (LIANG *et al.*, 2019; FENG; ZHAO, 2020). Apesar desse contexto, os agricultores desse ramo, principalmente os pequenos produtores, sofrem com uma carência de referências e conhecimentos voltados para a gestão do seu negócio, especialmente quando se trata de informações relevantes sobre o contexto de produção e percentual de produtividade dos seus variados cultivos (FENG; ZHAO, 2020; GÓMEZ-VILLARINO; RUIZ-GARCIA, 2021). Assim, existe uma grande deficiência por parte deles em relação à inclusão de instrumentos e ferramentas que são capazes de auxiliá-los com a mensuração e desempenho contínuo dos fatores econômicos, sustentáveis e produtivos da agricultura orgânica (FENG; ZHAO, 2020; GISSEN *et al.*, 2021).

Neste sentido, infere-se que a avaliação de desempenho na agricultura orgânica é um tema que ainda pode ser explorado com maior amplitude na literatura (GALT *et al.*, 2019; CHEN *et al.*, 2019; AMIRI *et al.*, 2020). A expansão da agricultura orgânica no mundo é um fenômeno recente, retomando os últimos 30 anos. Assim, indicadores e meios de medir seu desempenho ainda não foram devidamente explorados. De um ponto de vista convencional, podemos abordar o sistema produtivo sob a ótica tradicional, permitindo assim associar o desempenho a fatores de produção tradicionais, como capital (financiamento) e disponibilidade de terras (OPITZ *et al.*, 2019). Contudo, fatores específicos da agricultura orgânica (e.g. cooperativismo, produção sazonal, eliminação do uso de agrotóxicos) demandam meios alternativos de avaliação (OPITZ *et al.*, 2017; GALT *et al.*, 2019; CRISTIANO, 2021).

Além disso, os indicadores de desempenho também podem ser usados no contexto da agricultura orgânica para mensurar o impacto gerado aos consumidores finais, chamados de coagricultores (SAVARESE *et al.*, 2020; CSA BRASIL, 2023). Em relação aos coagricultores esses indicadores estão ligados à satisfação com os produtos e a diversidade, a práticas mais saudáveis de alimentação, aos benefícios nutricionais e a mudança da alimentação (SANTANA, 2020). Assim, esses resultados podem trazer aos produtores rurais uma análise capaz de guiar os próximos passos do seu negócio, se constituindo em importantes fontes de informação para decisões futuras.

3. METODOLOGIA

O estudo contempla uma pesquisa de natureza empírica, com objetivos descritivos e explicativos e abordagem quali-quantitativa. A seleção de variáveis de análise foi pautada na técnica estatística *PCA*, já o procedimento técnico utilizado para a análise de eficiência foi a modelagem, proveniente da pesquisa operacional. Os critérios de sustentabilidade das CSAs analisadas formam o conjunto de variáveis que deverão participar da análise, e as dimensões de desempenho, a saber, demográfica, socioeconômica, agrícola, ecológica, recursos naturais, segurança alimentar, participação feminina, certificação e economia circular. Tratam-se,

portanto, dos indicadores de desempenho que foram coletados junto à rede, por meio de um roteiro fechado, construído pelos autores e validado junto a profissionais da área, conforme o Quadro 1. Este era composto por um conjunto de 52 variáveis em que o estudo iniciou sua análise.

Quadro 1 – Indicadores de desempenho de acordo com as dimensões abordadas

Dimensões	Indicadores
Demográfica	Gen_masc, Gen_fem, FEC, Coprod, MFP
Socioeconômica	TE, RA, SMA, AC, DCD, End_prod, MEG, AcT
Agrícola	TEA, ProdP, Qtd_AD, RA_tec, Ccap, Tam_terra, Vol_Prod, Cestas, VM_cesta, Cm_prod, Capacidade_prod, SPG
Ecológica	Adeg, Ccomb, Emb_cons
Recursos naturais	Água_cons, Água_trat
Segurança alimentar	Pdistr, Raio_Atend, Alim_dist, Ali_prod, Canais_div, Parc
Participação feminina	Cop_fem, Escolaridade_fem, m_solteiras, m_casadas, m_divorc, mp_falesc, Mul_gestão
Certificação	Certif
Economia circular	Água_reap, Energ_prod, Resid_trat, AdOrg_prod, Invest_Erenov, Gastos_EE, Resid_compost, Transp_resid

Inputs: Gen_masc (Quantidade de homens); Gen_fem (Quantidade de mulheres); FEC (Média da idade dos agricultores); MFP (Número de membros da família dos produtores); TE (Tempo de existência da CSA); AC (Área total de terra disponível para cultivo); DCD (Distância da propriedade até o centro de distribuição); End_prod (Nível de endividamento dos agricultores); MEG (Número de membros que ocupam cargos na estrutura de governança); AcT (Número de acidentes de trabalho ocorridos por ano); Tam_terra (Tamanho total da terra); VM_cesta (Valor mensal pago pelos membros para a aquisição da cesta); Cm_prod (Custo médio de produção); Adeg (Percentual de áreas degradadas utilizadas para plantio); Ccomb (Consumo mensal de combustíveis); Emb_cons (Número de embalagens consumidas); Água_cons (Volume de água consumido, por mês); Água_trat (Volume de água tratada, por mês); Pdistr (Número de pontos de distribuição); Gastos_EE (Gastos com energia elétrica por mês); Transp_resid (Custos com transporte de resíduos para outras localidades).

Outputs: Coprod (Número de membros/coprodutores); RA (Renda anual por família); SMA (Salário médio do agricultor); TEA (Tempo de experiências dos agricultores); ProdP (Número total de produtos produzidos); Qtd_AD (Quantidade de alimentos desperdiçados); RA_tec (Porcentagem da renda anual investida em tecnologia); Ccap (Número de cursos de capacitação realizados); Vol_Prod (Volume de alimentos produzidos); Cestas (Número de cestas distribuídas, por mês); Capacidade_prod (Capacidade de produção em kg/hectare/mês); SPG (Participação ou não em Sistemas Participativos de Garantia); Raio_Atend (Raio de atendimento em km); Alim_dist (Média de alimentos distribuídos por mês, kg); Ali_prod (Média de alimentos produzidos por mês, kg); Canais_div (Número de canais de divulgação utilizados); Parc (Número de parceiros chaves); Cop_fem (Número de membros/coprodutores da CSA do sexo feminino); m_solteiras (Quantidade de mulheres solteiras); m_casadas (Quantidade de mulheres casadas); m_divorc (Quantidade de mulheres que se divorciaram); mp_falesc (Quantitativo de mulheres, cujos parceiros (as) faleceram); Escolaridade_fem (Nível de escolaridade de mulheres); Mul_gestão (Quantidade de mulheres na gestão); Certif (Número

de certificações dos produtores); Água_reap (Volume de água reaproveitada por mês); Energ_prod (Quantidade de energia produzida na própria propriedade em kWz); Resid_trat (Quantidade de resíduo sólido tratado, em kg/mês); AdOrg_prod (Quantidade de adubo orgânico produzido, em kg/mês); Invest_Erenov (Quantidade de investimentos realizados em energia renovável); Resid_compost (Volume de resíduos compostados em kg);

Fonte: Dos autores (2023)

No estudo foram consultadas 16 CSAs localizadas na região Sudeste brasileira, bem como o período escolhido para a coleta dos dados foi de 12 meses. Estas CSAs foram selecionadas com base no histórico de atuação e representatividade da região de atuação. Como o objetivo deste trabalho envolveu o uso de técnicas matemáticas e estatísticas, de forma complementar, para avaliar o desempenho de das CSAs, a Figura 1, retirada de Peixoto *et al.* (2018), mostra como esta proposta está estruturada empiricamente, segundo três etapas. Trata-se de um modelo genérico e direcionado para proporcionar avanços teóricos e práticos na área de gestão de desempenho, neste caso envolvendo o cenário de Comunidades que Sustentam a Agricultura.

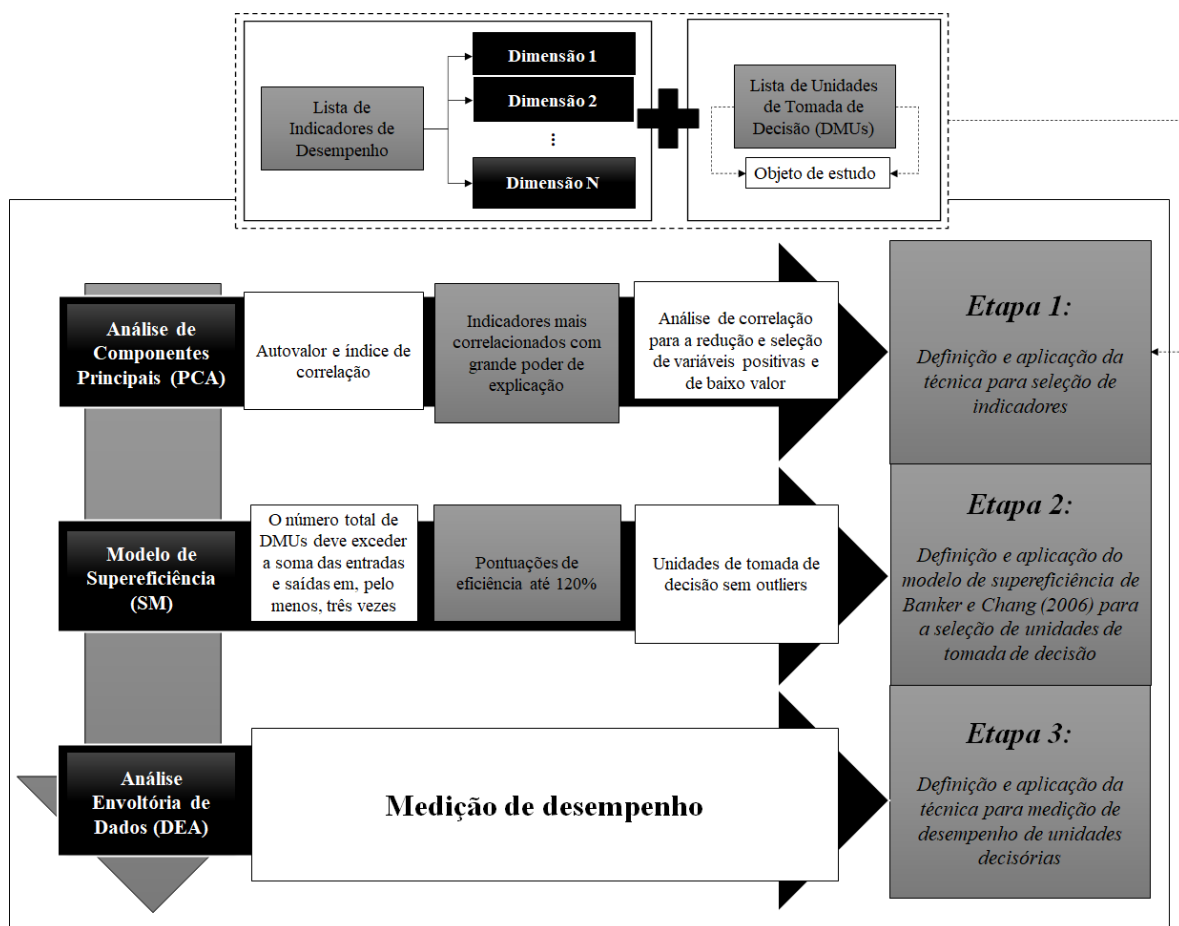


Figura 1 – O modelo proposto PCA-SM-DEA para medição de desempenho

Fonte: Adaptado de Peixoto *et al.* (2018)

A partir da Figura 1, torna-se possível demonstrar uma sequência lógica de três etapas interdependentes e complementares:

- 1) **Primeiro estágio:** aplicação da análise de componentes principais e proposição de índices de desempenho global para a gestão de Comunidades que Sustentam Agricultura - CSAs;
- 2) **Segundo estágio:** aplicação da técnica de análise envoltória de dados;
- 3) **Terceiro estágio:** reaplicação da análise de componentes principais, nos *inputs* e *outputs* do modelo *DEA*, com base na opinião e experiência dos pesquisadores e demais indivíduos que contribuirão para este projeto;

No que diz respeito à perspectiva de avaliação de desempenho deste artigo, tem-se neste cenário formado por unidades de tomada de decisão (DMUs), que a lógica do modelo proposto recorre à definição de uma lista de indicadores de desempenho. Neste sentido, tem-se o conjunto de unidades decisórias dividida em 1 ou N dimensões, ou categorias, enquanto reflexo do processo de coleta de dados. Entretanto, deve-se reforçar que papel das etapas 1 e 2 vão além de entrada para a etapa 3, mas refere-se à proposta de contribuição ao alcance de maior rigor formal na seleção de variáveis e unidades de tomada de decisão.

Em se tratando da análise de componentes principais, no âmbito dos estágios definidos, a equação (1) apresenta sua representação algébrica (JOHNSON; WICHERN, 2007; FERREIRA, 2011), reforçando seu apelo enquanto formulação matemática, a partir das contribuições de Tadayon e Liu (1993) e Hosamani *et al.* (1996) a análise de componentes principais, considerando-se os estágios de pesquisa definidos, voltados a aplicação das técnicas. Frente a isto, tem-se em $Y_i = 1, 2, \dots, p$, referindo-se aos autovetores ($e = 1, 2, \dots, p$), bem como X às variáveis originais ($X = 1, 2, \dots, p$); o número de variáveis deve atender ao critério de ser menor ou igual ao número de componentes principais, de forma que Y_i corresponde à componente principal (SHARMA *et al.*, 2011; SINHA *et al.*, 2011).

$$Y_i = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p \quad (1)$$

Tendo em vista que tal aplicação da *PCA* se realizou envolvendo um conjunto constituído por 52 variáveis, segundo as classificações em *inputs* e *outputs*, cabe ressaltar que foram selecionadas aquelas com os maiores autovetores e , portanto, maiores índices de correlação, em módulo, em relação às três primeiras componentes principais (CP1, CP2 e CP3). Estas foram tabuladas, por meio dos *softwares* de análise estatística *R-Project 4.2.1* e *Rstudio versão 2022.07.2+576*, buscando-se gerar resultados de caráter interessante e que possam agregar à gestão de desempenho de comunidades agrícolas produtoras de alimentos orgânicos, as CSAs. A adoção destas variáveis justifica-se, uma vez que juntas as componentes I, II e III explicam a maior porcentagem da variância total (GRANATO *et al.*, 2018) apresentando, dessa forma, maior poder de explicação, com maiores relevâncias para a realização deste projeto.

Para a realização do segundo estágio, foi adotado o uso da técnica de análise envoltória de dados, a partir do *software PIM-DEA 3.1*. Neste artigo optou-se pelo modelo dos retornos variáveis de escala (BCC), o que significa dizer que os *inputs* aumentam ou diminuem em uma proporção diferente que os *outputs*, respeitando a questão do porte das unidades analisadas. Isso quer dizer que reduções ou incrementos nos *inputs* não geram alterações na mesma proporção nos *outputs*. Além disso, o modelo BCC serve para distinguir entre ineficiência técnica e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescente, decrescente ou constante. Este modelo admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção. Sua formulação matemática é apresentada pela equação (2), adaptada de Cooper *et al.* (2011).

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} - v_0 \quad (\mu, v) \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^s \mu_j y_{j0} = 1 \quad (2.1)$$

$$\sum_{j=1}^s \mu_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + v_0 \leq 0, \forall k \quad (2.2)$$

$$\mu_j, v_i > 0 (\varepsilon), \forall i, j \quad (2.3)$$

v_0 sem restrição de sinal.

Uma vez que a DEA possibilita a adequação das análises, conforme as particularidades do cenário estudado, por meio das opções de orientação para o *input* ou para o *output*, determinou-se que o modelo será orientado para o *output*. Tal fato justifica-se, uma vez que esta se apoia na maximização das saídas resultantes das CSAs, indo além da perspectiva de redução dos *inputs* consumidos. Um último parâmetro importante respeitado neste trabalho diz respeito ao fato de que as variáveis/indicadores de entrada e saída, somados, devem corresponder a um terço do total de DMUs determinadas para análise, possibilitando à DEA, a diferenciação destas unidades na condição de eficientes e ineficientes combinadas (BANKER; MOREY, 1986; BANKER *et al.*, 1989; TANG *et al.*, 2017). Neste sentido, neste artigo pôde-se totalizar um valor igual a 12 DMUs, após a eliminação de 4 CSAs que representavam outliers na análise. Ainda para garantir a qualidade dos resultados gerados, pelo número elevado de indicadores, buscou-se apoio na análise de correlação entre todas as variáveis, entradas e saídas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seleção e classificação de variáveis em entradas e saídas para avaliação de desempenho das CSAs

Inicialmente, foram desconsideradas do roteiro as variáveis em que obteve-se poucas respostas ou muitos dados nulos, partindo de um total de 52 variáveis para um total de apenas 36 variáveis. A fim de reduzir o quantitativo de variáveis consideradas, foi aplicada a técnica de Análise de Componentes Principais (PCA) nesta base de dados de 36 variáveis e obteve-se um índice de variabilidade de 81% para as três primeiras componentes principais. Em seguida, foram selecionadas apenas as variáveis com índice de correlação superior a 70%, restando um total de 11 variáveis para a análise. Logo, o procedimento foi replicado para este novo conjunto de variáveis, observando-se uma variância na ordem de 94% para as componentes CP1, CP2 e CP3.

Posteriormente, destas 11 variáveis foram selecionados apenas 6 indicadores que representam as variáveis mais significativas e correlatas à CP1. É importante ressaltar que as três primeiras componentes principais juntas possuem um alto poder explicativo em razão dos altos valores apresentados para as correlações. Neste sentido as variáveis selecionadas foram número de coprodutores (Coprod), na dimensão “Demográfica”; tempo de existência (TE), número de membros na estrutura de governança (MEG), e acidentes de trabalho (AcT), na

dimensão “Socioeconômica”; demanda média de alimentos (Alim_dist), na dimensão “Segurança alimentar”; e número de coprodutoras (Cop_fem), na dimensão “Participação feminina”. A fim de reduzir ainda mais o conjunto de variáveis para atender às restrições metodológicas da técnica DEA foram selecionadas as variáveis com índices de correlação inferiores a 60%, entre entradas, reduzindo para um conjunto de apenas 4 variáveis, a saber, MEG, AcT, Alim_dist e Cop_fem, com coeficientes de correlação positivos e baixos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Correlação entre as variáveis originais selecionadas para a aplicação do DEA

Correlação	MEG	AcT	Alim_dist	Cop_fem
MEG	1	0.45251939	0.51466288	0.640216471
AcT	0.54772256	1	0.57173529	0.898368730
Alim_dist	0.51466288	-0.08672458	1	0.592355135
Cop_fem	0.64021647	0.54562441	0.59235513	1

Fonte: Dos autores (2023)

O modelo foi considerado satisfatório, pois obteve-se uma correlação alta entre *inputs* e *outputs*, na ordem de 89% entre Cop_fem e AcT. Por outro lado, pode-se ressaltar o alcance de índices de correlação mais baixos entre *inputs*. Entretanto, uma vez que o conjunto amostral de DMUs consideradas foi reduzido, não foi possível uma análise mais abrangente com variáveis de todas as dimensões abordadas no roteiro de pesquisa, a saber, demográfica, socioeconômica, agrícola, ecológica, recursos naturais, segurança alimentar, participação feminina, certificação e economia circular.

4.2 Análise de eficiência técnica pura por meio da aplicação do modelo de Superficiência

A análise da eficiência técnica pura permite a identificação de Unidades de Tomada de Decisão (DMUs) com níveis superiores de eficiência, bem como facilita a realização de comparações entre estas. A Análise Envoltória de Dados (DEA) possibilita uma avaliação das variáveis que mais impactam na eficiência técnica pura das DMUs selecionadas. Dessa maneira, o modelo BCC orientado a outputs visa a maximização de produtos mantendo inalterado a quantidade de insumos. A Figura 2 corresponde ao gráfico dos escores de eficiência técnica pura para cada uma das DMUs consideradas, ou seja, para as 12 CSAs analisadas.

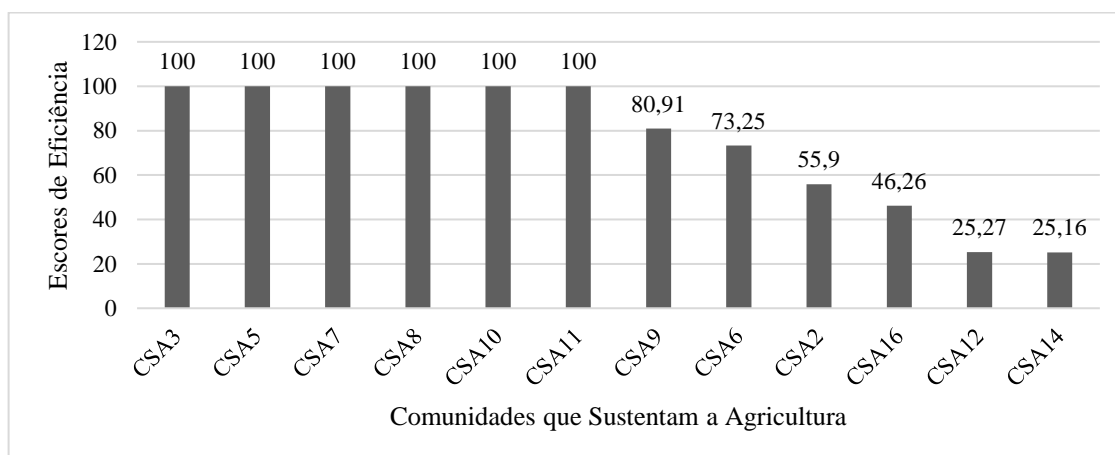


Figura 2 – Escores de eficiência individuais das 12 CSAs *inliers*

Fonte: Dos Autores (2023)

Conforme apresentado na Figura 3, 50% das CSAs analisadas alcançaram a fronteira de eficiência, o que significa que apresentaram uma eficiência máxima (100%) no processo de transformação de seus insumos em produtos. Neste âmbito, foram listadas as CSAs 3, 5, 7, 8, 10 e 11. Já as CSAs 2, 6, 9, 12, 14 e 16 apresentaram desempenho inferior, o que pode estar associado aos valores obtidos pelas variáveis a serem estudadas pela DEA adiante neste estudo.

Desta forma, as variáveis consideradas para a DEA foram o Número de membros na estrutura de governança, Volume de alimentos produzidos e Número de coprodutores. A priori, foram analisadas as 12 CSAs a partir da Figura 3, onde foram listados os alvos para cada DMU e seus valores atuais para o Número de membros na estrutura de governança.

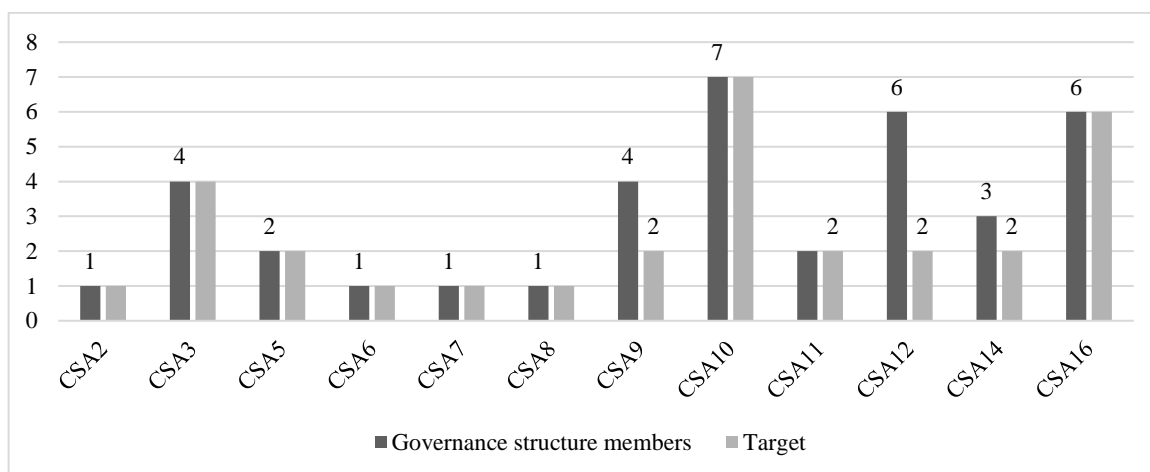


Figura 3 - Alvos para Membros da estrutura de governança

Fonte: Dos Autores (2023)

Com base na Figura 3, apenas as CSAs 9, 12 e 14 obtiveram um desempenho discrepante ao valor alvo considerado ideal para o alcance da fronteira de eficiência. Nestes casos, recomendam-se que haja uma redução na quantidade de membros na estrutura de governança em cada unidade para apenas 2 indivíduos. Dessa forma, o desempenho pode estar sendo comprometido por essa quantidade elevada de membros, ocasionando atrasos em tomadas de decisões importantes. No entanto, a presença de muitos membros na estrutura de governança tem relação com a hierarquia de comando das CSAs que em sua maioria ocorre na presença líderes que compartilham ideias e atividades nos moldes de uma estrutura orgânica ou mista.

Se tratando da variável Número de acidentes de trabalho, em um ambiente de produção intensiva de alimentos, como é o caso das CSAs, é importante que haja um acompanhamento do índice de acidentes ocorridos periodicamente, uma vez que envolve atividades de risco para seus membros, dentre estas, atividades agrícolas, manipulação de ferramentas e cargas, ou até o próprio transporte dos alimentos aos pontos de distribuição. No entanto, esta variável não se mostrou impactante para a falta de desempenho das CSAs, ou seja, todas as CSAs analisadas apresentaram um desempenho satisfatório para a variável em questão, que pode ter relação a contratação de mão de obra de alta qualificação, realização de treinamentos, entre outros.

No que corresponde à variável Volume de alimentos distribuídos, a partir da Figura 4 é possível observar o gap existente para cada CSA analisada entre o valor atual e alvo. Neste âmbito, as CSAs 3, 5, 7, 8, 10 e 11 apresentaram o melhor desempenho para variável Volume de alimentos distribuídos. Isso indica um alinhamento da produção e consumo destas CSAs, onde a quantidade de alimentos distribuídos é compatível a quantidade de alimentos produzidos, não havendo a prática de desperdícios. No entanto, vale ressaltar que caso ocorram

situações pontuais de excesso da produção, há nestas unidades o descarte consciente para a alimentação de animais da própria CSA ou para a fabricação de adubos orgânicos.

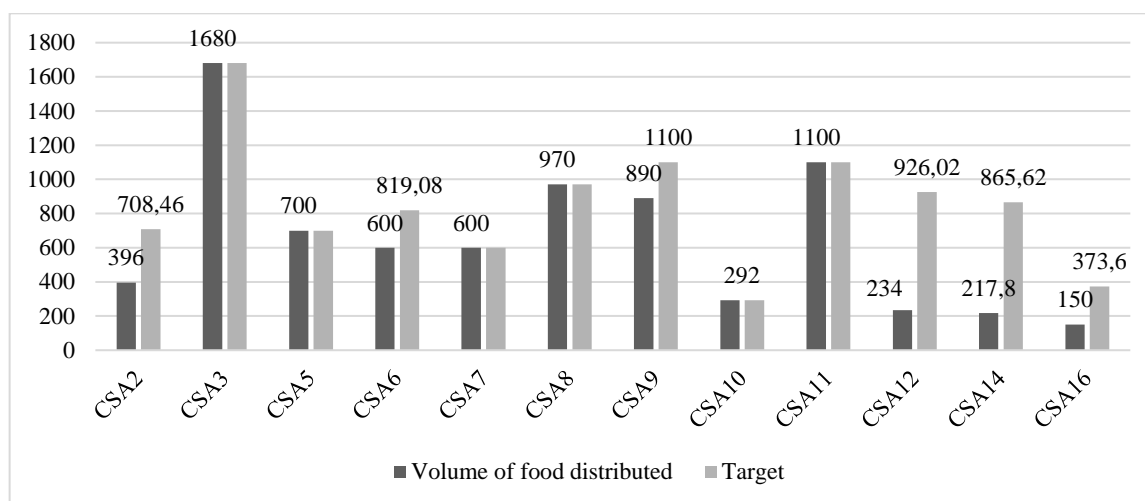


Figura 4 – Alvos para o Volume de alimentos distribuídos

Fonte: Dos Autores (2023)

Ainda conforme a Figura 4, as CSAs 2, 6, 9, 12, 14 e 16 apresentaram um desempenho insatisfatório para a variável Volume de alimentos distribuídos. Além disso, tais CSAs foram consideradas ineficientes de acordo com a análise da Figura 3, o que indica um peso da variável Volume de alimentos distribuídos para a determinação das CSAs eficientes/ineficientes. Dessa forma, tais CSAs obtiveram um valor atual inferior ao alvo para a variável em questão, de modo que são necessários aumentos na quantidade de alimentos distribuídos a fim de alcançar a fronteira de eficiência.

Vale ressaltar o baixo desempenho destas CSAs para a variável Alim_dist, o que revela a presença de dificuldades de escoamento de produtos ou até mesmo um alto índice de desperdício de alimentos. No entanto, conforme verificado anteriormente, a CSA 16 obteve uma correlação elevada para as variáveis MEG e Cop_fem, o que indica uma relação entre a expansão da estrutura de governança e a dificuldade de prospecção de novos coprodutores. De fato, a busca de novos membros para as CSAs corresponde a um dos desafios enfrentados, principalmente por CSAs embrionárias, que iniciaram seu funcionamento recentemente. Isto se deve a principalmente a barreiras de mudança de comportamento da população para hábitos de vida pautados em uma alimentação saudável.

Além disso, pode-se observar para as CSAs consideradas ineficientes baixos escores para a variável Cop_fem, indicando um baixo número de mulheres no conjunto de coprodutores. Dessa maneira, muitas atividades consideradas importantes para a melhoria da qualidade dos alimentos e atendimento dos coprodutores podem ser realizadas por mulheres, no entanto, acabam sendo realizadas por homens o que pode impactar na eficiência destas unidades. Frente a isso, é notável que as mulheres apresentam um nível de atenção, detalhamento e cuidado que não é comum para os homens, fato que pode agregar bastante na linha de produção destas CSAs.

Se tratando da variável Número de membros/coprodutores da CSA do sexo feminino, a Figura 5 corresponde aos valores atuais e alvos obtidos na avaliação das 12 CSAs. Dessa forma, as CSAs 3, 5, 7, 10 e 11 alcançaram o valor alvo, o que indica a presença de um número ideal de coprodutoras para estas unidades.

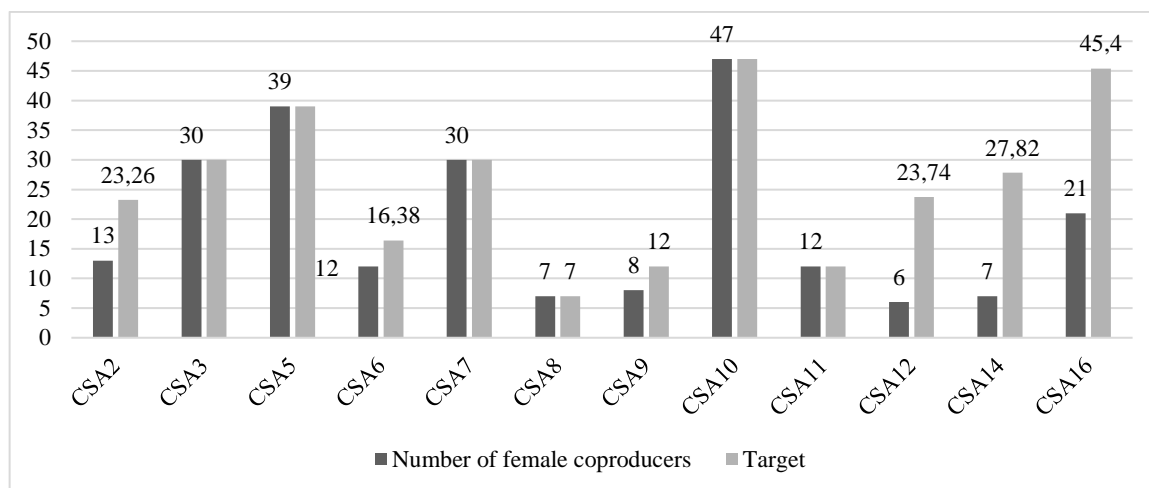


Figura 5 – Alvos para o Número de coprodutoras

Fonte: Dos Autores (2023)

Frente a isso, como apresentado pela Figura 5, algumas CSAs precisam elevar o número de coprodutoras a fim de atingir o nível de eficiência esperado. Neste caso se enquadram as CSAs 2, 6, 9, 12, 14 e 16. Entretanto, vale destacar que o processo de captação de novos coprodutores do sexo feminino para as CSAs muitas vezes é uma das maiores dificuldades encontradas pelos líderes destas. Isto se deve em sua maioria à falta de engajamento da população, falta de recursos, mão de obra qualificada para a realização de divulgações em meios de comunicação, entre outros.

Além disso, no caso específico das CSAs 2 e 6, estas apresentaram baixos escores para a variável MEG, o que confirma a carência destas unidades na quantidade de coprodutoras para a realização de diferentes atividades. As CSAs 9, 12, 14 e 16 já apresentaram um volume maior de membros em sua estrutura de governança, mas ainda assim necessitam de mais membros para a elevação do padrão de desempenho vigente. Outra consideração importante, se trata da relação das CSAs 2, 6, 9 e 14 com a variável *Alim_dist*, em que apresentaram altos escores. Isso, associado ao fato de que é necessário um aumento de coprodutoras nestas CSAs, revela uma sobrecarga de trabalho imposta aos coprodutores atuais.

A produção de alimentos a partir de padrões agroecológicos permite uma reconfiguração do significado da agricultura familiar e, sobretudo, da maneira pela qual a produção de alimentos é vista pelo mundo (DONG *et al.*, 2019; BERNARD *et al.*, 2020; VAZQUEZ-BRUST *et al.*, 2020; SARKAR *et al.*, 2020). No caso das CSAs, ocorre a formação de grupos de coprodutores que se responsabilizam com diferentes atividades agrícolas, administrativas e até econômicas a fim de garantir o acesso dos membros a alimentos saudáveis (DIEKMANN; THEUVSEN, 2022). Dito isto, a dinâmica de produção de alimentos nas CSAs vai ao encontro aos pilares da segurança alimentar. O termo segurança alimentar trata da garantia de acesso físico, social e econômico a alimentos seguros e de qualidade (EL BILALI; ALLAHYARI, 2018).

Embora nas CSAs sejam realizados acompanhamentos econômicos periódicos, estas comunidades não apresentam fins lucrativos, e sim de obtenção de renda e melhoria da condição e qualidade de vida dos agricultores e consumidores, o que ressalta ainda mais seu compromisso com a prática sustentável e agroecológica. Além disso, se tratando do consumo de alimentos, as CSAs consideram importante a oferta de produtos de alta qualidade, mas não permitem que os consumidores exerçam o direito na escolha dos alimentos em suas cestas. Isso garante que sejam consumidos apenas os produtos de cada época específica de cultivo sem que haja uma

violação da capacidade de produção da terra, bem como permitem que os consumidores conheçam novos alimentos, como as Plantas Alimentícias não convencionais (PANCs) que frequentemente são incluídas nas cestas.

A construção de um ambiente propício de produção das CSAs requer um esforço contínuo de seus colaboradores. No entanto, umas das dificuldades destas comunidades se trata da prospecção de novos membros. Neste sentido, o estudo revelou escores satisfatórios para a variável “Número de coprodutores” apenas para a metade das CSAs analisadas. Ou seja, a eficiência destas CSAs depende do número de coprodutores existentes. Segundo Dong *et al.* (2019), construir uma rede social de apoio corresponde a um desafio para as CSAs, pois reflete a sua capacidade de prospecção e comunicação com a população. Se tratando das CSAs ineficientes nesse aspecto, tratam-se de unidades que não apresentam um plano de marketing bem estruturado, o que dificulta a propagação do movimento e conhecimento por parte de novos membros. Em alguns destes casos, mesmo com o uso dos veículos de informação mais recentes há uma dificuldade na prospecção de membros, uma vez que faltam colaboradores capacitados e comprometidos com o gerenciamento do conteúdo compartilhado.

Galt *et al.* (2019) em um estudo sobre a satisfação de membros das CSAs, investiga as causas pelas quais alguns membros deixam de participar do movimento, separando-as em categorias endógenas (que têm relação com as experiências vividas na CSA) e exógenas (que têm relação com circunstâncias genéticas e pessoais). O estudo revelou que a customização de cestas pode auxiliar na retenção de membros nas CSAs, no entanto, reitera que o sucesso de uma CSA está relacionado a criação de uma cultura agroecológica em um conjunto de pessoas que já estejam conscientes quanto aos hábitos alimentares saudáveis (GALT *et al.*, 2019).

Nesse âmbito, assim como Galt *et al.* (2019), este estudo apresentou algumas similaridades quanto as razões que levam muitas pessoas a se tornarem coprodutores, dentre elas, a preferência por alimentos de origem orgânica, a praticidade das cestas, a colaboração com a prática agroecológica e sustentável. Entretanto, estes estudos também compartilham as razões de afastamento de membros, dentre elas, a impossibilidade de escolha de alimentos que compõe as cestas, frequência de abastecimento, quantidade distribuída e preço elevado.

Vale ressaltar que mesmo havendo um compromisso familiar com a produtividade das CSAs, a participação feminina é um aspecto que demanda incentivos, uma vez que para a maioria das CSAs analisadas foram observados baixos escores para a variável Cop_fem. Conforme Mulema *et al.* (2019), o espaço das mulheres na agricultura familiar tem sido apagado pela falta de reconhecimento de suas atividades. No entanto, cabe lembrar que as mulheres acabam por exercer diferentes tipos de trabalhos com relação direta ao campo ou não. Neste sentido, são elas em sua maioria as responsáveis pela manutenção da ordem de seus lares bem como pelo desempenho de atividades agrícolas como coprodutoras. Segundo Doss *et al.* (2018), a participação feminina ganha expressividade em cursos e feiras de agronegócio, em que boas práticas de produção, conservação e comercialização dos alimentos é compartilhada. Ainda de acordo com Uduji *et al.* (2019), as mulheres apresentam maior relação com atividades não remuneradas, se comprometendo com a capacitação e atualização de informações. Entretanto, esta dinâmica ocorre de maneira parcial para as CSAs analisadas, pois todos os casais de agricultores são remunerados.

Neste contexto, a participação feminina ainda colabora para a redução no quantitativo de acidentes de trabalho ocorridos na prática agrícola e em outras atividades das CSAs. Segundo Mulema *et al.* (2019), as mulheres demonstram uma capacidade de organização e foco na atividade que não é percebida no gênero masculino. No caso das CSAs analisadas, todas apresentaram baixo volume de membros do sexo feminino dentre o conjunto de coprodutores, no entanto, também foi verificado um valor reduzido de acidentes de trabalho. Vale ressaltar o

maior nível de rigor na qualidade percebida dos alimentos produzidos e comercializados, fato que está associado a mão de obra feminina nas CSAs (DOSS *et al.*, 2018; UDUJI *et al.*, 2019).

Além disso, a capacitação de membros é um aspecto influenciador para a redução de acidentes de trabalho. De acordo com El Bilali e Allahyari (2018), a busca de conhecimento e implementação de novas tecnologias impactam positivamente as atividades agrícolas bem como trazem benefícios para os consumidores, visto que estes fatores potencializam o alcance de melhores resultados de produtividade e qualidade dos alimentos. Todavia, nas CSAs analisadas foi registrado um investimento médio em tecnologia de 15%, o que indica uma lacuna ainda em desenvolvimento. Neste caso, as tecnologias implantadas podem auxiliar na maior produtividade com a redução no gasto com insumos por exemplo (Salam; Shah, 2019). Em relação a redução de acidentes de trabalho, a capacitação promove a criação de uma cultura de boas práticas entre os membros de uma CSA, elevando o desempenho das unidades.

A melhoria de desempenho é um objetivo que pode ser alcançado de diferentes maneiras em uma CSA. Para tanto, a utilização de metodologias de apoio a mensuração de eficiência como a Análise Envoltória de Dados (DEA) tem grande contribuição, ao revelar quais unidades são consideradas ineficientes e, sobretudo, o gap existente entre o valor alvo e atual de cada variável original considerada (XIAOLIN *et al.*, 2017). Xiaolin *et al.* (2017) em seu estudo sobre avaliação de desempenho de áreas produtoras de grãos avaliou 17 commodities a fim de trazer melhorias para a política agrícola chinesa. Nesse sentido, metade das propriedades analisadas foram consideradas eficientes, o que tem relação com a baixa produtividade geral da escala em nível de província. No entanto, o estudo das CSAs se difere por apresentar uma análise focada no modelo BCC orientado a outputs e não como apresentado por Xiaolin *et al.* (2017), uma análise conjunta dos modelos BCC e CCR.

Vale destacar, dentre o conjunto de variáveis originais selecionadas neste estudo, a variável MEG, que trata da formação de uma estrutura de governança para a administração das CSAs. Neste contexto, as CSAs que alcançaram a fronteira de eficiência determinada pela DEA apresentaram baixo número de membros em sua estrutura de governança. Isso indica uma maior fluidez dos processos de liderança e de tomadas de decisões à medida que a estrutura de governança sofre reduções. De acordo com Diekmann e Theuvsen (2022), uma estrutura hierárquica não representa totalmente a dinâmica de funcionamento das CSAs, todavia a existência de líderes facilita a comunicação e tomadas de decisões em curto prazo. Dessa forma, uma estrutura mista tem sido mais aceitável dentre as CSAs analisadas, sob a presença de líderes, mas com a participação de todos os membros nas tomadas de decisões.

O apoio dos coprodutores corresponde a um aspecto importante para o sucesso das CSAs, no entanto, isto pode ser potencializado com a formação de uma rede de parceiros-chaves. Neste contexto, as CSAs analisadas não apresentaram bons desempenhos para a quantidade de parceiros-chaves existentes. Dito isso, o fato de apresentarem poucos canais de divulgação pode ter impactado negativamente o alcance de um número maior de parcerias. De acordo com Cechin *et al.* (2021), muitas pessoas ao fazerem parte de uma CSA se queixam pela falta de conhecimento e contato anterior com o movimento.

Uma das possibilidades de expansão da rede de parcerias contempla o investimento no processo de distribuição de alimentos. Nas CSAs a distribuição das cestas é realizada com o auxílio de coprodutores e pontos de distribuição que consistem em parcerias já estabelecidas. Entretanto, pouco tem sido explorado na divulgação do movimento durante este processo, de modo que a informação fica restrita aos parceiros já consolidados e coprodutores existentes (SAVARESE *et al.*, 2020). Além disso, quando a informação é passada adiante, ainda há barreiras impostas ao movimento que estão relacionadas a falta de tempo para cozinhar, ao

preço e frequência de distribuição, ao formato de pagamento a partir de cotas periódicas, entre outras.

Se tratando do aspecto sustentável, as CSAs se comprometem com a reutilização de todo o alimento que não é distribuído. Dessa forma, para a amostra de CSAs analisada foi verificado um baixo volume de alimentos desperdiçados. No entanto, há um esforço para a produção de adubo orgânico a partir desse volume desperdiçado que pode ser incorporado no plantio de novos alimentos. Além disso, a utilização de embalagens reutilizáveis é outra preocupação do movimento, de modo que o consumo de embalagens plásticas é reduzido constantemente a fim de promover menos riscos a degradação do meio ambiente.

Por fim, foi verificado que as CSAs contribuem para a estabilidade da renda dos agricultores na manutenção de seus plantios e incentiva a permanência das pessoas no campo. Para Paul (2019) e Amiri *et al.* (2020) a melhoria da renda de agricultores contempla um dos grandes avanços com a implementação do movimento das CSAs, visto que a agricultura familiar tem sofrido ameaças relacionadas a falta de mão de obra no campo, redução dos preços pagos ao agricultor e elevação do custo dos insumos. Dentre a amostra analisada, todas as CSAs apresentaram um valor fixo mensal pago aos agricultores que varia conforme o tempo de experiência destes e a demanda existente. Segundo Chen *et al.* (2019), com a vigência das CSAs os agricultores operam com maior liberdade suas atividades diárias visto que a responsabilidade com outras atividades como distribuição, inspeção e administração são compartilhadas com os coprodutores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As CSAs têm ocupado uma nova lacuna para a produção de alimentos, pautada na produção orgânica e sustentável, onde tanto a qualidade dos alimentos quanto a preservação do ambiente são igualmente importantes. Logo, estudo ao propor uma análise da desempenho das CSAs da região Sudeste do Brasil, alcançou seu objetivo identificando com efeito as DMUs eficientes e ineficientes. Considerando o forte apelo sustentável e relevância do tema para alcance de formas alternativas de produção de alimentos, este estudo contribui de diferentes formas para que haja melhorias neste processo.

As contribuições sociais do estudo reiteram sobre como são relevantes e impactantes a busca por hábitos de vida saudáveis através da alimentação de qualidade. As contribuições gerenciais permitem identificar pontos de melhoria pautados nas variáveis originais selecionadas, a saber, “Número de membros na estrutura de governança (MEG)”, “Número de acidentes de trabalho (AcT)”, “Quantidade de alimentos distribuídos - kg/mês (Alim_dist)” e “Número de membros das CSAs do sexo feminino (Cop_fem)”. As contribuições teóricas tratam-se da triangulação metodológica como entre as técnicas *PCA* e *DEA*, e a apresentação de um conjunto de convergências e divergências com a literatura existente no campo.

O estudo também apresentou algumas limitações. Por exemplo, o tempo de coleta de dados variou bastante entre os informantes, o que elevou o tempo médio de resposta bem como o prazo de realização da pesquisa. Outra limitação correspondeu à resistência de algumas CSAs em momentos iniciais para o compartilhamento de informações. Vale ressaltar a restrição da técnica *DEA*, em que o número de variáveis devem ser três vezes menor que o número de unidades de análise (DMUs).

A construção de uma agenda de estudos futuros também é uma contribuição desta pesquisa. Sugerimos inicialmente a realização de pesquisas que contemplem a replicação da metodologia utilizada para outras regiões do país ou até mesmo para outro campo de conhecimento. Em segundo plano, a realização de pesquisas pautadas em novas metodologias,

a fim de agregar a análise feita para a região Sudeste. Outra iniciativa interessante se baseará na realização de estudos de viabilidade econômica e de simulação a fim de ofertar uma análise do ponto de vista econômico mais completa sobre as possibilidades de implantação e expansão de algumas unidades. O artigo contribui para acadêmicos e profissionais interessados na temática e pode também ser utilizado por elaboradores de políticas públicas a fim de fomentar esse tipo de arranjo produtivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal de Viçosa/Campus de Rio Paranaíba – UFV/CRP, à Universidade Federal de Lavras – UFLA, ao Grupo de Pesquisa em Eficiência Energética e Sustentabilidade – GREENS e à Universidade de Brasília (UnB) pelo apoio na construção desta pesquisa. Agradecemos também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **IBGE: insegurança alimentar grave atinge 10,3 milhões de brasileiros**. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-09/ibge-inseguranca-alimentar-grave-atinge-103-milhoes-de-brasileiros>. Acesso em: 22 mar. 2023.

AMIRI, Alireza et al. Food system sustainability investigation using system dynamics approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, p. 124040, 2020.

BANKER, Rajiv D.; MOREY, Richard C. Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. **Operations research**, v. 34, n. 4, p. 513-521, 1986.

BANKER, Rajiv D. et al. An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses. **Research in governmental and nonprofit accounting**, v. 5, n. 1, p. 125-163, 1989.

BERNARD, Kévin; BONEIN, Aurélie; BOUGHERARA, Douadia. Consumer inequality aversion and risk preferences in community supported agriculture. **Ecological Economics**, v. 175, p. 106684, 2020.

CECHIN, Andrei; DA SILVA ARAÚJO, Victor; AMAND, Louise. Exploring the synergy between Community Supported Agriculture and agroforestry: Institutional innovation from smallholders in a Brazilian rural settlement. **Journal of Rural Studies**, v. 81, p. 246-258, 2021.

CHABERT, Ariane; SARTHOU, Jean-Pierre. Conservation agriculture as a promising trade-off between conventional and organic agriculture in bundling ecosystem services. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 292, p. 106815, 2020.

CHEN, Junhong et al. Factors affecting the dynamics of community supported agriculture (CSA) membership. **Sustainability**, v. 11, n. 15, p. 4170, 2019.

COOPER, W. W., SEIFORD, L. M. & ZHU, J. Handbook on data envelopment analysis. Springer; (2011).

CSA BRASIL. **CSA é um caminho que proporciona mais sustentabilidade**. 2023. Disponível em: <https://csabrasil.org/csa/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

DIEKMANN, Marie; THEUVSEN, Ludwig. Value structures determining community supported agriculture: Insights from Germany. In: **Rethinking Food System Transformation**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. p. 83-96.

DONG, Huan; CAMPBELL, Benjamin; RABINOWITZ, Adam N. Factors impacting producer marketing through community supported agriculture. **Plos one**, v. 14, n. 7, p. e0219498, 2019.

DOSS, Cheryl et al. Women in agriculture: Four myths. **Global food security**, v. 16, p. 69-74, 2018.

EL BILALI, Hamid; ALLAHYARI, Mohammad Sadegh. Transition towards sustainability in agriculture and food systems: Role of information and communication technologies. **Information Processing in Agriculture**, v. 5, n. 4, p. 456-464, 2018.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora Ufla, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **SOFI 2021: Relatório da ONU destaca impactos da pandemia no aumento da fome no mundo**. 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1415747/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

GALT, Ryan E. et al. The (un) making of “CSA people”: Member retention and the customization paradox in Community Supported Agriculture (CSA) in California. **Journal of Rural Studies**, v. 65, p. 172-185, 2019.

GÓMEZ-VILLARINO, María Teresa; RUIZ-GARCIA, Luis. Adaptive design model for the integration of urban agriculture in the sustainable development of cities. A case study in northern Spain. **Sustainable Cities and Society**, v. 65, p. 102595, 2021.

GRANATO, Daniel et al. Use of principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods: A critical perspective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 72, p. 83-90, 2018.

HOSAMANI, S. B.; HIREMATH, G. K.; SASTRY, KN Ranganath. Financial dimensions influencing the performance of a RRB: Principal Component Approach. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 9, n. 4, p. 43-46, 1996.

JOHNSON, R. A. & WICHERN, D. V. Applied multivariate statistical analysis. (6th ed). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall. (2007).

MULEMA, Annet A. et al. Women farmers’ participation in the agricultural research process: implications for agricultural sustainability in Ethiopia. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 17, n. 2, p. 127-145, 2019.

OPITZ, Ina et al. Consumer-producer interactions in community-supported agriculture and their relevance for economic stability of the farm—An empirical study using an Analytic Hierarchy Process. **Journal of rural studies**, v. 68, p. 22-32, 2019.

PAUL, Mark. Community-supported agriculture in the United States: Social, ecological, and economic benefits to farming. **Journal of Agrarian Change**, v. 19, n. 1, p. 162-180, 2019.

PEIXOTO, Maria Gabriela Mendonça; MUSETTI, Marcel Andreotti; MENDONÇA, Maria Cristina Angélico. Multivariate analysis techniques applied for the performance measurement of Federal University Hospitals of Brazil. **Computers & industrial engineering**, v. 126, p. 16-29, 2018. doi.org/10.1016/j.cie.2018.09.020

SALAM, Abdul; SHAH, Syed. Internet of things in smart agriculture: Enabling technologies. In: **2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)**. IEEE, 2019. p. 692-695.

SARKAR, Deepranjan et al. Low input sustainable agriculture: A viable climate-smart option for boosting food production in a warming world. **Ecological Indicators**, v. 115, p. 106412, 2020.

SAVARESE, Mariarosaria; CHAMBERLAIN, Kerry; GRAFFIGNA, Guendalina. Co-creating value in sustainable and alternative food networks: The case of community supported agriculture in New Zealand. **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 1252, 2020.

SHARMA, Navin et al. Predicting solar generation from weather forecasts using machine learning. In: **2011 IEEE international conference on smart grid communications (SmartGridComm)**. IEEE, 2011. p. 528-533.

SINHA, Sanjana et al. Digital video watermarking using discrete wavelet transform and principal component analysis. **International Journal of Wisdom Based Computing**, v. 1, n. 2, p. 7-12, 2011.

TADAYON, Farhad; LIU, Ming C. Principal component analysis: a tool for assembly management. **Computers & industrial engineering**, v. 25, n. 1-4, p. 77-80, 1993. doi.org/10.1016/0360-8352(93)90225-M

UDUJI, Joseph Ikechukwu; OKOLO-OBASI, Elda N.; ASONGU, Simplicie A. Corporate social responsibility and the role of rural women in sustainable agricultural development in sub-Saharan Africa: Evidence from the Niger Delta in Nigeria. **Sustainable Development**, v. 27, n. 4, p. 692-703, 2019.

VAZQUEZ-BRUST, Diego et al. The governance of collaboration for sustainable development: Exploring the “black box”. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p. 120260, 2020.

TANG, Xiaolin et al. Application of the DEA on the performance evaluation of the agricultural support policy in China. **Agricultural Economics**, v. 63, n. 11, p. 510-523, 2017.