

**PROGRAMA PROPRIEDADE RURAL SUSTENTÁVEL: A INFLUÊNCIA DA
CERTIFICAÇÃO NOS ÍNDICES DE ECOEFICIÊNCIA****Katia Dalcero***Universidade Federal De Santa Catarina***Denize Demarche Minatti Ferreira***Universidade Federal De Santa Catarina***Resumo**

O estudo tem como objetivo verificar se a certificação pelo Programa Propriedade Rural Sustentável influencia nos índices de ecoeficiência das pequenas propriedades suinícolas cooperativistas catarinenses. A amostra do estudo é formada pelas propriedades rurais vinculadas a Cooperativa A1, localizada na região Oeste do estado de Santa Catarina. O cálculo dos índices de ecoeficiência foi realizado por meio da utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA). Para analisar a influência de outros determinantes como indicadores econômicos e socioambientais, nos índices de ecoeficiência e, responder a hipótese desenvolvida no estudo foi utilizado o modelo regressão de dados em painel (pooled). Os principais resultados apontaram que as propriedades possuem níveis altos de ecoeficiência. Em relação ao teste da hipótese, os resultados não rejeitam H1 que verifica se as propriedades certificadas apresentam índices maiores de ecoeficiência em relação as propriedades não certificadas. Esses resultados podem indicar que incentivos por meio de certificação de cooperativas podem ser promissores tanto para as pequenas propriedades quanto para o meio ambiente.

Palavras-chave: Ecoeficiência; Propriedades Suinícolas; Cooperativas Agropecuárias; Sustentabilidade; DEA

**PROGRAMA PROPRIEDADE RURAL SUSTENTÁVEL: A INFLUÊNCIA DA
CERTIFICAÇÃO NOS ÍNDICES DE ECOEFICIÊNCIA****RESUMO**

O estudo tem como objetivo verificar se a certificação pelo Programa Propriedade Rural Sustentável influencia nos índices de ecoeficiência das pequenas propriedades suínolas cooperativistas catarinenses. A amostra do estudo é formada pelas propriedades rurais vinculadas a Cooperativa A1, localizada na região Oeste do estado de Santa Catarina. O cálculo dos índices de ecoeficiência foi realizado por meio da utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA). Para analisar a influência de outros determinantes como indicadores econômicos e socioambientais, nos índices de ecoeficiência e, responder a hipótese desenvolvida no estudo foi utilizado o modelo regressão de dados em painel (*pooled*). Os principais resultados apontaram que as propriedades possuem níveis altos de ecoeficiência. Em relação ao teste da hipótese, os resultados não rejeitam H1 que verifica se as propriedades certificadas apresentam índices maiores de ecoeficiência em relação as propriedades não certificadas. Esses resultados podem indicar que incentivos por meio de certificação de cooperativas podem ser promissores tanto para as pequenas propriedades quanto para o meio ambiente.

Palavras-chaves: Ecoeficiência; Propriedades Suínolas; Cooperativas Agropecuárias; Sustentabilidade; DEA.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é fundamental para a economia brasileira, beneficiando diferentes grupos da sociedade (Cohen, 2019). Conforme o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), o agronegócio apresentou participação no PIB de R\$1.552.995 bilhões em 2019, aumento de 3,81% em relação ao ano de 2018 e, a pecuária representa R\$494.756 bilhões, incluindo todas as atividades envolvidas (insumos, agropecuária, indústria e serviços), totalizando um aumento de 23,71% em comparação ao ano de 2018.

A produção de carne suína no quarto trimestre de 2019 abateu 11,87 milhões de suínos, configurando um aumento de 6,1% em relação ao quarto trimestre de 2018 (IBGE, 2020). O sul do país destaca-se, pois é responsável por 65,3% dos abates e, o estado de Santa Catarina líder nacional com 26,8% (IBGE, 2019). Lopes (2019, p. 2) destaca que “pesaram para esse aumento os reflexos positivos para a demanda e preços da epidemia de peste suína africana na China e sobre o mercado global de carnes”.

O aumento possui influência direta na demanda pelos recursos naturais (Lassaletta et al., 2019), onde os mercados precisam aprimorar os critérios de utilização dos mesmos. Assim, surge a necessidade de implementar práticas e programas de manejo sustentável, incentivando os produtores rurais na busca da inovação que proporcionem benefícios econômicos, ambientais e sociais, viabilizando a continuidade da atividade e o desenvolvimento sustentável (Lubell, Hillis, & Hoffman, 2011).

Um dos instrumentos que afere a relação entre os três aspectos da sustentabilidade (econômicos, ambientais e sociais) é a ecoeficiência que auxilia as organizações na busca do desenvolvimento sustentável e criação de valor de suas atividades e mede o impacto em funcionários, clientes, fornecedores, meio ambiente e comunidade (ISAR, 2004). Este instrumento é utilizado para avaliar a sustentabilidade e o uso eficiente dos recursos naturais nas atividades produtivas em diferentes setores da economia (Huppel & Ishikawa, 2005).

As discussões sobre a ecoeficiência começaram na década de 1970 (Figge & Hahn, 2004b) quando se utilizava o termo “eficiência ecológica” ou “eficiência ambiental” e se referiam especificamente ao uso eficiente dos recursos naturais (Freeman, Haveman, & Kneese, 1973). A investigação da relação entre geração de benefícios econômicos, utilização dos

recursos naturais e os impactos ambientais gerados pelas atividades produtivas iniciou na década de 1970, com o estudo de McIntyre e Thornton (1974, 1978) que verificou a relação das pressões ambientais e o valor econômico gerado pelas atividades.

As organizações agropecuárias utilizam a avaliação da ecoeficiência para estimar processos produtivos, implantar novas tecnologias e desenvolver políticas que visem o crescimento sustentável (van Passel, Nevens, Mathijs, & Van Huylenbroeck, 2007). Neste contexto, os programas de certificação trazem benefícios financeiros, econômicos e melhorias ambientais para as propriedades agropecuárias (Tran & Goto, 2018). O Programa Propriedade Rural Sustentável, desenvolvido no ano de 2016 por uma agroindústria da região Oeste de Santa Catarina busca de maneira integrada com as cooperativas filiadas e produtores rurais cooperativistas, a implantação do manejo produtivo sustentável (Business, 2019).

A avaliação da ecoeficiência permite melhores condições no processo de tomada de decisão, introdução de novas políticas e investimentos e, inovações tecnológicas na busca da criação de valor sustentável (Burritt, Herzig, & Tadeo, 2009; Schaltegger & Burritt, 2010). Assim, é necessário medidas que verifiquem a contribuição das organizações para a sustentabilidade e nessa mesma linha de pensamento, van Passel et al. (2007) afirmam que as organizações contribuem para a sustentabilidade quando os benefícios gerados (econômicos, sociais e ambientais) excederem a soma dos custos internos e externos da atividade. A implantação de mecanismos de avaliação da sustentabilidade nas organizações produtivas agropecuárias, em especial nas propriedades rurais é incentivada pelas cooperativas, uma vez que são responsáveis pela inserção dos pequenos e médios produtores nos mercados. Deste modo, as cooperativas agropecuárias desempenham papel importante em muitas regiões do país para o desenvolvimento econômico, social e ambiental (Ferreira & Braga, 2004).

A maioria das propriedades cooperativistas possuem características da agricultura familiar, que conforme Lei 11.326/2006, na agricultura familiar as propriedades com área menor a quatro módulos fiscais, mão de obra predominante familiar, renda mínima da família proveniente da atividade e que a gestão é desempenhada por um membro da família (Brasil, 2006). Além disso, as propriedades familiares enquadram-se nas linhas de financiamento do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) (Dorregão, Salvaro, & Estevam, 2019)

É importante verificar a ecoeficiência do processo produtivo de criação de suínos, principalmente na região Oeste catarinense para auxiliar em pesquisas que avancem no desenvolvimento de políticas que visem contribuir para o crescimento econômico e a preservação dos recursos naturais. Diante do exposto, a pergunta que norteia a presente pesquisa é: Quais os efeitos da certificação nos índices de ecoeficiência das pequenas propriedades suinícolas cooperativistas catarinenses certificadas pelo Programa Propriedade Rural Sustentável? Logo, o objetivo é analisar os efeitos da certificação pelo Programa Propriedade Rural Sustentável nos índices de ecoeficiência das pequenas propriedades suinícolas cooperativistas catarinenses.

O estudo justifica-se pela importância de se avaliar a sustentabilidade das propriedades familiares suinícolas, utilizando a ecoeficiência, o que possibilita o desenvolvimento e aplicação de novos e mais adequados processos produtivos, que acarretam benefícios econômicos, ambientais e sociais. Contribui também para a formulação de políticas que visem a redução das pressões ambientais que podem restringir a atividade econômica (Picazo-Tadeo, Gómez-Limón, & Reig-Martínez, 2011).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Instrumentos de avaliação da sustentabilidade

Figge e Hahn (2004) afirmam que nas discussões sobre sustentabilidade em nível macroeconômico, no que tange a utilização dos recursos naturais das atividades produtivas, se

utiliza a abordagem da teoria dos capitais, adotada inicialmente nas pesquisas de Harte (1995), Prugh et al. (1999) e Stern (1997).

Conforme a teoria dos capitais, o conceito de sustentabilidade pode ser dividido entre “fraca e forte” de acordo com a substituição dos capitais, que se caracteriza segundo, Norton e Toman (1997) e Stern (1997) como a principal diferença entre as duas. A sustentabilidade “fraca” aborda todos os capitais e, a falta de um deles pode levar a substituição por qualquer outro excedente. Enquanto a sustentabilidade “forte” determina que os capitais não são substituíveis, assim têm-se a necessidade da preservação dos mesmos, onde os capitais se complementam entre si (Figge & Hahn, 2004a).

Callens e Tyteca (1999) sugerem duas das abordagens mais utilizadas para a medição da sustentabilidade, as medidas absolutas e relativas. As medidas absolutas verificam a contribuição das organizações subtraindo os custos socioambientais dos benefícios gerados pelas atividades, podendo estar relacionados aos custos (Gray, 1992). Assim, uma organização contribui para a sustentabilidade no momento em que os benefícios excederem os custos socioambientais internos e externos, constituindo o “valor agregado líquido”, onde o valor econômico agregado é ajustado pelos custos ambientais externos causados pelas atividades da organização, em que custos e benefícios precisam ser expressados na mesma unidade de medida, ou seja, é necessário monetizar os impactos socioambientais (Figge & Hahn, 2004a; Hahn, Figge, Liesen, & Barkemeyer, 2010).

As medidas absolutas de sustentabilidade do ponto de vista teórico, conseguem sintetizar as exigências dos capitais do nível macro para medidas de avaliação em níveis micros, porém podem apresentar limitações: (i) a monetização dos impactos socioambientais é complexa (Callens & Tyteca, 1999); (ii) não evidencia se a organização contribuiu para a sustentabilidade (Figge & Hahn, 2004a) e, (iii) as medidas resultam da sustentabilidade “fraca”, as quais levam em consideração a substituição dos capitais nas decisões individuais ou institucionais relacionadas as dimensões de sustentabilidade não analisadas de maneira integrada (Feindt, 2000; Figge & Hahn, 2004a).

As medidas relativas permitem verificar a contribuição das organizações para a sustentabilidade ao avaliar a geração dos benefícios econômicos por unidade de impacto ambiental e, a ecoeficiência é uma das medidas mais empregadas para a avaliação da sustentabilidade (Figge & Hahn, 2004a, 2013; van Passel et al., 2007).

A teoria dos capitais para a avaliação da sustentabilidade sugere duas formas de aplicações referentes a (i) análise dos impactos ambientais causados pela atividade e, (ii) a orientação pelo ônus ou pelo valor. A primeira se concentra em analisar os custos e/ou danos causados pela atividade econômica em detrimento a outro conjunto de impacto ambiental, por considerar que os recursos dos capitais são substituídos um pelos outros. A segunda analisa “quanto de valor” é criado por um conjunto de impactos ambientais, abordagem que adota a análise da utilização dos recursos em comparação a outras organizações, os quais precisam ser alocados de maneira eficiente (Figge & Hahn, 2004b).

Estas medidas precisam combinar indicadores das três dimensões da sustentabilidade, e ainda combinar os níveis macro e microeconômicos (Kaufmann e Cleveland 1995; Jollands Lermitt e Petterson, 2004). Nos últimos anos foram propostas medidas para avaliação da sustentabilidade, porém mais concentradas nos níveis macroeconômicos, por exemplo: pegada ecológica, economia genuína, índice de bem-estar econômico sustentável e painel de sustentabilidade (van Passel et al., 2007). Sendo, portanto, necessário avançar na avaliação em níveis organizacionais e principalmente verificar qual é a contribuição das empresas para a sustentabilidade, já que é nas organizações que ocorrem as atividades produtivas que mais consomem diferentes recursos.

Van Passel et al. (2007) afirmam que é importante aferir a sustentabilidade das propriedades agropecuárias, a fim de fornecer orientação para a tomada de decisões,

fundamental para a garantia da continuidade da atividade (Dantsis, Douma, Giourga, Loumou, & Polychronaki, 2010). De acordo com Lewandowski, Härdtlein e Kaltschmitt (1999), sustentabilidade agropecuária é a forma de manejo e utilização dos recursos naturais e manutenção dos ecossistemas, com integração econômica, ambiental e social nos níveis locais, nacionais e global sem causar prejuízos.

A implementação de práticas e processos de produção sustentáveis e sua avaliação, necessitam da interação entre propriedades agropecuárias e a sociedade, criando mecanismos de avaliação pelos agricultores e/ou pecuaristas e *stakeholders* (Coteur, Marchand, Debruyne, Dalemans, & Lauwers, 2016), muitas vezes impulsionadas pelos padrões de qualidade das agroindústrias e seus clientes (Meynard et al., 2017).

A avaliação da sustentabilidade agropecuária representa um processo complexo com variáveis inter-relacionadas com o propósito de auxiliar a tomada de decisão e aprimorar as políticas que incentivam práticas de manejos produtivos menos agressivas ao meio ambiente (Dantsis et al., 2010; E. Galdeano-Gómez, Aznar-Sánchez, Pérez-Mesa, & Piedra-Muñoz, 2017; Sala, Ciuffo, & Nijkamp, 2015). O referido processo leva em consideração as análises dos sistemas produtivos agropecuários (unidade de produção e localização) para avaliação da sustentabilidade (Gómez-Limón & Sanchez-Fernandez, 2010).

2.2 Ecoeficiência: Estudos relacionados

A ecoeficiência é um dos instrumentos mais utilizados nas pesquisas acadêmicas para análise da sustentabilidade em diferentes setores da economia (Huang, Xia, Yu, & Zhang, 2018; Huppel & Ishikawa, 2005), considerada uma medida relativa de sustentabilidade (Figge & Hahn, 2004a).

O conceito de ecoeficiência começou a ser abordado na década de 1970, nas pesquisas de Freeman, Haveman e Kneese (1973) para verificar a eficiência ambiental dos negócios (Mu, Kanellopoulos, van Middelaar, Stilmant, & Bloemhof, 2018) devido à escassez dos recursos naturais e da necessidade da sua utilização eficiente (Figge & Hahn, 2013).

Esta abordagem voltou a ser discutida e agregou a relação entre o desempenho econômico e os impactos ambientais negativos das atividades, por meio das pesquisas de Schaltegger e Sturm (1990) e Schaltegger (1996). O conceito de ecoeficiência tornou-se popularizado pelo Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD) com intuito de criar uma filosofia de gestão para incentivar as organizações na busca integrada de benefícios econômicos com melhorias socioambientais (Bonfiglio, Arzeni, & Bodini, 2017).

Van Passel et al. (2007, p. 151) definem “ecoeficiência como a razão do valor criado por unidade de impacto ambiental”. A medição da ecoeficiência é referenciada nos estudos por duas linhas de aplicação, a primeira é a “máxima ecoeficiência”, que determina a diminuição dos impactos ambientais negativos (DeSimone & Popoff, 1997) e a segunda que consiste em evidenciar a proporção do benefício econômico (criação de valor) por impacto ambiental adicionado (Callens e Tyteca (1999); Figge e Hahn (2013a); Picazo-Tadeo et al. (2011); Schaltegger e Sturm (1990)).

A Organização das Nações Unidas (ONU) por meio da *Intergovernmental Working Group of Experts on International Standards of Accounting and Reporting* (ISAR) desenvolveu um manual que auxilia na implementação de mecanismos de avaliação da ecoeficiência. Tal manual relaciona os mecanismos de avaliação da ecoeficiência com a estrutura conceitual dos relatórios de contabilidade, sustentabilidade e divulgações voluntárias para facilitar a compreensão, aplicação e padronização dos dados (ISAR, 2004).

Nos estudos sobre ecoeficiência é comum a utilização dos indicadores econômicos de lucro e valor adicionado e, no caso dos indicadores da dimensão ambiental, os mais aplicados

são: emissões de gases de efeito estufa, resíduos, consumo energético e hídrico (Huang et al., 2018; Mu et al., 2018; Passeti & Tenucci, 2016).

Figge e Hahn (2004a) destacam três fragilidades na medida de ecoeficiência em relação à contribuição das organizações para a sustentabilidade: (i) é uma medida relativa não fornecendo informações sobre a eficácia, (ii) os avanços do progresso da ecoeficiência de uma organização, em relação a diminuição de consumo de recursos, podem ser “absorvidos” por outra organização menos ecoeficiente e, (iii) a medida de ecoeficiência não leva em consideração todos os impactos ambientais e sociais simultaneamente.

Picazo-Tadeo et al. (2011) analisaram a ecoeficiência agrícola no processo de produção de cereais em propriedades espanholas por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). Os resultados apontam que as fazendas são ecoineficientes, principalmente na questão do *superávit* de nitrogênio e, apresentaram pouca diferença entre as pressões ambientais analisadas. Os mesmos autores destacam três razões principais para a ineficiência das fazendas analisadas: (i) práticas de manejo ineficientes de insumos, (ii) conscientização das externalidades ambientais pelos agricultores e, (iii) suposição de uma estrutura não adequada de critérios referente a tomada de decisão.

You e Zhang (2016) utilizaram a DEA para medir a ecoeficiência da produção agrícola intensiva de regiões chinesas e, desenvolveram os critérios: total, técnica e por escala para identificar a ecoeficiência. Os resultados apontam que no critério da eficiência total apenas seis regiões obtiveram o nível máximo e observaram que a eficiência de escala possui índices inferiores ao da eficiência técnica.

Bonfiglio et al. (2017) avaliaram os índices de ecoeficiência de propriedades italianas de 2011 a 2014. Os resultados do estudo evidenciaram que a maioria das propriedades possuem índices modestos de ecoeficiência e, além disso, a ecoeficiência é maior se os gestores forem jovens agricultores e participarem de cooperativas agroalimentares.

Godoy-Durán, Galdeano-Gómez, Pérez-Mesa e Piedra-Muñoz (2017) analisaram os índices de ecoeficiência em fazendas familiares horticultoras espanholas utilizando a DEA. Os resultados demonstraram ineficiência nos aspectos de gerenciamento de resíduos e ineficiência menor em relação ao consumo hídrico e balanço de nitrogênio. Além disso, a adoção de programas de certificação e pertencimento a cooperativas mostraram influência positiva para a ecoeficiência.

Mu et al. (2018) analisaram a ecoeficiência em propriedades de produção leiteira de diferentes regiões europeias propondo um modelo de DEA difuso que verifica as incertezas do modelo.

Em âmbito nacional são poucos os estudos sobre ecoeficiência no agronegócio. Os estudos sobre a temática são de análise dos indicadores nas esferas empresariais e, sobre ecoeficiência em setores produtivos utilizando a avaliação do ciclo de vida para verificar as pressões ambientais e o Valor Econômico Agregado (EVA) como indicador econômico (Carvalho, 2018).

2.3 Organizações cooperativistas

A criação da primeira cooperativa no Brasil ocorreu em 1889, em Minas Gerais, a Cooperativa Econômica dos Funcionários Públicos de Ouro Preto, tendo foco principal no consumo dos produtos agrícolas (SistemaOCB, 2019). Em 1969 houve a fundação da Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) e, dois anos depois, foi aprovada a Lei 5.764/71 que as disciplinou como instituições de regime jurídico próprio, porém, possui a limitação de que estas organizações eram gerenciadas pelo estado. A autonomia das organizações ocorreu com a Constituição de 1988, que proibiu a interferência do Estado nas associações, estabelecida, portanto, a autogestão do cooperativismo (SistemaOCB, 2019).

No ano de 2018 no Brasil existiam 6.828 cooperativas com 1,2 bilhões de associados. O estado de Santa Catarina apresenta 258 cooperativas, com 2.460.456 cooperados e, no agronegócio em 2018, o número de cooperativas era de 1.613, com 1.021.019 cooperados, com resultado de R\$ 3,1 bilhões de sobras líquidas. Em Santa Catarina, as cooperativas agropecuárias são um total de 236 cooperativas com 562.908 associados (SistemaOCB, 2019).

De acordo com a Lei nº 5.764/71, as cooperativas são sociedades jurídicas de atividade econômica comum, sem objetivo de lucro, caracterizadas pela adesão voluntária, variabilidade do capital social (quotas-parte), singularidade do voto, retorno das sobras líquidas e a neutralidade política-religiosa e, tais características, estão presentes desde a criação da primeira instituição no mundo (Brasil, 1971).

Na visão neoclássica, estas organizações, se encontram situadas entre economias particulares dos associados e o mercado, constituindo-se como estruturas para fornecer serviços que atendam a necessidades de seus associados, relação denominada como ato cooperativo e não comercial (Bialoskorski Neto, 2012). Uma das principais características está associada ao direito de propriedade e a forma de controle, em que os mecanismos de controle e gestão são exercidos pelos associados e em relação ao direito de propriedade cada associado possui uma cota-parte, onde possui direito a voto, vinculado ao indivíduo e não ao capital (Pies, Baggio, & Romeiro, 2016; Siqueira & Bialoskorski Neto, 2014).

A *National Cooperative Business Association* (NCBA, 2005) aponta algumas características das cooperativas em comparação aos outros negócios, com visão voltada para o investidor: (i) são controladas pelos cooperados por meio do voto; (ii) a distribuição das sobras aos membros de modo proporcional a sua contribuição para a geração das receitas ou participação acionária; (iii) são motivadas pela prestação de serviço e não pelo lucro; (iv) existem para servir seus cooperados, e, (v) pagam impostos sobre a renda retida para investimentos e reservas.

Conforme Cropp e Ingalsbe (1989), as cooperativas agropecuárias pode ser classificadas em três categorias de acordo com sua atividade principal: (i) de *marketing*, que auxiliam na negociação de preços, processamento, fabricação e venda dos produtos agropecuários; (ii) de suprimentos, responsáveis pela compra, fabricação, processamento e ou distribuição de grande volume de insumos agropecuários (sementes, fertilizante, ração) e, (iii) de serviço, que fornecem serviços de transporte, armazenagem, moagem, secagem e, assistência técnica.

Destaca-se que as organizações cooperativas diferem das demais organizações econômicas pela estrutura de governança que influencia no processo de tomada de decisão e é representado pela Assembleia Geral, o órgão máximo das cooperativas e responsável por tomar as decisões relacionadas aos objetivos sociais da organização. O Conselho de Administração e os comitês auxiliares, são responsáveis pela direção estratégica da cooperativa e o Conselho Fiscal é responsável pela supervisão dos atos administrativos das cooperativas (Lauer mann et al., 2018; OCB, 2019).

3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

3.1 Amostra e coleta de dados

A população é composta pelas propriedades suínolas integradas à cooperativa agropecuária CooperA1 com matriz no município de Palmitos (SC), 18 filiais nas regiões Oeste de Santa Catarina e Noroeste do Rio Grande do Sul, contando com aproximadamente 8.686 cooperados, com faturamento no ano de 2019 de R\$ 1.330.082.993. Destaca-se que é uma das 12 cooperativas associadas a Cooperativa Central Aurora Alimentos (AURORA) responsável pela industrialização dos produtos de leite, aves e suínos (CooperA1, 2020).

A cooperativa participa do Programa Propriedade Rural Sustentável, desenvolvido pela AURORA que incentiva as práticas de produção sustentável em todas as atividades (leite, suínos, aves e grãos) desenvolvidas pelas propriedades agropecuárias filiadas às cooperativas.

Para obter a certificação do Programa Propriedade Rural Sustentável, as propriedades rurais passam por auditoria, realizada pela AURORA, por meio da aplicação de um *checklist* que verifica as práticas de manejo, planejamento estratégico e os indicadores econômico-financeiros e produtividade, além das demonstrações contábeis. A propriedade é certificada apenas quando todas as atividades obtiverem pontuação superior a 85 pontos de uma escala de 1 a 100.

A CooperA1 possui 26 propriedades na atividade de produção de suínos certificadas pelo Programa, localizadas nas diferentes filiais de sua atuação (Tabela 1).

Tabela 1.

Propriedades certificadas CooperA1

Filiais	Número de Propriedades Certificadas
Caibi	2
Descanso	1
Iporã do Oeste	3
Itapiranga	3
Mondai	1
Palmitos	6
Riqueza	5
São João	1
Tunapólis	2
Total	24

Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

A opção pelas propriedades certificadas e não-certificadas nos municípios de Caibi, Palmitos e Riqueza para a avaliação da ecoeficiência sustenta-se em Galdeano-Gómez et al. (2017) que afirmam que para verificar a sustentabilidade agropecuária, as propriedades devem estar localizadas em regiões similares para que seja possível efetuar a comparação (Tabela 2).

As propriedades que pertencem ao município **Caibi** são: PROP J; PROP K; PROP P e PROP R. No município de **Palmitos** são: PROP B; PROP C; PROP F; PROP G; PROP I; PROP N; PROP Q; PROP U e PPROP Y e as que pertencem ao município de **Riqueza** são PROP A; PROP D; PROP H; PROP L; PROP M; PROP O; PROP T; PROP V; PROP W e PROP X.

Optou-se por utilizar o mesmo número de propriedades certificadas e não-certificadas, observando os seguintes critérios: (i) pertencentes a mesma região ou município e (ii) tamanho (hectares).

Tabela 2.

Amostra da pesquisa

Filiais	Propriedades Certificadas	Propriedades Não-certificadas
Caibi	2	2
Palmitos	5	5
Riqueza	5	5
Total	12	12

Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

A coleta de dados será por meio de visitas nas propriedades selecionadas e, as variáveis fontes secundárias provém dos relatórios de fechamento de lote por propriedade fornecidos pela agroindústria do período de 2015 a 2018.

Inicialmente realizar-se-á a escolha dos indicadores (das dimensões ambientais, sociais e econômicas) presentes na literatura para os cálculos das pressões ambientais, valor econômico agregado e análises adicionais sobre as variáveis de ecoeficiência (Tabela 3).

Tabela 3.
Variáveis do estudo

Indicadores	Descrição	Estudos	Variável
Capital agropecuário	Total do capital da propriedade	van Passel et al. (2007; 2009)	Independente
Consumo hídrico	Quantidade de água utilizada e/ou valor total pago	Bonfiglio et al. (2017); ISAR (2004); Kuosmanen e Kortelainen (2005); Mu et al. (2018); Picazo-Tadeo et al. (2011)	Utilizada para o cálculo da variável dependente (índice de Ecoeficiência)
Emissão de Gases de Efeito Estufa	Quantidade de dejetos produzidos		Utilizada para o cálculo da variável dependente (índice de Ecoeficiência)
Grau de escolaridade	Ensino Fundamental; Ensino Médio e Ensino Superior	Picazo-Tadeo et al. (2011); van Cauwenbergh et al. (2007)	Independente
Mão de obra	Quantidade de pessoas que trabalham na atividade	van Passel et al. (2007; 2009)	Independente
Quantidade de suínos alojadas	Capacidade de alojamento da pocilga		Utilizada para o cálculo da variável dependente (índice de Ecoeficiência)
Quantidade de suínos vendida	Quantidade de suínos entregues a agroindústria		Utilizada para o cálculo da variável dependente (índice de Ecoeficiência)
Receita com Vendas (R\$)	Receita total da venda de suínos, considera os valores recebidos de subsídios	Bonfiglio et al. (2017); Kuosmanen e Kortelainen (2005); Mu et al. (2018); Picazo-Tadeo et al. (2011)	Utilizada para o cálculo da variável dependente (índice de Ecoeficiência)
Área de preservação permanente (Hectare)	Quantidade de hectares de APP		Independente
Tamanho (Hectare)	Quantidade de hectares da propriedade	Mu et al. (2018); Picazo-Tadeo et al. (2011); van Passel et al. (2007; 2009)	Independente
Valor unidade vendida (R\$/carcaça)	Valor recebido por carcaça sem os subsídios	van Passel et al. (2007; 2009)	Utilizada para o cálculo da variável dependente (índice de Ecoeficiência)

Os estudos que sustentam a avaliação com base em ecoeficiência são os de Kuosmanen e Kortelainen (2005), Mu et al. (2018) e Picazo-Tadeo et al. (2011).

Como informações econômico-financeiras se destacam: (i) o preço recebido por carcaça; (ii) vendas e; (iii) subsídios e como indicadores socioambientais: (i) idade do produtor; (ii) emissão de gases de efeito estufa e; (iii) consumo hídrico.

3.2 Cálculo do índice de ecoeficiência

Para o cálculo de ecoeficiência utiliza-se o modelo DEA, caracterizado por ser um modelo não-paramétrico desenvolvido por Charnes et al. (1978) que avalia a eficiência relativa das unidades de tomada de decisão (DMUs) integrando indicadores de entradas e saídas. Este modelo é aceito internacionalmente nas pesquisas sobre avaliação da ecoeficiência dos sistemas produtivos agropecuários (Mu et al., 2018).

No estudo será utilizado o modelo CCR, orientado pelas saídas, para verificar maior retorno econômico referente ao consumo dos recursos naturais. Serão realizadas análises dos

índices de ecoeficiência pela soma das pressões ambientais e, identificar os fatores que contribuem para aumento ou diminuição da ecoeficiência das propriedades. You e Zhang (2016) demonstraram que o modelo DEA CCR mede a eficiência total das atividades agropecuárias.

Para classificar a intensidade dos índices de ecoeficiência é utilizada a métrica de You e Zhang (2016) que classifica a ecoeficiência em quatro níveis: máxima (1,00), alta (> 0,5), moderada (0,3 – 0,5) e baixa (<0,3). Assim, quanto mais próximo de 1 for o índice de ecoeficiência da propriedade agropecuária mais eficiente é considerada a propriedade, em relação a utilização dos recursos do capital natural.

3.3 Análise da influência da certificação nos índices de ecoeficiência

A avaliação dos índices de ecoeficiência e seus determinantes na atividade agropecuária, têm-se tornado cada vez mais necessária, justificada pela relação direta da atividade com o uso dos recursos naturais que são limitados para o fornecimento de bens básicos para atender a demanda da sociedade (Godoy-Durán et al., 2017).

Godoy-Durán et al. (2017) verificaram que a adoção de programas de certificação e a associação a cooperativas possuem influência positiva na melhoria dos índices de ecoeficiência.

Gzrelak, Guth, Matuszczak e Brelik (2019) efetuaram a comparação entre dois sistemas de produção, levando em consideração o tamanho da propriedade, capital e mão-de-obra, partindo do pressuposto que as propriedades intensivas em mão-de-obra possuíam melhores índices de sustentabilidade do que as propriedades maiores e mais intensivas em capital. Porém os resultados da pesquisa contradizem estes pressupostos, pois as maiores propriedades obtiveram resultados mais significantes de ecoeficiência.

Assim, formulou-se a hipótese:

H1: Propriedades certificadas apresentam índices maiores de ecoeficiência em relação as propriedades não certificadas.

Para testar a hipótese H1, foi elaborado o modelo empírico (1):

$$ECO_{it} = \alpha_i + \beta_1 CERdummy_{it} + \beta_2 TAM_{it} + \beta_3 ESC_{it} + \beta_4 CAP_{it} + \beta_5 REC_{it} + \beta_6 MOD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde,

ECO- Ecoeficiência;

CER- possui certificação pelo Programa Propriedade Rural Sustentável (variável *Dummy* 1 para possui e 0 para não possui).

TAM- Tamanho da propriedade (hectares);

ESC- Nível de escolaridade;

REC – Receita por unidade de carcaça vendida;

CAP – Capital total investido.

MOD- Mão-de-obra da atividade

Para verificar o melhor modelo de estimação de dados em painel (*pooled*, efeito fixo e efeitos aleatórios) são aplicados os Testes de Chow, LM de Breusch Pagan e Hausman. Porém como o modelo já possui efeitos fixadores nas variáveis tamanho, escolaridade, capital e mão-de-obra foi descartado o modelo de estimação de efeitos fixos.

Assim, foi aplicado o teste de LM Breusch Pagan para verificar o melhor modelo entre dados agrupados (*pooled*) e efeitos aleatórios. Os resultados do teste não rejeitam H0 ($p > f$ 1,000), concluindo-se que o melhor modelo de estimação para o presente estudo é o modelo POLS de dados em painel.

Em seguida foram analisados os pressupostos da regressão para identificar se os dados possuem problemas de multicolinearidade, heterocedasticidade e verificar a normalidade dos

resíduos. Por fim, foi estimado o modelo matemático da equação 1 para testar a hipótese desenvolvida no presente estudo.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Índices de ecoeficiência

As propriedades consideradas ecoeficientes por meio do cálculo DEA no período de 2015 são PROP J; PROP F e PROP U e, as demais obtiveram índice abaixo de 1,00, conforme o modelo, porém todas as propriedades apresentam índice alto de ecoeficiência, de acordo com a classificação apresentada por You e Zhang (2016).

A PROP C do município de Palmitos destaca-se como ponto negativo, com índice de 0,69, o menor índice obtido no período, conforme Tabela 4. Destaca-se que o ano de 2015 não há propriedade certificada, pois o Programa Propriedade Rural Sustentável foi implementado a partir do ano de 2016.

Ainda no ano de 2015, detectou-se que entre os municípios pertencentes a amostra, apenas Riqueza não apresentou nenhuma propriedade com o índice máximo de ecoeficiência e o maior índice alcançado foi o da PROP H, 0,96. Em 2016, houve aumento no número de propriedades que apresentam o índice máximo de ecoeficiência, destacando-se que em 2015 eram três propriedades com nível máximo de ecoeficiência e em 2016, cinco, onde a maioria possui certificação, que são: PROP D, PROP L e PROP R. A PROP K não possui certificação, mas apresenta nível máximo de ecoeficiência e as demais propriedades obtiveram níveis altos de ecoeficiência no período de 2016, índices acima de 0,5.

Em comparação aos municípios, todos apresentam pelo menos uma propriedade com índice máximo de ecoeficiência, porém os menores índices encontram-se no município de Palmitos, PROP C, 0,81. Ressalta-se que a propriedade certificada PROP J, apresentava índice 1,00 em 2015, decrescendo no período de 2016 para 0,89 (Tabela 4).

Em 2017, as propriedades certificadas que possuem nível máximo de ecoeficiência foram: PROP F, PROP L e PROP N e as demais também apresentam índices acima de 0,90, considerados níveis altos de ecoeficiência. Destaca-se que a PROP M não possui certificação e índice 1,00 de ecoeficiência e, as PROP P e PROP H, ambas com 0,87, os menores índices encontrados. Destaca-se que todas as propriedades obtiveram níveis máximos ou altos de ecoeficiência no período.

Ainda em relação ao período, percebe-se que as propriedades pertencentes ao município de Caibi, não obtiveram níveis máximos de ecoeficiência e ainda detém uma das duas propriedades com menor índice. Porém, destaca-se que os municípios de Palmitos e Riqueza possuem quatro propriedades com índice 1,00 de ecoeficiência, em sua maioria propriedades certificadas.

Em relação a média das propriedades por municípios pertencentes a amostra, destaca-se que todas apresentam índices médios acima de 0,90, considerados como níveis altos de acordo com a metodologia desenvolvida por You e Zhang (2016).

Tabela 4.

Índice de Ecoeficiência

MUNIC	DMU	2015		2016		2017		2018	
		CERT	ECO	CERT	ECO	CERT	ECO	CERT	ECO
Caibi	PROP J	Não	1,00	Sim	0,89	Sim	0,93	Sim	0,98
Caibi	PROP K	Não	0,90	Não	1,00	Não	0,91	Não	0,89
Caibi	PROP P	Não	0,84	Não	0,87	Não	0,87	Não	0,91
Caibi	PROP R	Não	0,87	Sim	1,00	Sim	0,96	Sim	1,00
Palmitos	PROP B	Não	0,93	Sim	0,93	Sim	0,98	Sim	0,99
Palmitos	PROP C	Não	0,69	Não	0,81	Não	0,92	Não	0,9
Palmitos	PROP F	Não	1,00	Não	1,00	Sim	1,00	Sim	1,00
Palmitos	PROP G	Não	0,91	Não	0,98	Não	0,97	Não	0,91

Palmitos	PROP I	Não	0.77	Não	0.86	Não	0.88	Não	0.91
Palmitos	PROP N	Não	0.85	Não	0.95	Sim	1,00	Sim	1,00
Palmitos	PROP Q	Não	0.86	Sim	0.91	Sim	0.95	Sim	0.97
Palmitos	PROP U	Não	1,00	Sim	0.89	Sim	0.97	Sim	0.95
Palmitos	PROP Y							Não	0.90
Riqueza	PROP A	Não	0.81	Sim	0.9	Sim	0.91	Sim	0.93
Riqueza	PROP D	Não	0.82	Sim	1,00	Sim	0.98	Sim	1,00
Riqueza	PROP H	Não	0.96	Sim	0.91	Sim	0.87	Sim	1,00
Riqueza	PROP L	Não	0.87	Sim	1,00	Sim	1,00	Sim	0.88
Riqueza	PROP M	Não	0.85	Não	0.97	Não	1,00	Não	0.97
Riqueza	PROP O	Não	0.92	Não	0.97	Não	0.95	Não	0.98
Riqueza	PROP T	Não	0.80	Sim	0.91	Sim	0.98	Sim	0.99
Riqueza	PROP V							Não	0.95
Riqueza	PROP W							Não	0.89
Riqueza	PROP X							Não	0.95

Legenda: MUNIC – Municípios; CER- Certificação; ECO- Ecoeficiência.

Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

No ano de 2018, as propriedades certificadas que possuem nível máximo de ecoeficiência são PROP R; PROP F; PROP N; PROP D; PROP H, em contrapartida, a PROP L apresenta o menor índice dentre as propriedades certificadas com 0,88 e, as restantes com índices de ecoeficiência acima de 0,90. Dentre as propriedades não certificadas apenas a PROP E atingiu nível máximo de ecoeficiência e as PROP W e PROP K atingiram o menor índice, ambas com 0,89. As demais propriedades estão acima de 0,90, logo, todas as propriedades possuem nível máximo ou alto de ecoeficiência.

Ainda no mesmo período, ao verificar o desempenho das propriedades por municípios, destaca-se Palmitos, que possui três propriedades com índice 1,00, dentre elas estão duas certificadas e uma não certificada. Na sequência, o município de Riqueza, apresenta duas propriedades, ambas certificadas e Caibi, com uma propriedade apenas, também certificada pelo Programa Propriedade Rural Sustentável. Constatou-se que no ano de 2018, os três municípios obtiveram a mesma média anual entre as propriedades de 0,95, considerada por You e Zhang (2016) como nível alto de ecoeficiência.

Os resultados apontam que as propriedades rurais cooperativistas suinoculturas apresentam níveis altos ou máximos de ecoeficiência no período analisado (You & Zhang; 2016), mesmo que poucas propriedades tenham atingido o índice máximo de 1,00. Ao contrário da pesquisa de Picazo-Tadeo et al. (2011) que avaliaram a ecoeficiência das propriedades leiteiras e encontram níveis baixos no índice de ecoeficiência. Ainda se destaca que os resultados da presente pesquisa discordam dos achados de Bonfiglio et al. (2017) em que a maioria das propriedades analisadas apresentavam índices modestos de ecoeficiência.

Em todos os períodos, a maioria das propriedades que apresentam índices máximos de ecoeficiência são certificadas pelo Programa Propriedades Rural Sustentável, o que aumenta o retorno econômico-financeiro das propriedades que corrobora a pesquisa de Tran e Goto (2018) que verificaram a melhoria nos preços do chá quando produzido em propriedades certificadas. Os autores afirmam que mesmo com o aumento dos custos de mão de obra, os resultados líquidos possuem significativa melhora com a certificação sustentável das propriedades.

Observa-se que todas as propriedades obtiveram níveis máximos ou altos de ecoeficiência, estes resultados confirmam os dizeres de Godoy-Durán et al. (2017) que afirmam que a adoção de programas de certificação e o pertencimento em associações cooperativistas, aprimoram os índices de ecoeficiência.

4.2 Teste do modelo empírico

Os resultados da inferência estatística têm o intuito de verificar entre as variáveis, econômicas e socioambientais, as que exercem maior influência na melhoria dos índices de ecoeficiência. Na Tabela 5 são apresentados os valores da estatística descritiva dos dados do período de 2015 a 2018.

Ao verificar o comportamento dos dados, por meio da análise descritiva, observa-se que a média do índice de ecoeficiência apresentado pelas propriedades suinícolas cooperativistas para o período de 2015 a 2018 é de 0,93. Este índice é considerado alto de acordo com You e Zhang (2016) que afirmam que quando as propriedades possuem índice acima de 0,5, os níveis de ecoeficiência total são altos.

Em relação ao número de propriedades certificadas, observa-se que 57% da amostra possuem certificação pelo Programa Propriedade Rural Sustentável. A variável de valor recebido por suíno, teve uma média no período de 2015 a 2018, ao considerar todas as propriedades analisadas, de R\$28,77.

As demais variáveis se mostraram discrepantes ao longo do tempo. O tamanho médio das propriedades no período é de 22 hectares e a média da mão-de-obra empregada na atividade é de 2 pessoas por propriedade (em muitas delas familiar) e exerce mais de uma atividade como leite, aves e grãos.

Tabela 5.

Estatística descritiva

Variável	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
ECO	80	0,93	0,0648	0,68	1,00
CER	80	0,5750	0,4974	0	1,00
REC	80	28,77	2,95	19,42	33,41
CAP	80	450.595	324.732	32.000	1.500.000
TAM	80	22,16	10,38	6,4	45
MOD	80	2,5	0,93	1	4
ESC	80	1,56	0,74	1	3

Legenda: ECO – Índice de Ecoeficiência; CER – Certificação; REC – Receita por unidade de carcaça¹; CAP – Capital; TAM- Tamanho (Hectares); MOD – Mão-de-obra; ESC – Escolaridade

Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Os testes Shapiro-Wilk e LM Breusch-Pagan e o *vif* foram calculados para constatar se há ou não problemas de multicolinearidade. Os resultados apontam que os resíduos não seguem distribuição normal ($p > f = 0,0329$), apresentam variância constante (0,1399) e não há problemas de multicolinearidade ($p > f = 1,14$) nas variáveis explicativas. De acordo com Fávero e Belfiore (2017) quando o valor do *vif* for menor ou igual 4 não há problemas de variância compartilhada (Tabela 6).

Tabela 6.

Testes dos pressupostos da regressão

Teste	p > f	Pressupostos
Shapiro-Wilk	0,0329	Normalidade dos resíduos
Vif	1,14	Multicolinearidade
Breusch-Pagan	0,1399	Heterocedasticidade

Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Aplica-se na sequência, o modelo de *Pooled* com erros padrões robustos para análise das inferências estatísticas e o R² de 0,6508 indica que a alteração das variáveis independentes explicam 65,08% da variação do índice de ecoeficiência (Tabela 7).

¹ Receita por unidade de carcaça refere-se ao valor recebido por suínos.

Tabela 7

Influência da certificação nos índices de Ecoeficiência

ECO	Coef.	Std. Err.	t	p> t	95%Conf.	Interval.
CER	0,0227436	0,0090353	2,52	0,014	0,0047363	0,040751
REC	0,015179	0,0016578	9,16	0,000	0,0118751	0,0184829
CAP	5,35e-08	1,70e-08	3,15	0,002	1,97 e-08	8,74e-08
TAM	0,0007639	0,0004058	1,88	0,064	-0,0000448	0,0015727
MOD	-0,0018859	0,0055925	-0,34	0,737	-0,0130317	0,00926
ESC	0,0015438	0,0068563	0,23	0,822	-0,0121207	0,0152084
Cons	0,4403205	0,0484492	9,09	0,000	0,3437614	0,5368797

Prob > F = 0,0000

R² = 0,6508

Legenda: ECO – Índice de Ecoeficiência; CER – Certificação; REC – Receita por unidade de carcaça; TAM-Tamanho (Hectares); MOD – Mão-de-obra; ESC – Escolaridade

Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

A hipótese H1 desta pesquisa pressupõe que as propriedades certificadas pelo Programa Propriedade Rural Sustentável apresentam índices maiores de ecoeficiência do que as propriedades não certificadas. Os resultados não rejeitam H1, ($p > f = 0,014$) ao nível de significância de 5%.

Este achado corrobora Godoy-Durán et al. (2017) que apontam influência significativa entre a certificação e o associativismo a cooperativas com a melhoria nos índices de ecoeficiência e Tran e Goto (2018) que identificam associação positiva da certificação com o aumento dos preços médios de venda de chá. Picazo-Tadeo et al. (2011) também identificaram a importância das políticas de certificação para a melhoria da sustentabilidade, porém os autores alertam que é necessário analisar a relação custo-benefício para verificar sua viabilidade.

Ao analisar o tamanho das propriedades nota-se influência positiva ($p > f = 0,064$) nos índices de ecoeficiência ao nível de significância de 10% e, portanto, quanto maior o tamanho da propriedade melhor o índice. As evidências sustentam-se em Grzelak et al. (2019), Levy e Lubell (2018) e Lubell et al. (2011) que identificaram que propriedades maiores possuem melhores índices de sustentabilidade.

Como esperado, a variável receita por unidade de carcaça está associada de maneira significativa ($p > f = 0,000$) com o aumento dos índices de ecoeficiência. Em relação ao nível de escolaridade dos gestores das propriedades, não foi detectada influência significativa no modelo proposto, o que diverge dos resultados de Picazo-Tadeo et al. (2011) e van Passel et al. (2009). Também não se evidenciou influência significativa entre a mão-de-obra e os índices de ecoeficiência, resultado que corrobora Grzelak et al. (2019) que igualmente não encontrou evidências que o tipo de mão-de-obra pode influenciar os índices de ecoeficiência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da pesquisa foi verificar os efeitos da certificação pelo Programa Propriedade Rural Sustentável nos índices de ecoeficiência das pequenas propriedades suínícolas catarinenses e, para isso foi calculado o índice de ecoeficiência por meio do método DEA para os anos de 2015 a 2018.

Todas as propriedades apresentam níveis altos ou máximos de ecoeficiência, segundo a métrica de You e Zhang (2016), acima de 0,50. Destaca-se dentre os achados, a PROP F do município de Palmitos obteve nível máximo de ecoeficiência e pode ser considerada como unidade de *benchmark* para se efetuar comparações futuras e, de acordo com Galdeano-Gómez; Aznar-Sánchez; Pérez-Mesa (2013) é necessário observar os critérios tamanho, localização e atividades desenvolvidas para melhor comparar as unidades de tomada de decisão.

A comparação entre as médias dos índices de ecoeficiência total dos municípios aponta Caibi como o único mostrando média acima de 0,90 em todos os anos analisados. Em Palmitos

e Riqueza, apenas no ano de 2015 observou-se média inferior a 0,90 do índice de ecoeficiência o que aponta que todos possuem níveis altos de ecoeficiência, porém em relação à média, Caibi obteve índices mais equilibrados.

Além disso, ao analisar a estrutura de gestão das propriedades percebe-se que o Programa Propriedade Rural Sustentável auxilia os produtores na implementação de controles econômico-financeiros, na melhoria dos procedimentos de manejo e no planejamento das ações futuras da atividade, por meio do desenvolvimento de objetivos e metas definidos juntos aos produtores. Estas medidas auxiliam aos gestores verificar principalmente a lucratividade da propriedade.

Os resultados não rejeitam H1, assim, as propriedades que possuem os maiores índice de ecoeficiência são as propriedades certificadas pelo Programa Propriedade Rural Sustentável. Estes achados corroboram Godoy-Durán et al. (2017), Picazo-Tadeo et al. (2011) e Tran e Goto (2018) que identificaram relação significativa da certificação e do pertencimento a cooperativas com a melhoria dos índices de ecoeficiência.

Em relação ao tamanho da propriedade, os achados evidenciam que as maiores possuem índices de ecoeficiência mais elevados do que as de menores extensões de terra. Estes achados corroboram os resultados das pesquisas de Grzelak et al. (2019), Levy e Lubell (2018) e Lubell et al. (2011) que comprovam associação significativa entre tamanho das propriedades e índices de ecoeficiência.

Além disso, a variável receita por unidade de carcaça apresentou relação significativa com os índices de ecoeficiência. Em relação a variável de escolaridade, ao contrário das pesquisas de Picazo-Tadeo et al. (2011) e van Passel et al. (2009), na presente pesquisa não houve relação significante entre o nível de escolaridade do gestor e os índices de ecoeficiência.

Como limitação da presente pesquisa destaca-se que não foi efetuado visitas a todas as propriedades e não foram identificados alguns indicadores ambientais não controlados nas propriedades, como por exemplo, qualidade do solo.

Por outro lado, apesar do estudo ter sido realizado apenas num estado brasileiro, deve-se ressaltar que os resultados estão em consonância com os estudos realizados no exterior e demonstram que a ecoeficiência certificada demonstra relevância tanto para os proprietários cooperados, quanto para o meio ambiente e, principalmente, para consumidores finais.

Para pesquisas futuras sugere-se realizar estudos em outras atividades agropecuárias (leite, aves e grãos) e efetuar comparações entre propriedades cooperativistas e não cooperativistas para verificar a influência do cooperativismo nos índices de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- Bialoskorski Neto, S. (2012). *Economia e gestão de organizações cooperativas*. (Atlas, Ed.) (2º). São Paulo.
- Bonfiglio, A., Arzeni, A., & Bodini, A. (2017). Assessing eco-efficiency of arable farms in rural areas. *Agricultural Systems*, 151, 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.11.008>
- Burritt, R. L., Herzig, C., & Tadeo, B. D. (2009). Environmental management accounting for cleaner production: The case of a Philippine rice mill. *Journal of Cleaner Production*, 17(4), 431–439. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.07.005>
- Business. (2019). Aurora e a transferência de tecnologia ao campo. Retrieved September 30, 2019, from <http://revistabusiness.com.br/mercado/aurora-e-a-transferencia-de-tecnologia-ao-campo/>
- Callens, I., & Tyteca, D. (1999). Towards indicators of sustainable development for firms: A productive efficiency perspective. *Ecological Economics*, 28(1), 41–53. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00035-4](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00035-4)

- Carvalho, M. D. (2018). *Ecoeficiência em Sistemas de Produção de Frangos de Corte*.
- Cohen, D. (2019). A próxima revolução verde já está acontecendo. *Revista Exame*, 1–22. Retrieved from <https://exame.abril.com.br/revista-exame/a-proxima-revolucao-verde/>
- Coteur, I., Marchand, F., Debruyne, L., Dalemans, F., & Lauwers, L. (2016). A framework for guiding sustainability assessment and on-farm strategic decision making. *Environmental Impact Assessment Review*, 60, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.04.003>
- Cropp, R., & Ingalsbe, G. (1989). Structure and scope of agricultural cooperatives. *Cooperatives in Agriculture*, 35–67.
- Dantsis, T., Douma, C., Giourga, C., Loumou, A., & Polychronaki, E. A. (2010). A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. *Ecological Indicators*, 10(2), 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.05.007>
- DeSimone, L. D., & Popoff, F. (1997). *Eco-efficiency*.
- Dorregão, V. V., Salvaro, G. I. J., & Estevam, D. D. O. (2019). Contribuições da atividade leiteira para o desenvolvimento rural e para a reprodução da agricultura familiar em um município do sul catarinense. *Interações (Campo Grande)*, 20(3), 973. <https://doi.org/10.20435/inter.v20i3.1902>
- Fávero, L. P., & Belfiore, P. (2017). *Manual de Análise de Dados*. (Elsevier, Ed.) (1^o). Rio de Janeiro.
- Feindt, P. H. (2000). Die soziale Dimension in der Nachhaltigkeit und das Konzept des Sozialkapitals. *Zeitschrift Für Angewandte Umweltforschung*, 13(3/4), 483–492.
- Ferreira, M. A. M., & Braga, M. J. (2004). Diversificação e competitividade nas cooperativas agropecuárias. *Revista de Administração Contemporânea*, 8(4), 33–55. <https://doi.org/10.1590/s1415-65552004000400003>
- Figge, F., & Hahn, T. (2004a). Sustainable Value Added - Measuring corporate contributions to sustainability beyond eco-efficiency. *Ecological Economics*, 48(2), 173–187. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.08.005>
- Figge, F., & Hahn, T. (2004b). Value-oriented impact assessment: The economics of a new approach to impact assessment. *Journal of Environmental Planning and Management*, 47(6), 921–941. <https://doi.org/10.1080/0964056042000284901>
- Figge, F., & Hahn, T. (2013). Value drivers of corporate eco-efficiency: Management accounting information for the efficient use of environmental resources. *Management Accounting Research*, 24(4), 387–400. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2013.06.009>
- Freeman, A. M., Haveman, R. H., & Kneese, A. V. (1973). *Economics of environmental policy*. United States.
- Galdeano-Gómez, E., Aznar-Sánchez, J. A., Pérez-Mesa, J. C., & Piedra-Muñoz, L. (2017). Exploring Synergies Among Agricultural Sustainability Dimensions: An Empirical Study on Farming System in Almería (Southeast Spain). *Ecological Economics*, 140, 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.05.001>
- Galdeano-Gómez, Emilio, Aznar-Sánchez, J. A., & Pérez-Mesa, J. C. (2013). Sustainability dimensions related to agricultural-based development: the experience of 50 years of intensive farming in Almería (Spain). *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11(2), 125–143. <https://doi.org/10.1080/14735903.2012.704306>
- Godoy-Durán, Á., Galdeano-Gómez, E., Pérez-Mesa, J. C., & Piedra-Muñoz, L. (2017). Assessing eco-efficiency and the determinants of horticultural family-farming in southeast Spain. *Journal of Environmental Management*, 204, 594–604. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.037>
- Gómez-Limón, J. A., & Sanchez-Fernandez, G. (2010). Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. *Ecological Economics*, 69(5), 1062–1075. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.027>

- Gray, R. (1992). Accounting and Environmentalism: an Exploration of the Challenge of Gently Accounting for Accountability, Transparency and Sustainability. *Accounting, Organizations and Society*, 17(5), 399–425.
- Grzelak, A., Guth, M., Matuszczak, A., & Brelik, A. (2019). Approaching the environmental sustainable value in agriculture: How factor endowments foster the eco-efficiency. *Journal of Cleaner Production*, 241, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118304>
- Hahn, T., Figge, F., Liesen, A., & Barkemeyer, R. (2010). Opportunity cost based analysis of corporate eco-efficiency: A methodology and its application to the CO₂-efficiency of German companies. *Journal of Environmental Management*, 91(10), 1997–2007. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.05.004>
- Huang, J., Xia, J., Yu, Y., & Zhang, N. (2018). Composite eco-efficiency indicators for China based on data envelopment analysis. *Ecological Indicators*, 85(April 2017), 674–697. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.040>
- Huppes, G., & Ishikawa, M. (2005). A framework for quantified eco-efficiency analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 25–41. <https://doi.org/10.1162/108819805775247882>
- ISAR, I. S. of A. and R. (2004). *A Manual for the Preparers and Users of Eco-efficiency Indicators*.
- Kuosmanen, T., & Kortelainen, M. (2005). Measuring Eco-efficiency of Production with Data. *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 59–72.
- Lassaletta, L., Estellés, F., Beusen, A. H. W., Bouwman, L., Calvet, S., van Grinsven, H. J. M., ... Westhoek, H. (2019). Future global pig production systems according to the Shared Socioeconomic Pathways. *Science of the Total Environment*, 665, 739–751. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.079>
- Lauermann, G. J., Moreira, V. R., Souza, A., & Piccoli, P. G. R. (2018). Do Cooperatives with Better Economic–Financial Indicators also have Better Socioeconomic Performance? *Voluntas*. <https://doi.org/10.1007/s11266-018-0036-5>
- Lei n. 5.764, de 16 de dezembro de 1971. Dispõem sobre a Política Nacional de Cooperativismo, institui o regime jurídico das sociedades cooperativas, e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L5764.htm.
- Lei 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm.
- Levy, M. A., & Lubell, M. N. (2018). Innovation, cooperation, and the structure of three regional sustainable agriculture networks in California. *Regional Environmental Change*, 18(4), 1235–1246. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1258-6>
- Lewandowski, I., Härdtlein, M., & Kaltschmitt, M. (1999). Sustainable crop production: Definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. *Crop Science*, 39(1), 184–193. <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900010029x>
- Lopes, F. (2019). Agronegócios Ministério reduz estimativa para o valor da. Retrieved September 22, 2019, from <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2019/09/18/ministerio-reduz-estimativa-para-o-valor-da-producao-do-campo-para-r-602-bi.ghtml>
- Lubell, M., Hillis, V., & Hoffman, M. (2011). Innovation, cooperation, and the perceived benefits and costs of sustainable agriculture practices. *Ecology and Society*, 16(4). <https://doi.org/10.5751/ES-04389-160423>
- McIntyre, R. J., & Thornton, J. R. (1974). Environmental divergence: Air pollution in the USSR. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1(2), 109–120. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(74\)90008-4](https://doi.org/10.1016/0095-0696(74)90008-4)
- McIntyre, R. J., & Thornton, J. R. (1978). On the Environmental Efficiency of Economic

- Systems. *Soviet Studies*, 30(2), 173–192. <https://doi.org/10.1080/09668137808411179>
- Meynard, J. M., Jeuffroy, M. H., Le Bail, M., Lefèvre, A., Magrini, M. B., & Michon, C. (2017). Designing coupled innovations for the sustainability transition of agrifood systems. *Agricultural Systems*, 157, 330–339. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2016.08.002>
- Mu, W., Kanellopoulos, A., van Middelaar, C. E., Stilmant, D., & Bloemhof, J. M. (2018). Assessing the impact of uncertainty on benchmarking the eco-efficiency of dairy farming using fuzzy data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production*, 189, 709–717. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.091>
- Norton, B. G., & Toman, M. A. (1997). Sustainability: Ecological and Economic Perspective. *Land Economics*, 73(4), 553–568.
- Passetti, E., & Tenucci, A. (2016). Eco-efficiency measurement and the influence of organisational factors: evidence from large Italian companies. *Journal of Cleaner Production*, 122, 228–239.
- Picazo-Tadeo, A. J., Gómez-Limón, J. A., & Reig-Martínez, E. (2011). Assessing farming eco-efficiency: A Data Envelopment Analysis approach. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1154–1164. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.025>
- Pies, M. P., Baggio, D. K., & Romeiro, M. do C. (2016). Participação dos Associados: Um Pilar Estratégico de Governança do Cooperativismo. *Revista de Administração IMED*, 6(2), 221–236. <https://doi.org/10.18256/2237-7956/raimed.v6n2p221-236>
- Sala, S., Ciuffo, B., & Nijkamp, P. (2015). A systemic framework for sustainability assessment. *Ecological Economics*, 119, 314–325. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.015>
- Schaltegger, S., & Burritt, R. L. (2010). Sustainability accounting for companies: Catchphrase or decision support for business leaders? *Journal of World Business*, 45(4), 375–384. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2009.08.002>
- Schaltegger, S., & Sturm, A. (1990). Ökologische Rationalität: Ansatzpunkte zur Ausgestaltung von ökologieorientierten Managementinstrumenten. *Nomos Verlagsgesellschaft MbH*, 44(4), 273–290. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/24180467>
- Siqueira, L. C., & Bialoskorski Neto, S. (2014). Práticas de governança corporativa indicadas para monitoramento: uma análise do nível de adoção em cooperativas agropecuárias. *Revista de Gestão*, 21(1), 43–63. <https://doi.org/10.5700/rege518>
- SistemaOCB. (2019). *Anuário do Cooperativismo Brasileiro*. Brasília- DF.
- Stern, D. I. (1997). The capital theory approach to sustainability: A critical appraisal. *Journal of Economic Issues*, 31(1), 145–173. <https://doi.org/10.1080/00213624.1997.11505895>
- Tran, D., & Goto, D. (2018). Impacts of sustainability certification on farm income: Evidence from small-scale specialty green tea farmers in Vietnam. *Food Policy*, (November), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.11.006>
- van Cauwenbergh, N., Biala, K., Bielders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., ... Peeters, A. (2007). SAFE-A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120(2–4), 229–242. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.09.006>
- van Passel, S., Nevens, F., Mathijs, E., & Van Huylenbroeck, G. (2007). Measuring farm sustainability and explaining differences in sustainable efficiency. *Ecological Economics*, 62(1), 149–161. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.06.008>
- van Passel, S., van Huylenbroeck, G., Lauwers, L., & Mathijs, E. (2009). Sustainable value assessment of farms using frontier efficiency benchmarks. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 3057–3069. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.04.009>
- You, H., & Zhang, X. (2016). Ecoefficiency of Intensive Agricultural Production and Its Influencing Factors in China: An Application of DEA-Tobit Analysis. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/4786090>