

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**IMPACTO DOS ÍNDICES REPRODUTIVOS NA ECOEFICIÊNCIA DA
PRODUÇÃO DE LEITÕES DESTINADOS A ENGORDA EM SISTEMAS
CONFINADOS**

RITA THEREZINHA ROLIM PIETRAMALE

DOURADOS/MS

Abril – 2020

RITA THEREZINHA ROLIM PIETRAMALE

**IMPACTO DOS ÍNDICES REPRODUTIVOS NA ECOEFICIÊNCIA DA
PRODUÇÃO DE SUÍNOS TERMINADOS EM SISTEMAS CONFINADOS**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Clandio Favarini
Ruviaro**

**COORIENTADOR: Prof. Dr. Régio Márcio
Toesca Gimenes**

**COORIENTADORA: Prof^ª Dr^ª Fabiana Ribeiro
Caldara**

**Trabalho apresentado à Universidade Federal da
Grande Dourados – Faculdade de Ciências
Agrárias, como requisito para o exame final da
pesquisa no mestrado em Zootecnia.**

DOURADOS/MS

Abril – 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

P626i Pietramale, Rita Therezinha Rolim

IMPACTO DOS ÍNDICES REPRODUTIVOS NA ECOEFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO DE LEITÕES DESTINADOS A ENGORDA EM SISTEMAS CONFINADOS [recurso eletrônico] / Rita Therezinha Rolim Pietramale. -- 2020.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Clandio Favarini Ruviano.

Coorientadores: Fabiana Ribeiro Caldara, Régio Márcio Toesca Gimenez.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Avaliação do Ciclo de Vida. 2. Eficiência reprodutiva. 3. matriz suína. 4. suinocultura industrial. I. Ruviano, Clandio Favarini. II. Caldara, Fabiana Ribeiro. III. Gimenez, Régio Márcio Toesca. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

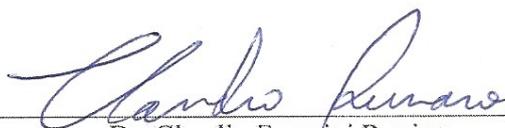
**IMPACTO DOS ÍNDICES REPRODUTIVOS NA ECOEFICIÊNCIA DA
PRODUÇÃO DE LEITÕES DESTINADOS A ENGORDA EM SISTEMAS
CONFINADOS**

por

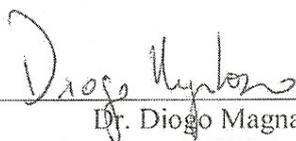
RITA THEREZINHA ROLIM PIETRAMALE

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

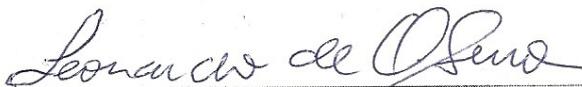
Aprovado em: 27/02/2020



Dr. Cláudio Favarini Ruviano
Orientador – UFGD



Dr. Diogo Magnabosco
UFRGS



Dr. Leonardo de Oliveira Seno
UFGD

BIOGRAFIA

Possui graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho/Unesp – Campus Experimental de Dracena/SP desde 2012. Trabalhou no setor suinícola nas empresas Grupo Produzir/SA e Cooperativa Agropecuária de São Gabriel do Oeste – COOASGO entre os anos de 2012 e 2016. Curso de Inglês Intermediário pela SKILL de São Gabriel do Oeste/MS, iniciado em 2013 e interrompido em 2016. Possui MBA em Produção de Suínos pela DIDATUS/IPPEO em 2018. Tendo iniciado o Mestrado Acadêmico em Zootecnia no ano de 2018 na Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, sob orientação do Professor Doutor Clandio Favarini Ruviano, com pesquisa em Avaliação do Ciclo de Vida na Produção Agropecuária Brasileira.

Todas as vezes que chorei, foi ela quem me amparou;
Todas as vezes que sorri, ela junto a mim sorriu também;
Para uma mãe, ver um filho feliz é motivo de sorrisos ao vento;
Para uma mãe, ver um filho vitorioso é motivo de comemorações;
E é por isso que dedico esta minha vitória a ti minha mãe...

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha mãe Rosa Maria da Silva Rolim Bellíssimo, quem me ama, me amparou e quem suportou minhas crises existenciais no decorrer desses anos. Agradeço ao meu padrasto Mário José Bellíssimo, por todas as ideias e por todo apoio. Aos meus irmãos Davi, Hilário, Flavia e André, pelo suporte emocional e as vibrações positivas emanadas em minha direção. Aos sobrinhos Theodoro e Vincenzo e a princesa Elisa. À Dona Maria, quem sempre torceu pelos seus netos emprestados. À minha querida cunhada Sandra, quem brilhava os olhos ao me ver escrever cada parágrafo. Aos tios Keke e Duda, queridos que me acolheram como filha. À minha prima Jéssica e seu filho quem também direcionava energias positivas. Aos tios Livina e Sérgio que receberam hospedaram a mim e meus colegas em eventos científicos e passeios técnicos.

Ao Prof. Dr. Clandio Favarini Ruviaro, grande mestre e orientador, como também aos coorientadores Prof. Dr. Régio Márcio Toesca Gimenes, pela minha inserção ao mundo econômico e, Prof^a Dr^a Fabiana Ribeiro Caldara, pelos ensinamentos e paciência. Aproveito aqui para agradecer um amigo de vida, amizade essa construída pela paixão ao setor suinícola, cito assim o Grande Carlos Carrijo, quem me deu ideias e dispunha de horas no telefone discutindo as possibilidades de indicadores a serem estudados na dissertação. Outra pessoa do setor suinícola que merece um espaço neste agradecimento, é o amigo Ari Grandó Júnior, quem também dispôs de tempo e dicas para trabalhos científicos possíveis de serem realizados. À querida Ariana Pádua, quem me apresentou o mundo de oportunidades do mestrado acadêmico.

Aproveito o momento para agradecer as empresas, que me abriram as portas para que a pesquisa de campo fosse realizada, Cooperativa Agropecuária de São Gabriel do Oeste – COOASGO, Granja Brejão e Agriness. Dentro destas empresas pude contar com inúmeras pessoas, as quais não caberiam no texto. Quero dar ênfase a algumas delas, como a Diana e Luiz Carlos, da Granja Brejão; Rainer de Goher, Sergio Marcon, Ivonei Scotton e Cristiano Mattei, da COOASGO; Mirian Johann e Júnior Salvador, da Agriness®.

Esse período dentro da academia me oportunizou criar laços de amizades com novas personalidades, como a Brenda Kelly, Vivian, D. Kelly, a Prof^a Dr^a Ana Carolina Amorim Orrico, Jean e Orlando. Dentre estes, destaco Vivian e Kelly como companheiras de risos e choros, nesta dramaturgia que é aprender a fazer ciência, como também a professora Ana, pelos momentos de apoio e risos e pela confiança empregada.

E finalmente, agradeço a CAPES pela disponibilização de bolsa durante o período dedicado ao mestrado acadêmico oportunizando a minha dedicação exclusiva a pesquisa.

À Deus, grande e glorioso, pois Ele é bom o tempo todo!

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.1** Entradas e Saídas do sistema estudado 17
- Figura 1.2** Interações realizadas na análise de correlação – Gases de Efeito Estufa e Uso da Terra 28
- Figura 1.3** Interações realizadas na análise de correlação – Valor Econômico Adicionado e Ecoeficiência 29

CAPÍTULO II

- Figura 2.1** Avaliação do Ciclo de Vida, Impactos Ambientais e Suinocultura..... 35
- Figura 2.2** Valor Econômico Adicionado, Impactos Ambientais e Suinocultura.. 36

CAPÍTULO III

- Figura 3.1** Entradas e Saídas do sistema estudado 56
- Figura 3.2** Representação da análise de correlação 61

CAPÍTULO IV

- Figura 4.1** Representação dos indicadores reprodutivos correlacionados com os indicadores econômicos 83

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO II

Quadro 1.1	Indicadores utilizados na análise de conteúdo dos artigos selecionados na pesquisa sistemática	35
-------------------	--	-----------

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

1.1 METODOLOGIA GERAL

Tabela 1	Indicadores produtivos, categoria e fase do ciclo de vida	19
Tabela 2	Indicadores reprodutivos por cenário estudado	21
Tabela 3	Indicadores bromatológicos das dietas utilizadas	22
Tabela 4	Valores das variáveis do modelo AH-CAPM que definem o Ke	27

CAPÍTULO II

Tabela 1	Resultados Bibliométricos nas pesquisas de ACV	39
Tabela 2	Diferenças dos estudos de ACV por autor, unidade funcional e origem dos dados	41
Tabela 3	Resultados bibliométricos nas pesquisas de VEA	42
Tabela 4	Diferenças dos estudos de VEA por autor, objeto de estudo e tipos de resultados	43

CAPÍTULO III

Tabela 1	Indicadores reprodutivos dos cenários estudados	58
Tabela 2	Indicadores bromatológicos das dietas utilizadas	59
Tabela 3	Indicadores de potenciais impactos ambientais por fase do ciclo de vida do animal	62
Tabela 4	Peso vivo do leitão desmamado X PFA e as categorias de impactos ambientais	63
Tabela 5	Correlações entre os indicadores reprodutivos e as categorias de potenciais impactos ambientais	65

CAPÍTULO IV

Tabela 1	Indicadores bromatológicos das dietas utilizadas	76
Tabela 2	Indicadores reprodutivos dos cenários estudados	79
Tabela 3	Valores das variáveis do modelo AH-CAPM que definem o Ke	80
Tabela 4	Valor Econômico Adicionado por quilograma de PV de leitão descrechado	82
Tabela 5	Estimativas sobre o VEA de leitões desmamados	83
Tabela 6	Ecoeficiência na produção de leitões descrechados	84
Tabela 7	Eco eficiência na produção de leitões desmamados	85
Tabela 8	Correlação dos indicadores reprodutivos com o VEA, Impactos ambientais e ecoeficiência	88

SUMÁRIO

	CAPÍTULO I	12
1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3	METODOLOGIA GERAL	14
3.1	Objetivo e Escopo	15
3.2	Avaliação do Ciclo de Vida	16
3.3	Dados produtivos	17
3.4	Inventário do Ciclo de Vida	21
3.5	Categorias de potenciais impactos ambientais	22
3.5.1	Potencial de Mudanças Climáticas	22
	3.5.1.1 Cálculos de emissões de CO ₂ utilizando o <i>Tier 3</i>	23
3.5.2	Mudanças no Uso da Terra	25
3.6	Valor Econômico Adicionado	25
2.7	Análise da Ecoeficiência da produção de leitões desmamados	27
2.8	Análise Estatística	28
	CAPÍTULO II	30
1	INTRODUÇÃO	33
2	METODOLOGIA	34
2.1	Bibliometria	35
2.2	Sistematização da pesquisa	36
3	RESULTADOS	37
3.1	Resultados bibliométricos – ACV	39
3.2	Análise de conteúdo – ACV	40
3.3	Resultados bibliométricos – VEA	42
3.4	Análise de conteúdo – VEA	43
4	CONCLUSÃO	44
	BIBLIOGRAFIA	46
	CAPÍTULO III	52
1	INTRODUÇÃO	54
2	MATERIAIS E MÉTODOS	55
2.1	Objetivo e escopo	55
2.2	Avaliação do Ciclo de Vida	56
2.3	Inventário do Ciclo de Vida (ICV)	57

2.4	Categorias de Potenciais Impactos Ambientais	60
2.4.1	Potencial de mudanças climáticas	60
2.4.2	Mudanças no uso da terra	60
2.5	Análise estatística	61
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
3.1	Correlações de Pearson	64
4	CONCLUSÃO	67
	BIBLIOGRAFIA	68
	CAPÍTULO IV	73
1	INTRODUÇÃO	74
2	METODOLOGIA	75
2.1	Objetivo e escopo	76
2.2	Dados produtivos	77
2.3	Avaliação do Ciclo de Vida	78
2.3.1	Inventário do Ciclo de Vida	78
2.4	Valor Econômico Adicionado	81
2.5	Ecoeficiência na produção de leitões destinados à engorda	84
2.6	Análise estatística	85
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	85
3.1	Resultados estatísticos	87
4	CONCLUSÃO	90
	BIBLIOGRAFIA	91
	CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAL	91
	BIBLIOGRAFIA GERAL	92

RESUMO

A carne suína é a mais consumida mundialmente, desta forma, a exploração suinícola pode estar participando de forma expressiva nas emissões dos gases de efeito estufa. Dentro dos processos necessários a produção da carne suína, destacam-se aqueles que ocorrem dentro da produção de leitões destinados a terminação. Assim a matriz suína tem papel fundamental pois a sua produtividade anual é um dos índices imprescindíveis para a avaliação da sustentabilidade ambiental e econômica de uma granja. No quesito ambiental buscou-se a compreensão sobre quais seriam os indicadores de produtividade, na produção de leitões desmamados, passíveis de melhorias a fim de se reduzir os impactos ambientais como: potencial aquecimento global e capacidade de uso da terra. Na questão econômica, objetivou-se identificar qual a ecoeficiência de um quilograma de leitão desmamado para a empresa produtora. Para tais análises, utilizou-se o método de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) nos estudos de impactos ambientais e o método de Valor Econômico Adicionado (VEA) para as análises econômicas propostas. Este trabalho foi dividido em três capítulos: o primeiro foi construído a partir de uma revisão sistematizada que abordou os principais artigos científicos publicados nos últimos dez anos, nas principais bases científicas, sobre Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Valor Econômico Adicionado (VEA) na suinocultura; o segundo focou nos estudos aplicados de ACV em relação aos indicadores reprodutivos das matrizes suínas que possam interferir nas principais categorias de impactos ambientais estudadas; e no capítulo três, buscar-se-á a influência dos mesmos indicadores reprodutivos com foco no VEA e como estes indicadores podem atuar na criação de valor sobre um leitão desmamado. Poucos foram os trabalhos encontrados que estudassem a variação dos indicadores reprodutivos das matrizes suínas sobre os impactos ambientais e econômicos.

Palavras-chave: Avaliação do Ciclo de Vida; eficiência reprodutiva; matriz suína; suinocultura industrial.

ABSTRACT

Pork meat is the most consumed worldwide. However, pig farming may be playing a significant role in greenhouse gas emissions. In the processes necessary for the production of pork, those that occur within the production of piglets destined for finishing are highlighted. The sow has a fundamental role since on pig production. Her annual productivity is essential indexes for the evaluation of the environmental and economic sustainability of a farm. About environment, we sought to understand what the productivity indicators would be, in the production of weaned piglets, which could be improved in order to reduce environmental impacts, like as: potential global warming and land use capacity. In the economic question, the goal was to identify the eco-efficiency of a kilogram of weaned piglet for the producing company. For such analyzes, the Life Cycle Assessment (LCA) method was used on studies of environmental impacts. And the Economic Value Added (EVA) method for the proposed economic analyzes. This work was divided into three chapters. The first was built from a systematic review that addressed the main scientific articles published in the last ten years, in the main scientific bases, on Life Cycle Assessment (LCA) and Added Economic Value (EVA) in pig farming. The second focused on applied LCA studies in relation to the reproductive indicators of sows that may interfere in the main categories of environmental impacts studied. And in chapter three, we looked for the influence of the same reproductive indicators with a focus on EVA and how these indicators can act to create value on a weaned piglet. Few studies have been found to analyze the variation in the reproductive indicators of the swine breeders on the environmental and economic impacts.

Keywords: Industrial pig farming; Life Cycle Assessment; swine reproductive efficiency; sow.

CAPÍTULO I

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A produção de suínos é uma atividade econômica que oportuniza o desenvolvimento das diferentes regiões do país. Apesar desta importância econômica, a suinocultura tem sido destacada como uma atividade agropecuária com um potencial eminente sobre impactos ambientais. No entanto, no contexto ambiental, autores como Mcauliffe et al. (2017) afirmam que a produção de monogástricos participa expressivamente dos fatores que interferem em potenciais impactos ambientais, tais como o aquecimento global.

Mesmo com este potencial poluidor da suinocultura, o Brasil tem se destacado nesta atividade por estar buscando investir em pacotes tecnológicos que se adaptem às necessidades produtivas nacionais. Porém, o maior desafio ainda é equilibrar os indicadores produtivos, cada vez mais eficientes, com os aspectos ambientais e econômicos.

As mudanças tecnológicas ocorridas no setor suinícola trouxeram aumento na produtividade e, conseqüentemente, necessidades de adequações a novas demandas. Nesta atividade, os avanços tecnológicos foram fundamentais nesse desenvolvimento, tais como o melhoramento genético, que buscou aumento produtivo exigindo o emprego de manejos reprodutivos mais especializados. Tais mudanças trouxeram detalhamento das etapas de produção, onde cada categoria animal tem um papel fundamental, como a matriz suína nas fases reprodutivas, o leitão de creche destinado a engorda etc.

Neste sentido, este trabalho buscou compreender quais são os pontos críticos no processo de produção de leitões desmamados, em diferentes indicadores de produtividade, e como esses são passíveis de melhorias, a fim de que se reduzam os impactos ambientais, como o potencial aquecimento global e capacidade de uso da terra na produção de suínos terminados. Já sob o ponto de vista econômico, objetivou identificar qual a rentabilidade de um quilograma de leitão desmamado para a unidade produtiva. Para esses fins, utilizou-se o método de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), nos estudos de impactos ambientais, e o método de Valor Econômico Adicionado (VEA) para as análises econômicas propostas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sendo a carne suína a mais consumida mundialmente, ela pode estar participando de forma expressiva nas emissões dos gases de efeito estufa (GEE) (USDA, 2019). Estima-se que cerca de 668 mil toneladas de kg de CO₂ eq estão sendo produzidos por ano mundialmente pela suinocultura (MCAULIFFE et al., 2017). A produção de GEE pelas atividades suinícolas e avícolas tende a ser maior devido a dependência do cultivo de grãos para a alimentação destes animais, apesar da suinocultura possuir meios de reduzir os impactos ambientais por meio da manipulação das dietas (RÖÖSS et al., 2013).

Ito et al. (2016) definiram a suinocultura como uma atividade bastante poluidora, devido ao seu volume de dejetos produzidos e as emissões de GEE que produzem. Já Toniazzi et al. (2018), sugeriram que para minimizar os impactos causados por essa atividade seria necessário diminuir o consumo dos produtos oriundos da produção de suínos. Porém, essa ação entraria em desacordo com as afirmações da FAO (2018), sobre o aumento populacional mundial previsto para até 2050, cerca de 10 bilhões de pessoas, e a necessidade de aumentar a produção de alimentos, principalmente, da proteína de origem animal.

Para que a produção de carne suína ocorra, alguns processos produtivos são necessários e estes dividem-se em etapas produtivas. Assim, destacam-se aqueles que ocorrem dentro dos setores de produção de leitões destinados a engorda. Neste contexto, a matriz suína, categoria de animal com maior participação nesta etapa da produção suinícola é classificada pela FAO (2018) uma categoria animal imprescindível na produção uma vez que esta dedica-se exclusivamente a reprodução e não a produção, sendo utilizada apenas para manutenção do tamanho do rebanho e disseminação genética e de populações. Logo, a produtividade de uma matriz suína, que é indicada pela quantidade de quilogramas que esta desmama por ano, seria um dos índices imprescindíveis para a avaliação da lucratividade e produtividade em uma granja (BELL et al., 2015).

Iida et al. (2015) alegam que mesmo que as matrizes sejam criadas nas mesmas condições de instalações, manejo e genética elas ainda possuem uma variabilidade alta em seus indicadores de produtividade. Porém, segundo Mellagi e Wentz (2015), nos últimos anos houve uma potencialização em indicadores reprodutivos de matrizes suínas,

como a quantidade de partos ao ano, a taxa de parto, os nascidos vivos e os desmamados/matriz.

Com esta potencialização sobre a produtividade das matrizes suínas, estudos que abordem os ganhos econômicos e ambientais foram sendo realizados, de forma generalizada, sem que estes identificassem dados mais detalhados da atividade. Desta forma, ao buscar por indicadores de sustentabilidade de produção suinícola, dificilmente encontra-se dados de impactos ambientais separados dos impactos econômicos. Métodos, como a análise de ecoeficiência, têm sido utilizado em busca destes indicadores com o intuito de atender a demanda mundial sobre estudos de sustentabilidade ambiental e econômica (ZANIN et al., 2017).

3 METODOLOGIA GERAL

A ecoeficiência baseia-se em pré-requisitos que também seguem premissas importantes inclusas em normativas como a 14040 e 14044 (ISO, 2006). Esta análise busca entrelaçar os resultados sobre os impactos ambientais causados pela cadeia de produção de determinado produto e os indicadores econômicos resultantes da mesma cadeia. Assim sendo, tal estudo considera todo o ciclo de vida de um produto, sempre identificando pontos econômicos e ambientais (SALING et al., 2002).

Para iniciar as análises de ecoeficiência, foi necessário dividir a pesquisa em duas etapas, sendo a primeira que resultou na quantificação ambiental e, a segunda na quantificação econômica. Para a quantificação ambiental selecionou-se o método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), conforme orientações da FAO (2018) e, para a análise econômica selecionou-se o método e Valor Econômico Adicionado (VEA), por este gerar um indicador imprescindível para a análise da ecoeficiência (CUCAGNA et al., 2018).

A ACV deve ser construída de acordo com as etapas explanadas na ISO 14040 e 14044 (2006), onde o objetivo e escopo é o ponto de partida do estudo. Desta maneira, oportuniza-se que os detalhes de produção sejam parte do objetivo da pesquisa e análise ambiental.

Os efeitos desta avaliação podem ser benéficos para os envolvidos na cadeia. Tais resultantes passam a ser munções para que se identifiquem quais são os pontos falhos que interferem sobre os resultados ambientais e econômicos de uma cadeia produtiva. Assim, as tomadas de decisões dentro da cadeia tornam-se mais precisas e mais fundamentadas em processos internos que são influenciados pelas condições externas.

Dividiu-se o trabalho em três capítulos. O primeiro capítulo foi construído a partir de uma revisão sistematizada que abordou os principais artigos científicos publicados nos últimos dez anos, nas principais bases científicas, sobre Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Valor Econômico Adicionado (VEA) na suinocultura, principalmente na produção de leitões desmamados e suínos terminados. O segundo capítulo foi direcionado aos estudos de ACV, nas etapas seguidas nas análises dos indicadores reprodutivos das matrizes suínas que possam interferir nas principais categorias de impactos ambientais estudadas. No capítulo três, estudou-se os mesmos indicadores reprodutivos, mas com foco no VEA, em como estes indicadores possam atuar na criação de valor sobre um quilo de leitão descrechado destinado a engorda, oportunizando um estudo de ecoeficiência nesta etapa da cadeia.

2.1 Objetivo e Escopo

Para a análise da ecoeficiência de sistemas brasileiros de produção de leitões desmamados fez-se necessário resultados sobre as categorias de potenciais impactos ambientais. Tais categorias foram selecionadas a partir de um levantamento científico sobre quais se encaixariam no modelo produtivo brasileiro. Assim foram estudadas categorias como o potencial de aquecimento global (GWP) e a capacidade do uso da terra (LU). Desta forma, buscou-se avaliar os principais indicadores zootécnicos da produção de leitões desmamados em diferentes categorias de uma Unidade Produtiva de leitões desmamados (UPD).

Tal singularidade da fonte dos dados foi necessária para que todos os processos de produção e gestão pudessem ser abordados de forma precisa. A unidade escolhida representa a atividade em aproximadamente 0,49% das matrizes brasileiras, lembrando que o número de matrizes no Brasil em 2018 foi de 2,39 milhões segundo as estatísticas da Embrapa Aves e Suínos (2019). Outro fator decisivo sobre a fonte de dados foi a genética utilizada na unidade, sendo a empresa que, com parceria internacional, representa aproximadamente 130 milhões de cevados produzidos para engorda anualmente mundialmente (Agrocere, 2017).

A partir desta unidade produtiva estudada, pôde-se buscar informações estimadas sobre os indicadores financeiros junto aos outros sistemas de produção de leitões destinados a engorda. Os indicadores buscados basearam-se nos demonstrativos financeiros fornecidos pela UPD. A partir dos estudos de VEA desta unidade surgiu a necessidade de solicitar estimativas sobre os resultados financeiros dos outros sistemas.

2.2 Avaliação do Ciclo de Vida

Os estudos de ACV propõem análises que envolvem todas as entradas de recursos da natureza e as saídas (emissões) de cada processo que envolve o ciclo de produção de um produto (ISO 14040, 2006), no caso deste estudo foi utilizada a unidade funcional de um quilograma de peso vivo de suíno terminado e de um quilograma de carcaça quente. Esta ferramenta insere dados desde a extração dos recursos utilizados no processo de produção da matéria prima que compõe a dieta dos animais até os dados sobre os produtos resultantes no final da cadeia produtiva.

Parte dos dados que antecedem ao processamento da ração estão disponíveis em Bases de Dados como a *Ecoinvent*® (v. 3.1) e a *Agrifood Technology*® (v. 1.0), necessitando ainda dos dados sobre os processos pelos quais os macroingredientes passam até transformar-se na ração fornecida para cada categoria do animal estudado. Dentro do *software* *Simapro*® (v. 8.2.3.0) a metodologia utilizada para a emissão dos GEE dos processos produtivos de ração foi a *ReCIPE* (v. 1.11), que oportuniza uma harmonização na análise de emissões por implementar todos os pontos médios de cada indicador calculado bem como seus dados de caracterização do produto estudado (LASO et al., 2018).

Para a realização da ACV, construiu-se o inventário completo das entradas e saídas do sistema que são referentes ao período avaliado (Figura 1). Desta forma, utilizando-se a quantidade de quilogramas de leitões desmamados em um ano e o total de ração consumida para a produção de cada unidade funcional (1 kg de leitão ao desmame), calculou-se as emissões de CO₂ eq./kg de cada ração consumida (através do *software* *Simapro*®), de acordo com a composição de cada categoria animal. Em função da quantidade de kg de CO₂ eq. emitidos para cada tipo de ração, foi possível calcular quanto de CO₂ eq. foi emitido para cada unidade funcional em ambos os cenários, sendo o leitão desmamado um insumo para a produção de 1 kg de PV de suíno pronto para abate.

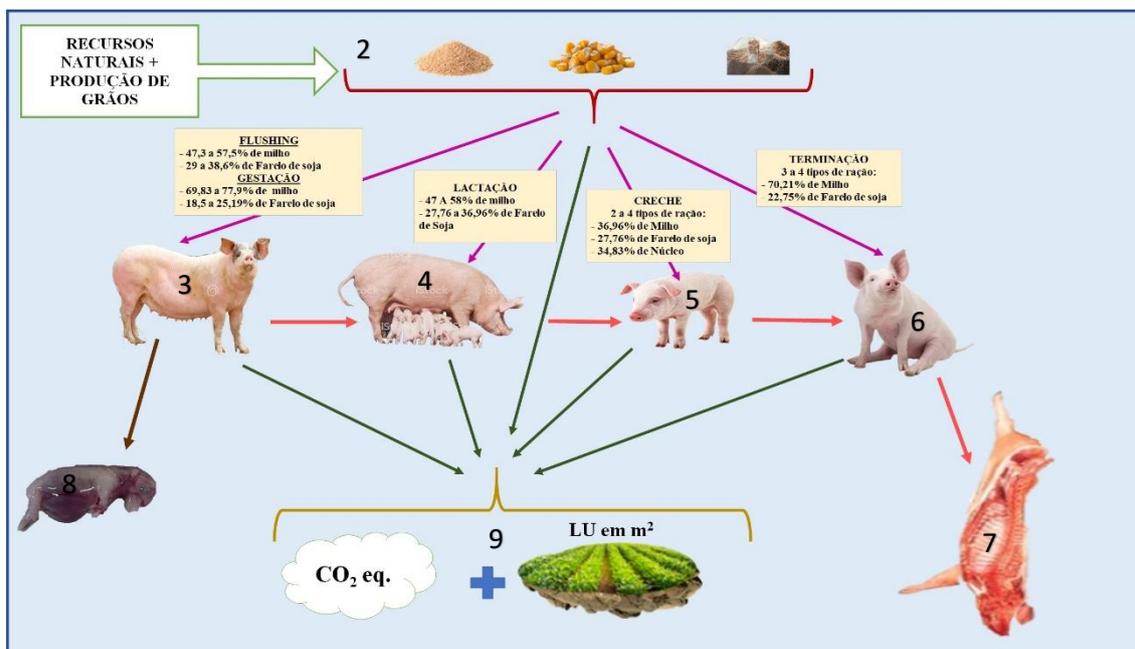


Figura 1.1 – Entradas e Saídas do sistema estudado

As setas indicam o fluxo do sistema e seus produtos. 1 – entrada de recursos naturais para produção de grãos; 2 – beneficiamento dos grãos e processamento das rações; 3 – setor de reprodução; 4 – setor de maternidade; 5 – setor de creche; 6 – setor de engorda; 7 – abate; 8 – perdas reprodutivas; 9 – categorias de potenciais impactos ambientais.

2.3 Dados produtivos

Os dados primários foram provenientes dos índices produtivos e econômicos resultantes dos anos de 2016, 2017 e 2018. Além dos indicadores relacionados a produção animal (Tabela 1), necessitou-se, também, de dados da produção de rações que se destinam as diferentes fases produtivas dos animais (Tabela 2), que são as rações destinadas à reprodução e lactação e as rações destinadas as fases de recria e engorda.

Tabela 1. Indicadores produtivos estudados, categoria e fase do ciclo de vida

	INDICADORES	CATEGORIA e PARTICIPAÇÃO NO PROCESSO	FASE
FASES REPRODUTIVAS (1 – GESTAÇÃO; 2 – LACTAÇÃO)	- Taxa de Parto;	- Zootécnico, entrada;	- Reprodutiva;
	- Taxa de perdas reprodutivas;	- Zootécnico, entrada;	- Reprodutiva;
	- Dias não produtivos;	- Zootécnico, entrada e saída;	- Reprodutiva;
	- Intervalo desmame-estro;	- Zootécnico, entrada;	- Reprodutiva;
	- Nascidos totais;	- Zootécnico, entrada;	- Reprodutiva;
	- Nascidos vivos;	- Zootécnico, entrada e saída;	- Reprodutiva (saída da primeira fase – gestação);
	- Mortalidade de leitões na maternidade;	- Zootécnico, entrada;	- Reprodutiva;
	- Desmamados/fêmea/ano;	- Zootécnico, entrada e saída;	- Reprodutiva (saída da segunda fase – lactação);
	- Parto/fêmea/ano.	- Zootécnico, entrada.	- Reprodutiva.
FASE DE CRECHE (3)	- Peso médio de alojamento na creche;	- Zootécnico, entrada e saída;	- Reprodutiva (entrada da terceira fase – creche e saída da segunda fase – lactação);
	- Mortalidade estimada na fase de creche.	- Zootécnico, entrada.	- Creche.
FASE DE ENGORDA (4)	- Peso médio estimado de alojamento na terminação/engorda;	- Zootécnico, entrada e saída;	- Engorda/Creche (Saída da terceira fase – creche; e entrada da quarta fase – engorda/terminação);
	- Mortalidade estimada na fase de engorda;	- Zootécnico, entrada;	- Engorda;
	- Peso médio de abate.	- Zootécnico, entrada e saída.	- Engorda e total (saída total de todas as fases produtivas e entrada do abate).
FINAL (ABATE)	- Rendimento médio de Carça.	- Zootécnico, saída.	- Abate (saída final – 1 kg de carça quente).

Utilizou-se dados primários obtidos em cooperativas, unidades produtivas particulares e indicadores nacionais oriundos de uma análise realizada por uma empresa brasileira que desenvolveu o *software* de controle de dados de produção. Para o Cenário 1 - Estudo de caso analisando uma propriedade particular que tem por objetivo a produção de leitões desmamados, com 2185 matrizes; Cenário 2 – Uma Unidade produtora de Leitões de propriedade de uma Cooperativa Agropecuária, com aproximadamente 10000

matrizes; Cenário 3 – A produção de leitões desmamados em nível nacional, considerando cerca de 50% das matrizes suínas brasileira; Cenário 4 – Unidades de Ciclo Completo em variadas regiões brasileiras com variados tamanhos em números de matrizes; Cenário 5 – Unidades produtoras de Leitões de variadas regiões brasileiras e variados tamanhos; Cenário 6 – Unidades produtoras de Leitões Desmamados (UPD) de variadas regiões do Brasil e com variados tamanhos.

Tabela 2. Indicadores Reprodutivos por cenário estudado

Índice	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18
	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3			Cenário 4			Cenário 5			Cenário 6			Média			SD		
IDC	6,94	6,85	5,37	7,12	7,14	6,10	6,41	6,33	6,38	6,25	6,29	6,37	6,51	6,33	6,34	6,42	6,35	6,41	6,61	6,55	6,16	0,34	0,36	0,40
PR	10,10	10,89	6,57	7,92	7,14	6,80	9,12	9,43	9,57	9,56	8,97	9,97	9,92	9,87	9,44	8,97	8,75	9,35	9,30	9,12	8,61	0,77	1,25	1,51
Tx de Parto	87,80	87,39	88,21	86,69	87,46	86,10	86,34	87,28	87,24	86,62	87,37	86,32	85,29	86,62	87,36	86,85	86,65	87,46	86,59	87,29	87,29	0,81	0,34	0,70
Dias gest.	115,35	115,08	115,05	115,28	115,70	115,69	114,93	114,99	115,06	114,87	114,87	115,04	115,00	115,08	115,06	114,92	114,96	115,06	115,05	115,12	115,16	0,20	0,29	0,26
PFA	2,29	2,30	2,34	2,33	2,36	2,36	2,36	2,35	2,37	2,38	2,39	2,35	2,34	2,36	2,39	2,32	2,34	2,34	2,33	2,35	2,35	0,03	0,03	0,02
NT	14,09	14,40	14,22	13,65	13,45	13,49	13,76	14,05	13,86	13,86	14,16	14,31	13,64	13,93	14,12	13,77	14,03	14,19	13,79	14,00	14,09	0,30	0,32	0,17
NV	12,98	13,26	13,27	12,59	12,45	12,54	13,05	12,91	13,05	12,66	12,92	13,03	12,53	12,77	12,96	12,76	13,01	13,12	12,69	12,88	12,99	0,16	0,27	0,25
PV 1	1,28	1,28	1,23	1,39	1,37	1,33	1,39	1,37	1,37	1,38	1,39	1,38	1,39	1,38	1,37	1,39	1,37	1,37	1,37	1,36	1,35	0,04	0,04	0,06
Dias Lact.	30,37	30,59	29,33	26,89	24,51	24,71	25,62	25,29	25,34	23,35	23,45	23,76	24,34	24,20	24,52	28,18	27,25	27,06	26,46	25,88	25,79	2,58	2,64	2,06
Tx Mort.	7,42	7,92	8,04	8,06	9,52	9,22	8,37	8,39	9,06	8,69	8,53	8,69	9,22	9,32	9,58	7,69	7,69	7,22	8,21	8,56	8,63	0,64	0,73	0,87
DMP	11,96	12,22	12,45	11,20	11,51	11,36	11,55	11,80	11,87	11,53	11,75	11,79	11,33	11,55	11,72	11,73	11,99	12,05	11,60	11,80	11,87	0,21	0,27	0,36
DFA	27,38	28,07	29,10	26,80	27,13	27,16	27,14	27,89	27,99	27,53	28,15	28,00	26,58	27,27	27,72	27,24	28,08	28,12	27,11	27,76	28,02	0,36	0,44	0,64
GPD lact.	0,23	0,22	0,24	0,24	0,23	0,23	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,22	0,22	0,01	0,01	0,01
PV 2	8,21	8,13	8,22	7,74	7,04	6,94	6,73	6,70	6,70	6,18	6,18	6,17	6,44	6,44	6,46	7,26	7,28	7,24	7,09	6,97	6,05	0,79	0,69	0,72
DNP	18,35	17,02	15,77	20,62	20,96	17,34	15,84	14,54	14,98	15,48	15,48	15,89	16,89	15,75	15,17	15,32	13,92	14,19	17,10	16,14	15,54	2,06	2,61	1,06

Cenário 1 – Unidade produtora de desmamados independente (≈ 2243 matrizes ativas); Cenário 2 – Unidade produtora de desmamados cooperativa (≈ 10288 matrizes ativas); Cenário 3 – Produção de leitões nacional (≈ 1075466 matrizes ativas); Cenário 4 – Unidades de ciclo completo nacional (≈ 339303 matrizes ativas); Cenário 5 – Unidades produtoras de leitões nacional (≈ 384074 matrizes ativas); Cenário 6 – Unidades produtoras de desmamados nacional (≈ 352089 matrizes ativas); IDC – intervalo desmame-cio; PR – perdas reprodutivas(%); Tx – taxa (%); PFA – partos/fêmea/ano; NT – nascidos totais; NV – nascidos vivos; PV1 – peso médio ao nascimento; Lact. – lactação; Mort. – mortalidade; DMP – desmamado médio/parto; DFA – desmamados/fêmea/ano; GPD – ganho de peso diário; PV2 – peso vivo médio ao desmame; DNP – dias não produtivos; SD – desvio padrão

Para a produção de ração, utilizou-se da identificação de cada etapa do processamento de ração incluso na planta baixa de uma fábrica de rações destinadas somente a suinocultura autorizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Logo assumiu-se que todas as fábricas de rações inseridas na suinocultura industrial brasileira estariam em acordo com as premissas do MAPA. Outras informações do processamento foi o consumo de energia elétrica da fábrica de rações por quilograma de cada tipo de ração produzida. Foram excluídos os consumos de energia elétrica das unidades produtivas animais e do combustível utilizado nos transportes dos animais como também da alimentação deles.

Tabela 3. Indicadores bromatológicos das dietas utilizadas

Ingrediente da dieta	Indicadores bromatológicos
Milho Grão (mínimo de 6,92% e máximo de 8,80% de PB); Farelo de Soja (mínimo de 44% e máximo de 48% de PB).	- Energia Digestível (Kcal); - Energia Metabolizável (Kcal); - Energia Líquida (Kcal); - Matéria Seca (%); - Fibra digestível (%); - Proteína (teor em % e digestível); - Extrato etéreo (% digestível); - Matéria Orgânica digestível (%).
Farinha de Carne (mínimo de 35% e máximo de 60% de PB)	- Energia Digestível (Kcal); - Energia Metabolizável (Kcal); - Energia Líquida (Kcal); - Matéria Seca (%); - Proteína (teor em % e digestível); - Extrato etéreo (% digestível); - Matéria Orgânica digestível (%).
Óleo de soja, Açúcar e Amido	- Energia Digestível (Kcal); - Energia Metabolizável (Kcal); - Energia Líquida (Kcal).

PB – proteína bruta;

2.4 Inventário do Ciclo de Vida

A pesquisa trata-se de uma busca quantitativa, que é caracterizada por Buchinger et al. (2014) por oportunizar organizar, sumarizar, caracterizar, analisar e interpretar os dados coletados. Quanto ao delineamento da busca das informações, utilizou-se de estreitamento de relações de parceria com empresas do setor suinícola nacional e internacional.

O período analisado foi entre os anos de 2016 e 2018, selecionados devido à crise econômica no setor iniciada em 2015 (DE ALMEIDA PADRÃO & DOROW, 2015). Os indicadores zootécnicos foram coletados e inventariados.

Os dados foram inventariados separadamente por fase reprodutiva de matrizes ativas nos plantéis referentes a cada cenário, sendo divididos em pré-cobertura, gestação e lactação. Os indicadores referentes às fases de creche e terminação foram estimados a partir de indicadores da principal empresa genética de suínos do Brasil, a AgPic® em conjunto com os resultados de 38 relatórios produtivos de campo de unidades de engorda, em regiões variadas, de suínos abatidos em plantas frigoríficas da Cooperativa Central Aurora Alimentos, durante o período de origem dos dados.

Todos os dados zootécnicos são processados através do mesmo *software* desenvolvido pela empresa que disponibilizou seu banco de dados da produção nacional a partir do inventário realizado para o anuário da empresa intitulado “Melhores do ano na Suinocultura”. Esta empresa abrange aproximadamente 90% das unidades produtivas de leitões desmamados e unidades de ciclo completo do país e, disponibilizou relatórios que expressam o desempenho de 50 a 60% do plantel nacional. Este *software* é alimentado com os dados de campo, de todos os processos ocorridos na produção dos leitões destinados à engorda.

2.5 Categorias de Potenciais Impactos Ambientais

Autores como Rööss et al. (2013) buscaram correlacionar as emissões de Gases de Efeito Estufa com outras categorias de impactos ambientais em uma análise que reuniu uma gama de 23 estudos científicos que agrupavam 53 cenários diferentes da produção animal, porém devido à grande diversidade de sistemas de produção, principalmente de suínos, eles não chegaram a valores precisos em seus resultados. Desta maneira, aqui se buscou excluir as questões da diversidade de sistemas, visto que os modelos de produção suinícolas brasileiro se assemelham em genética, fontes de alimentos e manejos padronizados (salvos suas exceções ínfimas), para analisar as principais categorias de potencial impacto ambiental, tais como Potencial de Mudanças Climáticas e capacidade de Uso da Terra.

2.5.1 Potencial de Mudanças Climáticas

O potencial de mudanças climáticas pode ser analisado através de cálculos que resultam no montante de emissões de gases de efeito estufa (GEE) (CH₄ entérico e CO₂ respiração) a partir de diferentes condições e manejos aos quais os animais são submetidos no decorrer do processo produtivo. Além disso, a mesma categoria de impacto pode ser atribuída em cálculos sobre as emissões dos insumos necessários nesta cadeia produtiva.

Neste ponto, a ISO 14040 e 14044 indicam que existem três níveis de modelos de cálculos, o *Tier 1*, que baseia-se em volumes de emissões de gases, como o metano, padrões em níveis internacionais, o *Tier 2*, que utiliza dados específicos de cada país ou região geográfica que alimentam cálculos de emissões a partir dos animais e, o *Tier 3*, que preconiza a utilização de indicadores numéricos sobre a dieta bem como os processos fisiológicos dos animais para produzir os GEE impactantes. Assim o método escolhido aqui refere-se ao *Tier 3*, por utilizar-se de modelos matemáticos que atribuem valores a processos fisiológicos da digestão, da dissipação de calor corporal e da respiração dos animais. Reckmann & Krieter (2015) também adotaram essa interação de cálculos de emissões entre o indicado pelo IPCC (2006) e a utilização dos modelos matemáticos como os propostos por Rigolot et al. (2010).

2.5.1.1 Cálculos de Emissões de CO₂

Utilizando-se da equação explicada por Rigolot *et al.* (2010) e proposta pela FAO (2018), foi possível encontrar as emissões de metano entérico produzidos pelas matrizes e seus produtos (os leitões lactentes, desmamados, descrechados e abatidos) por kg de peso vivo (PV), conforme demonstrado na fórmula abaixo:

$$\text{CH}_4 \text{ (kg/ano)} = \frac{\text{ResD} \times (\text{energia por categoria animal})}{\text{ResD}} \\ 5,665 \text{ e } 7 \text{ (MJ/Kg CH}_4\text{)}$$

Em que,

CH₄ = gás metano;

ResD = MO digestível – FB digestível – PB digestível – AM – EE digestível;

(MO = matéria orgânica; FB = fibra bruta; PB = proteína bruta; AM = amido em %; EE = extrato etéreo);

Energia por categoria Animal = Energia mecânica ou fisiológica dada em Joules/gramas (animais reprodutores = 1340 J/g e animais de crescimento em engorda = 670 J/g);

5,665⁷ MJ/kg CH₄ = Constante da energia mecânica do metano.

Com a quantidade de metano entérico por quilograma de leitão desmamado, foi possível estimar a quantidade de CO₂ eq. emitida/matriz/kg de leitão desmamado, CO₂ eq./kg de leitão descrechado e terminado, via digestão e fermentação entérica, ainda utilizando o método proposto por Rigolot et al. (2010). Este cálculo exige informações

bromatológicas sobre os ingredientes da alimentação ingerida pelo animal. Desta forma baseou-se nas composições dos ingredientes da dieta, disponibilizados por Rostagno et al. (2017).

O CO₂ emitido pela respiração do animal foi estimado a partir de cálculos, já que o suíno é um animal homeotérmico e necessita de trocas de calor com o ambiente (Justino *et al.*, 2015). O fator respiração relaciona-se diretamente com as emissões de CO₂ pelo animal, principalmente por este ser o meio pelo qual eles são capazes de liberar o calor corpóreo produzido por suas reações metabólicas, já que as matrizes são alojadas em gaiolas individuais e os leitões de creche e engorda em baias de piso concretado, geralmente sem acesso a cursos d'água para fazer a troca via convecção cutânea (SOMMERFELT e REMPEL, 2015). Para esta estimativa foi necessário informar-se sobre os níveis de energias metabolizáveis e líquidas das dietas dos animais em cada categoria fisiológica nas quais o animal se encontrava. Portanto, baseou-se novamente nas informações bromatológicas dos ingredientes das rações de Rostagno et al. (2017).

Utilizou-se então as seguintes equações matemáticas propostas por Rigolot *et al.* (2010) para calcular o CO₂ emitido pela respiração dos animais:

Cálculo 1:

$$\text{HeatProd} = \text{constante animal} + (1 - \text{NE/ME}) \times \text{ME} \times \text{Feed}$$

Em que,

HeatProd = produção de calor em KJ/kg de ração consumida;

Constante animal = constante sobre a estimativa da capacidade do animal dissipar calor pelo seu peso corporal, desenvolvida por Noblet et al. (1989), sendo para matrizes $326^{0,75}$ e os animais em crescimento e engorda $750^{0,60}$;

NE = energia líquida da dieta em Kcal/kg de ração consumida;

ME = energia metabolizável da dieta em Kcal/kg de ração consumida;

Feed = quantidade de ração consumida em Kg.

Cálculo 2:

$$\text{CO}_2 \text{ emitted} = 24 \times 0,163 \times (\text{HeatProd})/86,4 \times 44/22,4$$

Em que,

CO₂ emitted = quantidade de CO₂ emitido pela respiração em kg/kg de ração consumida;

0,163 = emissão de CO₂ em l/h por Watt de calor produzido pelo animal;

24 = quantidade de horas no dia;

HeatProd = produção de calor do animal por quilo de ração consumida;

86,4 = fator fixo;

44 g = massa molecular do CO₂ (transformada em Kg para fins de cálculo);

22,4 = densidade do CO₂ em l/mol.

2.5.2 Mudanças no Uso da Terra

Segundo van Zanten et al. (2015), esta categoria de impacto ambiental caracteriza-se pela transformação de áreas de florestas ou vegetação nativa em áreas de produção agrícola e, no caso deste estudo, para a ocupação da terra para cultivo de grãos destinados a ração. Existem dois métodos de análise, sendo um indireto e um direto. Aqui utilizou-se o direto por considerar que a área de produção agrícola já era ocupada por essa finalidade antes de produzir grãos para a ração utilizada nos sistemas estudados nos anos avaliados. Tais análises foram realizadas a partir de indicadores fixados internacionalmente pelo IPCC que compõem a bases de dados utilizada pelo Simapro® para a realização do cálculo. Isso infere que se utilizou do *Tier 1* para tal cálculo. Porém, neste caso excluiu-se interferências sobre os modelos de produção utilizados no Brasil para o cultivo dos grãos utilizados na dieta destes animais.

2.6 Valor Econômico Adicionado

Para a utilização da metodologia VEA necessita-se de informações financeiras da empresa estudada. Tais relatórios devem ser compostos por elementos que possibilitem a identificação do Resultado Operacional Total e o Imobilizado Líquido da empresa. Assim, a empresa deve fornecer os seguintes relatórios:

- Demonstrativo de Resultado de Exercício ou Sobras;
- Relatório de desempenho financeiro;
- Relatório de vendas.

Com tais relatórios identificou-se o Resultado Operacional Total e do Imobilizado Líquido da empresa busca-se então o indicador resultante do cálculo do *Return on Investment I* (Retorno sobre Investimento) (ROI) a partir da divisão do Resultado Operacional Total sobre o Imobilizado Líquido multiplicado por 100.

O próximo passo foi encontrar o Custo do Capital Próprio a partir do Modelo de Precificação de Ativos Financeiros Ajustado Híbrido (AH-CAPM). Tal modelo está amparado por reduzir as limitações sobre o indicador *Capital Asset Pricing Model (CAPM)* de países em desenvolvimento (MARKOWITZ, 1959; SHARPE, 1964; MOSSIN, 1966), sendo este método o mais indicado por especialistas (GRAHAM e HARVEY, 2001; BLANK et al., 2014). Estas aplicações foram afirmadas em estudos recentes sobre o VEA e o agronegócio (CAVALHEIRO et al., 2017; MARTINELLI et al., 2019; SOUZA et al., 2019). O AH-CAPM é encontrado através do modelo matemático:

$$Ke = Rf_g + R_c + \beta_{CLG} [\beta_{GG} (R_{MG} - Rf_g)] (1 - R^2)$$

Em que,

Ke = Custo de Capital Próprio;

Rf_g = Taxa livre e risco global – taxa de juros que é paga pelos títulos emitidos pelo Tesouro do Governo dos Estados Unidos de uma série histórica de 30 anos obtida na data 05/06/2019 (<https://www.treasury.gov>);

R_c = Risco País – índice EMBI+ Brasil do Banco JP Morgan, coletado em 05/06/2019 (<http://www.ipeadata.gov.br>);

β_{CLG} = Beta do País – regressão obtida entre a variação mensal do índice IBOVESPA do período de janeiro/2005 a maio/2019 (<http://investing.com>);

β_{GG} = Beta desalavancado de investimentos comparáveis no mercado global – específico do setor *Farming/Agriculture* (<http://pages.stern.nyu.edu>);

R_{MG} = Retorno do mercado Global – índice MSCI ACWI do Banco *Morgan Stanley Capital* direcionado a países emergentes, obtido em 05/06/2019 (<http://msci.com>);

R^2 = Coeficiente de determinação – obtido a partir da regressão entre a variação do índice IBOVESPA e a variação do índice EMBI+ Brasil.

Tais valores encontrados para AH-CAPM estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4. Valores das variáveis do modelo AH-CAPM que definem o Ke .

Variáveis	Valor
Taxa livre de risco global	2,63% ¹
Risco País	2,56% ²
Beta do País	0,83 ³
Beta desalavancado do setor	0,48 ⁴

Retorno do mercado Global	12,74% ⁵
Coefficiente de determinação	0,00765 ⁶
Custo do Capital Próprio	7,83%

Elaborado pelo autor; AH-CAPM (Modelo de Precificação de Ativos Financeiros Ajustado Híbrido); Ke (Custo de Capital Próprio); 1 – <https://www.treasury.gov>; 2 – <http://www.ipeadata.gov.br>; 3 – <http://investing.com> e <http://msci.com>; 4 – <http://pages.stern.nyu.edu>; 5 – <http://msci.com>; 6 – <http://investing.com> e <http://ipeadata.gov.br>.

A modelagem do cálculo do VEA é representada pela seguinte equação matemática:

$$VEA = (RSI - CMPC-H) \times CI$$

Onde o VEA é resultado da subtração do Custo Médio Ponderado de Capital Híbrido (Hybrid-WACC) do *Return on Investment* (Retorno sobre Investimento) vezes o Capital Investido (CI) (CAVALHEIRO et al., 2019).

2.7 Análise de Ecoeficiência da produção de leitões desmamados

Para a análise de ecoeficiência baseou-se na metodologia explicada pela World Business Council for Sustainable Development – WBCSD (2000). A equação que fundamenta esta análise foi desenvolvida de modo que fosse necessário a identificação do Valor Econômico Adicionado e o valor físico das categorias de impacto ambiental. Logo o modelo matemático é representado por:

$$Ecoeficiência = \frac{VEA}{Impacto\ ambiental}$$

Onde:

- VEA representa o valor econômico Adicionado da unidade funcional calculada;
- Impacto Ambiental é a soma dos valores físicos das emissões impactantes ao meio ambiente, no caso o kg de CO₂ eq./Unidade Funcional e m²/Unidade Funcional.

Para a análise da ecoeficiência foram definidas duas Unidades Funcionais, 1 kg de PV de leitão desmamado e 1 kg de PV de leitão descrechado.

2.8 Análises estatísticas

Em estudos de Avaliação do Ciclo de Vida faz-se necessário métodos de análises quantitativas singulares que, apesar de serem aplicados em outras áreas, por confiabilidade passam a ser os mais utilizados, como é o caso do uso da análise de sensibilidade. Esta metodologia identifica quais os indicadores caracterizam as fontes de incerteza dos dados do inventário dentro dos estudos de ACV. Sendo assim, a hipótese central deste estudo baseou-se em identificar quais os indicadores reprodutivos são mais influentes nos resultados sobre os potenciais impactos ambientais e econômicos a partir da correlação de Pearson.

Nesta etapa, buscou-se, primeiramente, correlacionar como a variabilidade dos indicadores reprodutivos principais podem influenciar (ou não) as emissões no final de cada processo (Figura 2 e 3). Assim em cada fase produtiva os dados zootécnicos referentes a ela eram correlacionados a emissão de GEE final. Os produtos da fase de reprodução, as emissões e indicadores produtivos, passariam a ser inclusos como recursos na próxima etapa, a creche e, por seguinte a terminação e as estimativas de rendimento de carcaça.

A utilização a análise de correlação deu-se devido a necessidade de identificar qual o ponto sensível dentro da fase reprodutiva seria o fator mais influente e passível de mitigação sobre as emissões de GEE e Uso da Terra. Groen et al. (2016), compararam dois modelos de análise de sensibilidade e um deles é denominado Método de Efeitos Elementares (MEE) onde existe uma variabilidade dos indicadores em cada fase produtiva que pode influenciar nos resultados da próxima etapa.

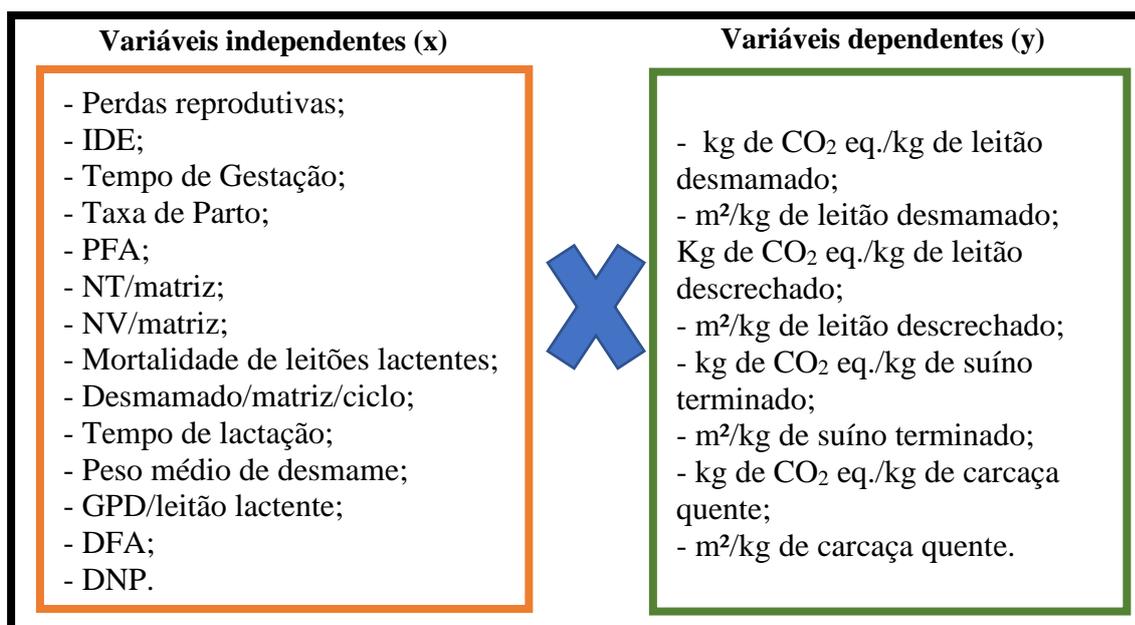


Figura 2. Interações realizadas na análise de correlação – Gases de Efeito Estufa e Uso da Terra

Todas as análises de correlação foram realizadas no Excel® versão 2016.

IDC – Intervalo Desmame-Estro; PFA – Partos/fêmea/ano; NT – nascidos totais; NV – nascidos vivos; GPD – ganho de peso diário; DNP – Dias não produtivos.

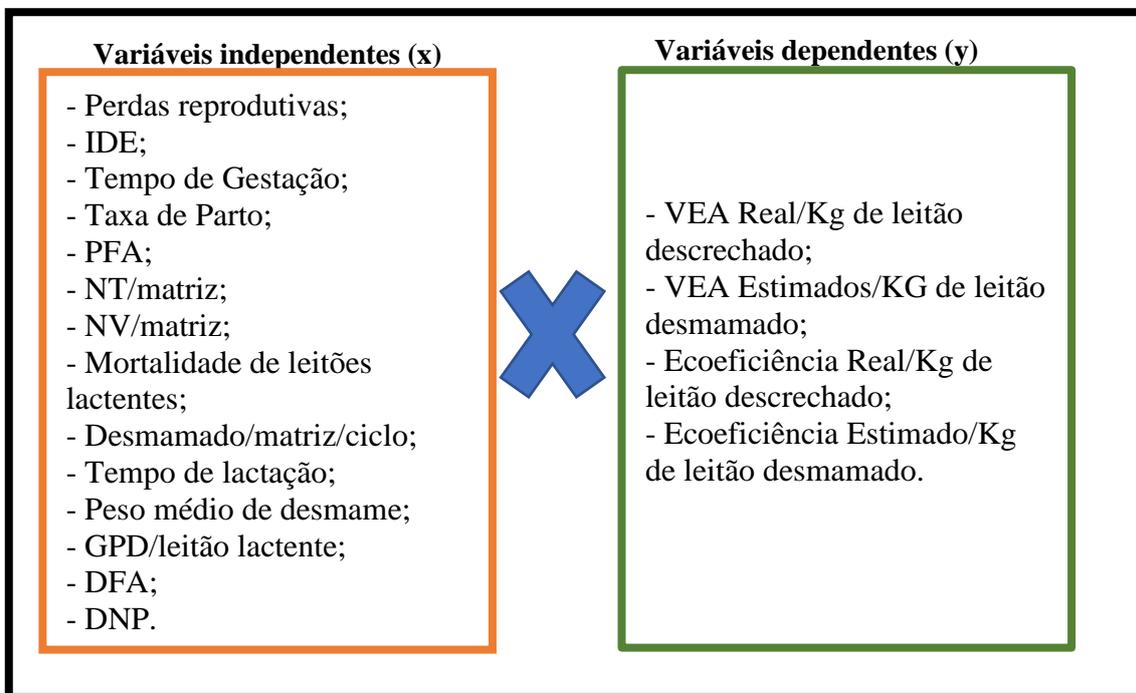


Figura 3. Interações realizadas na análise de correlação – Valor Econômico Adicionado e Ecoeficiência

Todas as análises de correlação foram realizadas no Excel® versão 2016.

IDC – Intervalo Desmame-Estro; PFA – Partos/fêmea/ano; NT – nascidos totais; NV – nascidos vivos; GPD – ganho de peso diário; DNP – Dias não produtivos; VEA – Valor Econômico Adicionado.

Após as análises de correlação, para os indicadores que possuíam uma forte correlação, seja negativa ou positiva, foram realizadas análises de regressão linear. Para identificar quais variáveis e/ou indicadores zootécnicos possuem forte influência nas variações dos impactos ambientais e econômicos foi utilizada uma regressão linear simples, onde cada combinação de índices foram calculados separadamente. Tal modelo foi realizado por Röss et al. (2013) ao correlacionarem pegada de carbono com mudanças no uso da terra.

CAPÍTULO II

Este capítulo tem por finalidade o estudo bibliométrico sistematizado com o intuito de identificar e analisar estudos que abordaram os potenciais impactos ambientais e o valor econômico adicionado da produção de 1 kg leitão desamado e 1 kg de carcaça quente.

Estudo bibliométrico e sistemático da Avaliação do Ciclo de Vida e Valor Econômico Adicionado da produção de leitões destinados a engorda

Pietramale, R.T.R.¹; Ruviaro, C.F.¹; Caldara, F.R.¹; Gimenes, R.T.².

¹*Faculdade de Ciências Agrárias – FCA – Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD – Dourados, MS;*

²*Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia – FACE – Programa de Pós-graduação em Agronegócios – Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD – Dourados, MS.*

RESUMO:

Atribui-se à suinocultura parte da responsabilidade sobre as emissões de gases de efeito estufa, porém uma diminuição desta atividade geraria consequências imediatas e negativas à sociedade, como a insegurança alimentar nos anos vindouros. Objetivou-se, inicialmente, efetuar uma revisão bibliométrica sistematizada para identificar pesquisas relevantes a fim de se conhecer o volume científico que contextualiza sobre os principais fatores, dentro da produção de suínos, que interferem no meio ambiente, bem como, que consideram o ganho econômico do produto. O método foi o documental e bibliométrico nas quatro principais bases de dados internacionais, *Google Scholar*, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*. Primeiramente se questionou sobre quão abrangente, nacionalmente e internacionalmente, era o estudo. E, após, sobre o impacto do tema no meio científico. Posteriormente, realizou-se uma compilação dos trabalhos encontrados, quantificando-os a cada descritor adicionado às buscas. Realizou-se três filtragens a partir dos 89 trabalhos selecionados inicialmente até chegar ao volume de 21 artigos para Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e 9 artigos para Valor Econômico Adicionado (VEA). As diferenças quantitativas sobre o volume de trabalhos encontrados podem ser explicadas pela abrangência sobre os estilos de trabalhos e a base onde foram encontrados. E a mesma diferença é expressa em todas os conjuntos de palavras pesquisados. No geral, os trabalhos sobre ACV envolviam-se com todos os processos tendo como principal resultado as emissões no final do limite do sistema analisado. Poucos foram os trabalhos encontrados que estudassem a variação dos indicadores reprodutivos das matrizes suínas sobre os impactos ambientais e econômicos. Estudos que abordem esta temática são imprescindíveis para que se possa analisar se determinado produto agropecuário está gerando riqueza e sustentabilidade ambiental a determinada região ou país.

PALAVRAS-CHAVE: ganho econômico; pesquisa científica; potenciais impactos ambientais; produção de suínos.

ABSTRACT:

Pig farming have been parcial responsabilized for greenhouse gas emissions. But a decrease in this activity would generate immediate and negative consequences for society, such as food insecurity in the next years. This work has as goal, at first, to carry out a systematic bibliometric review. For to identify relevant researchs in order to know the scientific volume that contextualizes the main factors, within the swine production, that interfere in the environment, as well as, that consider the economic gain of the product. The method was documentary research and bibliometric in the four main international databases, Google Scholar, Science Direct, Scopus and Web of Science. It was asked how comprehensive, nationally and internationally, the study was. And then, about the impact of the theme on the scientific environment. Subsequently, a compilation of the works found was performed, quantifying them for each descriptor added to the searches. Three filtrations were carried out from the 89 works initially selected until reaching the volume of 21 articles for Life Cycle Assessment (LCA) and 9 articles for Added Economic Value (EVA). The quantitative differences on the bulk of works found can be explained by the scope on the styles of works and the basis on which they were found. And the same difference is expressed in all the searched word sets. The work on LCA was involved with all the processes with the main result of emissions at the end of the limit of the analyzed system. Few studies were found to study the variation in the reproductive indicators of the swine matrices on environmental and economic impacts. Research that address this theme are essential for analyzing whether a given agricultural product is generating wealth and environmental sustainability for a given region or country.

KEYWORDS: economic gain; scientific research; potential environmental impacts; pig production.

1 INTRODUÇÃO

Um produto de origem animal necessita que tenha, em seu histórico produtivo, determinados parâmetros a serem seguidos a fim de se adequar a sustentabilidade, tais como os econômicos, os ambientais e os sociais. Desta forma, este produto precisa se enquadrar nestes parâmetros da sustentabilidade, sendo eficiente economicamente e colaborando com a gestão equilibrada do uso dos recursos, além de se adequar aos atributos relacionados ao bem-estar dos animais de produção (TALLENTIRE et al., 2018).

Afirmações como as anteriores caracterizam a sustentabilidade como uma arte ou procedimento positivo para as questões socioculturais, ambientais e econômicas. Nas questões socioculturais da temática muito se fala sobre a percepção dos consumidores com os processos pelos quais um produto passa para chegar até o mesmo, processos estes que podem trazer prejuízos ambientais cada vez mais cobrados pelo mercado. Na produção animal isso trouxe um aporte sobre os interesses do mercado consumidor sobre como ocorrem os procedimentos produtivos dentro da cadeia de produtos de origem animal.

Desta forma, o agropecuarista passou a ter que gerir todas as etapas dentro do ciclo de vida do seu produto, tomando decisões através do conhecimento de todos os fatores que possam afetar o melhor desempenho da sua atividade, seja na questão do bem-estar, da ambiência, da sanidade, da nutrição ou de simples manejo, conjunto este que direta ou indiretamente resultam em mais ou menos impactos ambientais (SONESSON et al., 2016). O setor de produção de proteína animal tem sofrido pressão por parte do mercado consumidor quem tem exigido cada vez mais sobre a ocorrência de impactos ambientais dos animais de produção, tais como as emissões de gases de efeito estufa.

Esta cobrança tem sido questionada, principalmente pelo fato de o setor pecuário possuir uma contribuição expressiva nas discussões sobre o potencial de aquecimento global dentro do sistema (SANTERAMO et al., 2019). Neste contexto, os pesquisadores da área se obrigaram a investigar cada vez mais sobre os impactos na sustentabilidade ambiental da atividade, tendo como principal objetivo a contribuição com o meio sobre a ejeção de poluentes (gasosos ou não) no meio ambiente e sobre o melhor uso dos recursos naturais limitados ou renováveis (TALLENTIRE et al., 2018). Isto também passou a ser priorizado na ciência devido as novas exigências de países importadores de alimentos, como os que constituem a União Europeia (SANTERAMO et al., 2019).

Mas além da importância ambiental e produtiva sobre o volume de alimentos cultivados, é imprescindível considerar o valor econômico de tais produtos. Pois mesmo que atividades produtivas de alimentos provoquem impactos ambientais não se pode desconsiderar o retorno econômico das mesmas (TONIAZZO et al., 2018).

Alguns autores atribuem à suinocultura uma grande parcela da responsabilidade sobre as emissões de gases de efeito estufa, colocando em risco a qualidade do meio ambiente global (ITO et al., 2016), porém uma diminuição destas atividades criaria outras complicações de consequências imediatas, como a segurança alimentar nos próximos anos. Segundo a FAO (2018), prevê-se que a população mundial aumente para 10 bilhões de pessoas até 2050 exigindo que se produza cerca de 70% a mais de alimentos para atender esta demanda. Desta forma, Toniazzi et al. (2018) defendem que para manter a segurança alimentar e a economia mundial em equilíbrio é necessário que se considere a relação íntima da lucratividade com a produtividade, mesmo quando estas entram em desacordo com as variáveis ambientais.

Com tal relevância do tema, objetivou-se explicar e identificar pesquisas de importância, a partir de uma revisão bibliométrica sistematizada, identificando o volume científico que contextualiza sobre os principais fatores dentro da produção de suínos que interferem no meio ambiente, considerando o ganho econômico do produto sobre o investimento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar uma revisão sistemática, foi necessário basear-se em definições pré-determinadas e em fatos científicos comprovados, seguindo o método proposto por Gomes e Caminha (2014). Tal metodologia indica que um texto de revisão sistemática deve cooperar com a decisão sobre um estudo, sobre quais ferramentas deste estudo e com a construção do artigo através de informações originadas em pesquisas científicas já realizadas (GOMES e CAMINHA, 2014). Na realização da bibliometria, partiu-se do pressuposto que tal busca deve auxiliar na contabilização dos documentos relevantes sobre o tema científico proposto neste estudo, assim como fora explicado por Vanz et al. (2010).

No caso da ACV e do VEA, a aplicação dessas ferramentas dependera do questionamento sobre o qual fundamentou-se a pesquisa de informações científicas sobre o assunto. Isso tornou possível o seguimento de pesquisas em bases de dados internacionais e

nacionais utilizando algumas palavras chaves necessárias, que surgiram no decorrer das buscas por informações científicas.

Primeiramente se questionou sobre quão abrangente seria o tema, tanto nacionalmente como internacionalmente. E após sobre o impacto do tema no meio científico.

2.1 Bibliometria

Neste estudo, compreender sobre o que seria uma análise bibliométrica foi fundamental. Assim este método de busca e análise é caracterizado por quantificar os índices de produção e disseminação da ciência (Ferreira, 2010). Desta forma, seguindo as premissas de Chueke e Amatucci (2015), tornou-se possível mapear e quantificar os conceitos sobre o tema pesquisado.

Ao utilizar de tal técnica foi possível identificar sobre os termos pesquisados os principais continentes e/ou países que realizam pesquisas influentes sobre Avaliação de Ciclo de Vida e Valor Econômico Adicionado na suinocultura. Para tanto foram selecionadas as bases de dados *Google Scholar*, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*, onde foi inserido o intervalo temporal, de 2009 a 2019. Na Figura 1 expõe-se sobre as buscas sobre ACV e Impactos Ambientais relacionado a suinocultura, já na Figuras 2 sobre o EVA, os Impactos Ambientais e suas relações com a atividade suínica. Para manter a integridade das buscas, optou-se por fazê-las no idioma inglês.

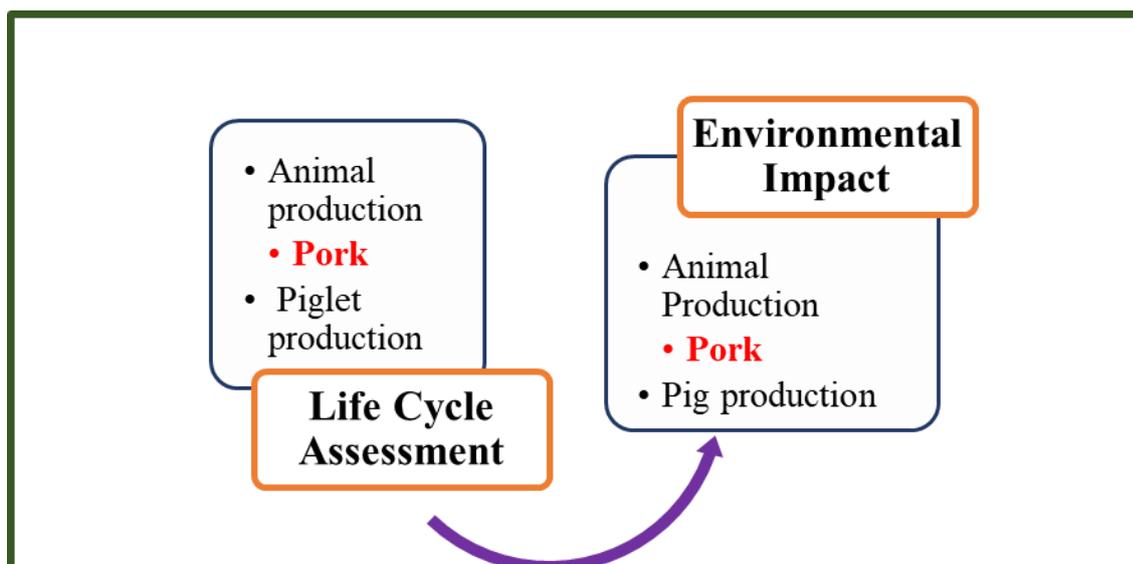


Figura 2.1 Avaliação do Ciclo de Vida, Impactos Ambientais e Suinocultura.

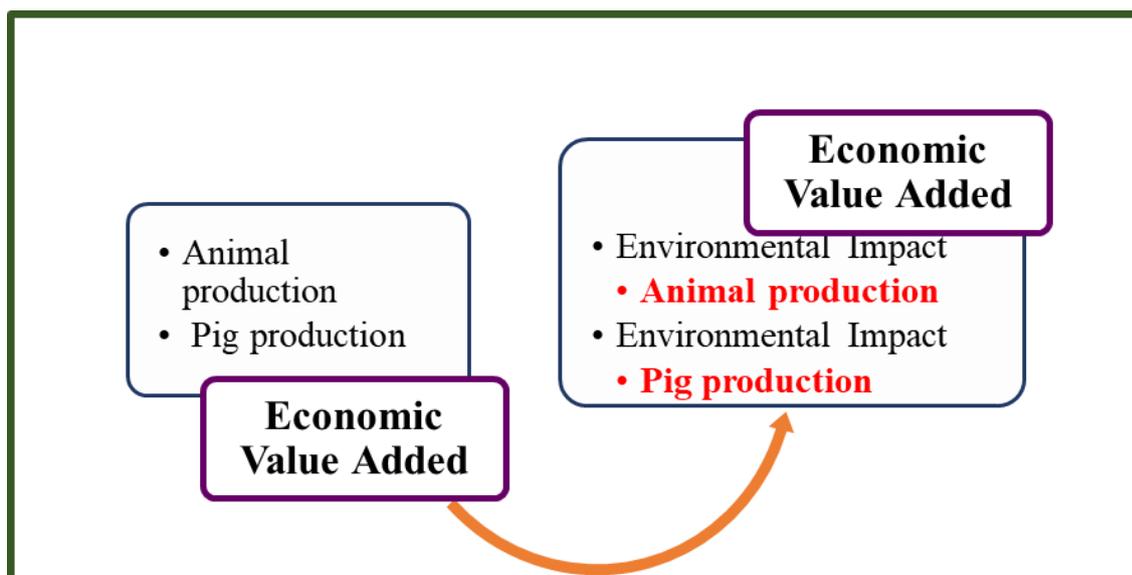


Figura 2.2 Valor Econômico Adicionado, Impactos Ambientais e Suinocultura.

2.2 Sistematização da pesquisa

Ao buscar modelos de sistematização de pesquisas científicas, notou-se que existem na literatura variadas modelagens de abordagem científica sobre temas relevantes, tais como a revisão integrativa, revisão narrativa e a revisão sistemática (FERENHO e FERNANDES, 2016). Todas elas são interpretadas como meios de identificar as lacunas na ciência sobre o tema estudado, além de auxiliar na teorização e fundamentação o assunto a ser abordado e, ainda servir de guia para o pesquisador sobre até onde se pode buscar resultados sobre o assunto de estudo.

O método utilizado, no entanto, foi a revisão sistemática que já vem sendo aplicada na ciência há algum tempo, tendo sua origem na área da saúde (GALVÃO e PEREIRA, 2014). Esta técnica permite a compilação de informações cientificamente fundamentadas (GALVÃO et al., 2004).

Após a busca de trabalhos científicos realizada através dos descritores expostos nas Figuras 1 e 2, foi feita uma primeira análise nos trabalhos encontrados, onde buscou-se nos títulos e nos resumos de cada documento se haviam inclusos neles os descritores pesquisados. Desta forma, selecionou-se 85 artigos científicos relacionados a ACV, Impactos Ambientais e Suinocultura e, 14 para o VEA, Impactos Ambientais e Suinocultura. Depois deste aprofundamento, buscou-se se os artigos que continham valores sobre os impactos ambientais e a suinocultura e os impactos econômicos e a suinocultura, sendo selecionados 43 para o primeiro grupo de palavras e 9 para o segundo grupo de descritores.

Para que fosse possível selecionar quais dos artigos pesquisados participariam de cada estudo, ACV e VEA, foi preciso realizar análise de conteúdo separada. No caso da ACV, foi avaliado se os artigos selecionados possuíam no seu desenvolvimento e resultados a análise do ciclo de vida dos ingredientes da ração, se os objetivos abordavam as emissões por quilograma de leitão desmamado e/ou suíno terminado e se as variáveis estudadas condiziam com as variáveis reprodutivas e suas influências nos resultados sobre o suíno terminado.

Para o Valor Econômico Adicionado (VEA), devido ao volume de material encontrado ser bastante restrito, foi necessário analisar se havia, no corpo de texto dos artigos, a conceituação da ferramenta e sua aplicação prática em áreas do agronegócio e então estudar se havia resultados sobre a produção animal. Pouco se encontrou sobre o VEA e suinocultura de fato e por isso houve dificuldade em fundamentar o tema específico deste estudo.

Desta forma possibilitou a identificação de trabalhos científicos mais precisos sobre a temática, conceituando de forma detalhada os crivos fundamentais sobre a Avaliação do Ciclo de Vida e Valor Econômico Adicionado na cadeia de produção de suínos. Atendendo o objetivo traçado nesta busca, que buscou consolidar as evidências científicas sobre o tema, foi possível quantificar a relação sobre a ACV, o VEA, os Impactos Ambientais e a produção de suínos, tendo como critério central as variáveis reprodutivas.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos aqui estão diretamente relacionados com as emissões de gases de efeito estufa, acidificação e eutrofização do solo, o ganho econômico das empresas inseridas no ramo e a influência dos indicadores de eficiência zootécnica das matrizes suínas em um quilograma de leitão desmamado e de suíno terminado.

Outra abordagem neste item é a compreensão dos indicadores estudados, sendo eles ambientais, zootécnicos (reprodutivos e de engorda) e econômicos (Quadro 1). Tais caracterizações complementam o entendimento sobre os parâmetros produtivos da suinocultura e a participação dos mesmos nos potenciais impactos ambientais.

Quadro 1. Indicadores utilizados na análise de conteúdo dos artigos selecionados na pesquisa sistemática

Indicadores	Categoria	Caracterização
--------------------	------------------	-----------------------

Taxa de Parto	Zootécnica/reprodutiva	Taxa que identifica a quantidade, em percentual, de matrizes que foram cobertas chegaram à fase final da gestação (SOBESTIANSKY <i>et al.</i> , 1998; TANI <i>et al.</i> , 2018).
Taxa de perdas reprodutivas	Zootécnica/reprodutiva	Identifica a quantidade e quais as causas das perdas ocorrentes nos lotes de matrizes cobertas/inseminadas durante o período gestacional (ABELL, 2011; TANI <i>et al.</i> , 2018).
Dias não produtivos	Zootécnica/reprodutiva	Quantidade de dias em que a matriz não está nem gestante e nem lactante, caracterizando que esta não se encontra em produção (SOBESTIANSKY <i>et al.</i> , 1998; BORTOLOZZO <i>et al.</i> , 2015).
Intervalo desmame-estro	Zootécnica/reprodutiva	Intervalo em dias entre o desmame da matriz até que seja inseminada/coberta (BORTOLOZZO <i>et al.</i> , 2015).
Nascidos totais	Zootécnica/reprodutiva	Número de leitões nascidos, sejam mortos/mumificado/vivos (MAGNABOSCO <i>et al.</i> , 2016; KOKETSU <i>et al.</i> , 2017; TANI <i>et al.</i> , 2018).
Nascidos vivos	Zootécnica/reprodutiva	Número de leitões nascidos vivos, mesmo que venham a óbito após o nascimento (MAGNABOSCO <i>et al.</i> , 2016; KOKETSU <i>et al.</i> , 2017; TANI <i>et al.</i> , 2018).
Mortalidade de leitões na maternidade	Zootécnica/reprodutiva	Taxa, em percentual, que quantifica os leitões mortos durante o período lactante e suas principais causas (TANI <i>et al.</i> , 2018).
Desmamados/fêmea/ano	Zootécnica/reprodutiva	Quantidade de leitões que uma matriz desmama em um ano (BELL <i>et al.</i> , 2015).
Parto/fêmea/ano	Zootécnica/reprodutiva	Quantidade de ciclos que uma fêmea tem em um ano produtivo (BELL <i>et al.</i> , 2015).
Número de animais alojados na Recria	Zootécnico/engorda	Animais recém desmamados com pesos entre 5 e 10 kg (depende do sistema adotado pela cadeia estudada) e que são alojados na fase de creche.
Peso médio de alojamento	Zootécnico/engorda	Peso médio por animal no lote de alojamento
Mortalidade na fase de Recria	Zootécnico/engorda	Quantidade em percentual de mortes de leitões ocorridos no período de creche, bem como suas principais causas (ALEGRETTI <i>et al.</i> , 2017; MANZKE <i>et al.</i> , 2016).
Peso médio de desalojamento	Zootécnico/engorda	Peso final por animal na fase.
Volume de animais alojados na engorda	Zootécnico/engorda	Animais recém “descrechados” alojados na fase de engorda/terminação, geralmente com pesos entre 20 e 30 kg.
Mortalidade na fase de engorda	Zootécnico/engorda	Quantidade em percentual de mortes de leitões ocorridos no período de engorda, bem como suas principais causas (ALEGRETTI <i>et al.</i> , 2017; SILVA <i>et al.</i> , 2016)).

Peso médio de abate	Zootécnico/engorda	Peso final por animal na fase
Acidificação	Ambiental	Consequência do excesso de nutrientes orgânicos e não orgânicos que impedem a capacidade de troca catiônica promovida por minerais alcalinos presentes no solo/água (BITENCOURT et al., 2015).
Eutrofização	Ambiental	Excesso de material orgânico lançados em corpos d'água ou em solos de alta drenagem que reduzem a proporção de oxigênio do meio (DE LUCA et al., 2017).
Emissões de Gases de Efeito Estufa	Ambiental	Emissões de gases que potencializam os efeitos sobre a temperatura atmosférica terrestre (RUVIARO et al., 2015).
Valor Econômico Adicionado	Econômico	Cálculo simplificado que analisa se a empresa ou produto está gerando valor para os proprietários, sócios e/ou acionistas (PLETSCH et al., 2015).
<i>Hybrid – WACC</i>	Econômico	Este indicador representa a média ponderada a partir da relação estabelecida entre os custos sobre os capitais aplicados à empresa oriundos dos acionistas e de terceiros (SANTOS et al., 2017). Em países em desenvolvimento tem-se uma extensão deste indicador chamada de CMPC Híbrido.

3.1 Respostas bibliométricas sobre ACV

Ao buscar trabalhos que estudem os impactos ambientais a partir das ferramentas da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), foi possível observar que o volume de documentos e/ou estudos não é pequeno. Há diferenças expressivas entre elas como é o caso da base *Google Scholar* em relação as outras (Tabela 1). O que pode explicar estas diferenças é a abrangência sobre os estilos de trabalhos, visto que o *Google* apresenta menor critério de arquivos e oportuniza a presença de documentos que não são cientificamente comprovados. E a mesma diferença é expressa em todas os conjuntos de palavras pesquisados.

Uma outra observância interessante de ser explanada é sobre a associação dos descritores de ACV e a produção animal e/ou suína, o que revela a pouca quantidade de publicações cientificamente comprovadas sobre esta associação da cadeia com o produto e os possíveis impactos ambientais de todo o processo. Neste caso observou-se que quanto mais se especializavam os descritores da busca, menor era o volume de trabalhos encontrados (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados bibliométricos nas pesquisas de ACV.

Quantificação científica sobre ACV e produção de suínos

Descritores	Base pesquisada	Quantidade de TRABALHOS
"Life Cycle Assessment"	<i>Google Scholar</i>	117000
	<i>Science Direct</i>	18845
	<i>Scopus</i>	18373
	<i>Web of Science</i>	17984
"Life Cycle Assessment" AND "Animal production"	<i>Google Scholar</i>	4510
	<i>Science Direct</i>	405
	<i>Scopus</i>	333
	<i>Web of Science</i>	43
"Life Cycle Assessment" AND "Animal production" AND "Pork"	<i>Google Scholar</i>	1160
	<i>Science Direct</i>	105
	<i>Scopus</i>	69
	<i>Web of Science</i>	3
"Life Cycle Assessment" AND "Piglet production"	<i>Google Scholar</i>	79
	<i>Science Direct</i>	15
	<i>Scopus</i>	5
	<i>Web of Science</i>	2
QUANTIFICAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE IMPACTOS AMBIENTAIS NA SUINOCULTURA		
"Environmental impacts"	<i>Google Scholar</i>	760000
	<i>Science Direct</i>	109397
	<i>Scopus</i>	88066
	<i>Web of Science</i>	27768
"Environmental impacts" AND "Animal production"	<i>Google Scholar</i>	13700
	<i>Science Direct</i>	1467
	<i>Scopus</i>	947
	<i>Web of Science</i>	76
"Environmental impacts" AND "Animal production" AND "Pork"	<i>Google Scholar</i>	3010
	<i>Science Direct</i>	306
	<i>Scopus</i>	135
	<i>Web of Science</i>	5
"Environmental impacts" AND "Pig production"	<i>Google Scholar</i>	2990
	<i>Science Direct</i>	348
	<i>Scopus</i>	373
	<i>Web of Science</i>	64
"Environmental impacts" AND "Piglet production"	<i>Google Scholar</i>	150
	<i>Science Direct</i>	26
	<i>Scopus</i>	6
	<i>Web of Science</i>	1

3.2 Análise de conteúdo – ACV

Dentre os trabalhos selecionados para análise de conteúdo, foi identificado que a maioria utilizava a Avaliação do Ciclo de Vida como metodologia para análise dos impactos ambientais, mas continha diferenças estruturais nos estudos (Tabela 2). Desta forma foi possível identificar métodos específicos de ACV, bem como a Unidade Funcional (UF) utilizada para cálculos e as etapas dos processos ocorrentes no ciclo de vida da UF dentro da cadeia estudada.

Tabela 2. Diferenças dos estudos de ACV por autor, unidade funcional e origem dos dados.

Base de dados usadas nos trabalhos	Autores, ano.	Unidade Funcional
Agribalyse ¹	- GARCIA-LAUNAY et al., 2018;	- 1 ton. de ingrediente da dieta;
	- WILFART et al., 2016;	- Kg de ingrediente da dieta;
Autores (secundários)	- CHERUBINI et al., 2014;	- 1ton. de carcaça;
	- RECKMANN et al., 2013;	- 1 kg de PV;
	- RÖÖSS et al., 2013.	- 1 kg de carne produzida;
	- GARCIA-LAUNAY et al., 2018;	- 1 ton. de ingrediente da dieta;
Ecoalim ²	- WILFART et al., 2016;	- Kg de ingrediente da dieta;
	- SONESSON et al., 2016;	- 1 kg de carne suína na gôndola do mercado;
	- SOSU-BOAKYE et al., 2014;	- 1 kg de carcaça suína;
	- ALFONSO, L., 2019.	- Um dia do animal na fase, 1 kg de ração, 1 kg de PV de leitão.
Ecoinvent ³	- NOYA et al., 2017.	- 100 kg de PV pronto para abate.
	- KEBREAB et al., 2016;	- 1ton. de PV pronto para abate;
	- VAN ZANTEN et al., 2015;	- 1 kg de PV de leitões desmamados;
	- PELLETIER et al., 2010;	- 1 kg de PV ao final da engorda;
	- GUTIÉRREZ et al., 2016;	- 1 UA terminado de 120 kg de PV;
	- CHERUBINI et al., 2014;	- 1 ton. de carcaça;
	- RECKMANN et al., 2013;	- 1 kg de peso vivo;
Inventário próprio ⁴	- ALI et al., 2017;	- 104 kg de PV de animal terminado;
	- KAUFMANN, T., 2015;	- 1 matriz e 100 kg de PV para abate;
	- WANG et al., 2015;	- 100 kg de PV pronto para abate;
	- MACKENZIE et al., 2015;	- 1 kg de peso esperado de carcaça;
	- RECKMANN & KRIETER, 2015 (realidade simulada a partir de inventário próprio);	- 1 kg de carcaça fria;
	- MONTEIRO et al., 2017;	- 1 kg de ganho de peso;
	- CADÉRO et al., 2018 (baseou-se em parâmetros do Ecoalim., do Ecoinvent. e Agribalyse);	- Um animal na engorda (lembrando que aqui estes autores buscaram desenvolver um modelo de análise de sensibilidade);

¹Agribalyse é um banco de dados agrícola da França utilizado em estudos de ACV na produção de alimentos e usado como benchmarking do setor no país (VAN DER WERF e SALOU, 2015);

²Banco de dados sobre ingredientes da alimentação animal e de outros alimentos consumidos na França (WILFART et al., 2016);

³Base de inventários compostos por valores das cargas ambientais sobre o ciclo de vida de uma ampla gama de produtos (WERNET et al., 2016);

⁴Os autores coletam e constroem os próprios inventários para estudos de ACV;

⁵Software utilizado para análise de desempenho e do uso de diferentes estratégias nutricionais na suinocultura industrial (VAN MILGEN et al., 2008).

Ao se avaliar sobre o foco de cada trabalho, observou-se que havia 4 tipologias objetivadas pelos autores. Sendo elas – a dieta, envolvendo os ingredientes e categorias de impactos ambientais; os indicadores reprodutivos, como parte do sistema ou como foco principal; as fases de engorda, como parte da cadeia ou como principal; e, por fim, a metodologia de estudo.

Em sua maioria, os trabalhos envolviam-se com todos os processos tendo como principal resultado as emissões no final da cadeia. Porém alguns focaram somente em algumas etapas, sendo Wilfart et al. (2016) e Garcia-Launay et al. (2018), que focaram apenas nas etapas de produção de ração, Alfonso (2019) apenas nos indicadores reprodutivos e suas interferências sobre os impactos ambientais e econômicos no restante da cadeia, Cherubini et al. (2014), Groen et al. (2016) e Monteiro et al. (2017) que focaram apenas na última etapa de produção dos animais a engorda e, por fim, Röss et al. (2013) e Cadéro et al. (2018) que objetivaram analisar métodos de análise do ciclo de vida e seus resultados.

3.3 Respostas bibliométricas sobre VEA

Ao se realizar a busca sobre arquivos científicos que abordassem em algum momento a metodologia Valor Econômico Adicionado em análises econômicas de empresas do setor agropecuário pode-se observar uma redução abrupta do volume de trabalhos encontrados (Tabela 3). A cada adição de descritor sobre o principal, “*Economic Value Added*”, obtinha-se quase nenhum trabalho encontrado, a não ser na base *Google Scholar*, onde todos os níveis de especificação da busca possuíam alguma quantidade de trabalhos. Isso pode estar atrelado ao fato de que esta base de dados é menos criteriosa que as outras três bases pesquisadas.

Tabela 3. Resultados bibliométricos nas pesquisas de VEA.

QUANTIFICAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE VEA E SUINOCULTURA		
“ <i>Economic Value Added</i> ”	<i>Google Scholar</i>	16900
	<i>Science Direct</i>	683
	<i>Scopus</i>	460
	<i>Web of Science</i>	385
“ <i>Economic Value Added</i> ” AND “ <i>Animal Production</i> ”	<i>Google Scholar</i>	67
	<i>Science Direct</i>	4
	<i>Scopus</i>	0
	<i>Web of Science</i>	0

"Economic Value Added" AND "Pig production"	Google Scholar	16
	Science Direct	1
	Scopus	0
	Web of Science	0
DESCRITORES PESQUISADOS SOBRE O VEA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS NA SUINOCULTURA		
"Economic Value Added"	Google Scholar	16900
	Science Direct	683
	Scopus	0
	Web of Science	88066
"Economic Value Added" AND "Environmental impact"	Google Scholar	1250
	Science Direct	151
	Scopus	0
	Web of Science	4
"Economic Value Added" AND "Environmental impact" AND "Animal production"	Google Scholar	18
	Science Direct	2
	Scopus	0
	Web of Science	0
"Economic Value Added" AND "Environmental impact" AND "Pig production"	Google Scholar	3
	Science Direct	1
	Scopus	0
	Web of Science	0

VEA – Valor Econômico Adicionado.

3.4 Análise de conteúdo – VEA

Assim como já fora mencionado no item 3.3 deste trabalho, pouco se encontrou sobre o Valor Econômico Adicionado (VEA) relacionado a cadeia suinícola. Porém alguns autores conseguiram realizar e explicar resultados a partir da metodologia VEA e cadeias produtivas inseridas no agronegócio, tais como a cadeia leiteira e frigorífica. Outros trabalhos foram selecionados apenas para entendimento da ferramenta de análise econômica financeira, tais como os realizados por Jakub et al. (2015), Andia et al. (2011) e Morard (2009) (Tabela 4).

Tabela 4. Diferenças dos estudos de VEA por autor, objeto de estudo e tipos de resultados.

Objeto de estudo	Autores, ano.	Resultados *
Cadeia leiteira	- FORLEO et al., 2018;	- Negativo para a fase de produção de leite e positivo para a fabricação da <i>mozzarella</i> ;
	- MARKAUSKAS & SABONIENE, 2015;	- Positivo devido as empresas não serem avaliadas a partir da produção do leite, apenas pelo beneficiamento.
Não houve um objeto específico	- JAKUB et al., 2015;	- Identificação e caracterização de métodos de análise com o VEA;
	- ANDIA et al., 2011.	- Importante integrar teorias contábeis com teorias de cadeias produtivas para análises de desempenhos financeiros e econômicos.

Capital investido	- CHAIWONG, 2010;	- O ponto crítico sobre a queda de rentabilidade de uma cooperativa pode ser a inadequação do capital em relação ao risco financeiro.
EVA	- MORARD, 2009.	- Revisão sistemática para desenvolver um modelo matemático mais prático para uso do VEA.
Cadeia de produção de alimentos	- CUCAGNA & GOLDSMITH, 2017.	- Positivo em algumas empresas e negativo em outras, porém com média de VEA geral positivo ou zero.
Cadeia Frigorífica brasileira	- PUPERI et al., 2014.	- Negativo.

*Os resultados positivos ou negativos para o VEA correspondem ao fato do valor adicionado ao valor real da empresa por unidade de produto (CURADI et al., 2017).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas referentes aos impactos ambientais na suinocultura possuem um elevado volume no contexto geral, porém ao se especificar a busca este volume reduz. Isso leva a conclusão que apesar da importância e relevância bibliométrica sobre estudos ambientais, o tema ainda é abordado muito superficialmente, aprofundando-se pouco sobre as temáticas de produção de alimentos em cadeias mais específicas.

Ainda sobre os impactos ambientais, analisando sob o ponto de vista da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), nota-se que tal ferramenta possui variados métodos que trazem respostas sobre as emissões de produtos impactantes ao longo da cadeia de produção. Com tal variabilidade dentro da ferramenta, conclui-se que não é possível afirmar sobre a precisão de resultados de uma única forma de analisar uma mesma cadeia produtiva. Outra conclusão é sobre o volume de trabalhos encontrados que estudassem a variação dos indicadores reprodutivos das matrizes suínas sobre os impactos ambientais.

Sobre o Valor Econômico Adicionado (VEA) notou-se um volume bastante reduzido, quando comparado aos trabalhos ambientais, sendo ainda menor ao especificar os descritores. Assim conclui-se que estudos que relacionem ganhos econômicos, impactos ambientais e as cadeias produtivas do agronegócio, ainda são bastante escassos.

Sobre a relação do VEA e suinocultura, ou o VEA e os impactos ambientais na suinocultura, os arquivos científicos identificados foram reduzidos a zero. Isso demonstra que, apesar da gestão rural ter se transformado em gestão de empresas rurais, pouco se sabe sobre o real ganho que determinado produto tem sobre o investimento, principalmente na suinocultura. Estudos que abordem esta temática são imprescindíveis para que se possa

analisar se determinado produto agropecuário está gerando riqueza a determinada região ou país.

BIBLIOGRAFIA

ABELL, C.; STALDER, K. J.; MABRY, J. W. Genetic and Phenotypic Correlations for Maternal and Postweaning Traits from a Seedstock Swine Breeding System. **Animal Industry Report**, v. 657, n. 1, p. 68, 2011.

ALFONSO, L. Impact of incorporating greenhouse gas emission intensities in selection indexes for sow productivity traits. **Livestock science**, v. 219, p. 57-61, 2019.

ALI, B. M.; DE MEY, Y.; BASTIAANSEN, J. W. M.; OUDE LANSINK, A. G. J. M. Effects of incorporating environmental cost and risk aversion on economic values of pig breeding goal traits. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 135(3), 194-207, 2018.

ALLEGRETTI, G.; MACHADO, J. A. D.; SCHMIDT, V. CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SUINOCULTURA DE TERMINAÇÃO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO. FACEF **Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão**, v. 20, n. 1, 2018.

ANDIA, L. H.; GARCIA, R.; BACHA, C. J. C. A influência dos fatores econômicos e jurídicos sobre o desempenho das empresas do agronegócio brasileiro: período de 2003 a 2005. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 4, p. 875-908, 2011.

BELL, W.; URIOSTE, J. I.; BARLOCCO, N.; VADELL, A.; CLARIGET, R. P. Genetic and environmental factors affecting reproductive traits in sows in an outdoor production system. **Livestock Science**, v. 182, p. 101-107, 2015.

BITENCOURT, D. G. B.; PINTO, L. F. S.; PAULETTO, E. A.; SILVA, M. T.; GARCIA, G. F. Geração de drenagem ácida e de contaminação por metais pesados em perfis de solos construídos em área de mineração de carvão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1821-1834, 2015.

BORTOLOZZO, F. P.; MENEGAT, M. B.; MELLAGI, A. P. G.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I. New artificial insemination technologies for swine. **Reproduction in Domestic Animals**, 50, 80-84, 2015.

CADÉRO, A.; AUBRY, A.; BRUN, F.; DOURMAD, J. Y.; SALAÜN, Y.; GARCIA-LAUNAY, F. Global sensitivity analysis of a pig fattening unit model simulating technico-economic performance and environmental impacts. **Agricultural systems**, 165, 221-229, 2018.

CHAIWONG, D. An Analysis of the Effectiveness of the Strategic Plan for an Increase of the Internal Agricultural Cooperative Capital: A Case Study of the Land Reform Srisatchanalai Agricultural Cooperative Limited, 2010. Disponível em [\[https://www.ekf.vsb.cz/export/sites/ekf/rmfr/.content/galerie-dokumentu/2014/plne-zneni-prispevku/Chaiwong_Donlaya.pdf\]](https://www.ekf.vsb.cz/export/sites/ekf/rmfr/.content/galerie-dokumentu/2014/plne-zneni-prispevku/Chaiwong_Donlaya.pdf) Acesso em outubro de 2019.

CHERUBINI, E.; ZANGHELINI, G. M.; ALVARENGA, R. A. F.; FRANCO, D.; SOARES, S. R. Life cycle assessment of swine production in Brazil: a comparison of four manure management systems. **Journal of Cleaner Production**, 87, 68-77, 2014.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Internext**, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015.

CUCAGNA, M. E.; GOLDSMITH, P. D. Value adding in the agri-food value chain. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 21, n. 3, p. 293-316, 2018.

CURADI, F. C.; DE MIRANDA, R. L.; BOTTEGA, S. C.; DOS SANTOS, G. F. Valor Econômico Agregado (EVA®): Um Estudo na Literatura Vigente. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, v. 3, n. 1, p. 67-84, 2017.

DE LUCA, S. Q. J.; HUSSAR, G. J.; PARADELA, A. L.; BELI, E. ESTUDO DA EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE SUINOCULTURA. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 14, n. 1, 2017.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Animal production and Health, sources of meat.** 2019. Disponível em:<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html> Acesso em outubro de 2019.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. **Revista ACB**, 21(3), 550-563, 2016.

FERREIRA, A. G. Clipes. Bibliometria na avaliação de periódicos científicos. **DataGramZero-Revista de Ciência da Informação**, v. 11, n. 3, p. 1-9, 2010.

FORLEO, M. B.; PALMIERI, N.; SALIMEI, E. The eco-efficiency of the dairy cheese chain: an italian case study. **Italian Journal of Food Science**, 30(2), 2018.

GALVÃO, C. M.; SAWADA, N. O.; TREVIZAN, M. A.. Revisão sistemática. **Rev Latino-am enfermagem**, v. 12, n. 3, p. 549-56, 2004.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G.. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, p. 183-184, 2014.

GARCIA-LAUNAY, F.; DUSART, L.; ESPAGNOL, S.; LAISSE-REDOUX, S.; GAUDRÉ, D.; MÉDA, B.; WILFART, A. Multiobjective formulation is an effective method to reduce environmental impacts of livestock feeds. **British Journal of Nutrition**, 120(11), 1298-1309, 2018.

GROEN, E. A.; VAN ZANTEN, H. H. E.; HEIJUNGS, R.; BOKKERS, E. A. M.; DE BOER, I. J. M. Sensitivity analysis of greenhouse gas emissions from a pork production chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 129, p. 202-211, 2016.

GOMES, I. S.; CAMINHA, I. O. Guia para estudos de revisão sistemática: uma opção metodológica para as Ciências do Movimento Humano. **Movimento**, v. 20, n. 1, p. 395-411, 2014.

GUTIÉRREZ, A. S.; ERAS, J. J. C.; BILLEN, P.; VANDECASTEELE, C. Environmental assessment of pig production in Cienfuegos, Cuba: alternatives for manure management. **Journal of Cleaner Production**, 112, 2518-2528, 2016.

ITO, M.; GUIMARÃES, D. D. & AMARAL, G. F. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial, Rio de Janeiro**, v. (44). p. 125-156, 2016.

JAKUB, Salaga; VIERA, Bartosova; EVA, Kicova. Economic Value Added as a measurement tool of financial performance. **Procedia Economics and Finance**, v. 26, p. 484-489, 2015.

KAUFMANN, Thomas. Sustainable livestock production: Low emission farm–The innovative combination of nutrient, emission and waste management with special emphasis on Chinese pig production. **Animal Nutrition**, v. 1, n. 3, p. 104-112, 2015.

KOKETSU, Y.; TANI, S. & IIDA, R. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine health management*, v. 3, n. 1, p. 1, 2017.

KEBREAB, E.; LIEDKE, A.; CARO, D.; DEIMLING, S.; BINDER, M.; FINKBEINER, M. Environmental impact of using specialty feed ingredients in swine and poultry production: A life cycle assessment. **Journal of Animal Science**, 94(6), 2664-2681, 2016.

MACKENZIE, S. G.; LEINONEN, I.; FERGUSON, N.; KYRIAZAKIS, I. Accounting for uncertainty in the quantification of the environmental impacts of Canadian pig farming systems. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 6, p. 3130-3143, 2015.

MAGNABOSCO, D.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; CUNHA, E. C. P.; BORTOLOZZO, F. P. Low birth weight affects lifetime productive performance and longevity of female swine. **Livestock Science**, v. 184, p. 119-125, 2016.

MANZKE, N. E., GOMES, B. K., LIMA, G. J. M. M., & XAVIER, E. G. Nutrição de leitões neonatos: importância da suplementação. **Archivos de zootecnia**, v. 65, n. 252, 585-591, 2016.

MARKAUSKAS, M.; SABONIENE, A. Evaluation of Factors Affecting Companies Value of Lithuanian Dairy Industry. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 213, p. 61-66, 2015.

MELLAGI, M. L. B.; WENTZ, I. Desafios e potencialidades para o manejo reprodutivo da fêmea suína. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.39, n.1, p.97-103, 2015

MONTEIRO, A. N. T. R.; BERTOL, T. M.; DE OLIVEIRA, P. A. V.; DOURMAD, J. Y.; COLDEBELLA, A.; KESSLER, A. M. The impact of feeding growing-finishing pigs with reduced dietary protein levels on performance, carcass traits, meat quality and environmental impacts. **Livestock Science**, 198, 162-169, 2017.

MORARD, B.; BALU, F. O. Developing a practical model for calculating the economic value added. **Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research**, v. 3, n. 3, p. 1-16, 2009.

NOYA, I.; VILLANUEVA-REY, P.; GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; FERNANDEZ, M. D.; RODRIGUEZ, M. R.; MOREIRA, M. T. Life Cycle Assessment of pig production: A case study in Galicia. **Journal of Cleaner Production**, 142, 4327-4338, 2017.

PELLETIER, N.; LAMMERS, P.; STENDER, D.; PIROG, R. Life cycle assessment of high- and low-profitability commodity and deep-bedded niche swine production systems in the Upper Midwestern United States. **Agricultural Systems**, 103(9), 599-608, 2010.

PLETSCH, C. S.; REIF, E.; DA SILVA, T. P. Análise da relação entre o valor econômico agregado (EVA) e os indicadores do mercado de empresas brasileiras. **Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión**, v. 23, n. 1, p. 157-173, 2015.

PUPERI, M.; BITENCOURT, M.; DE QUEIROZ CALEMAN, S. M. Aferindo a Competitividade Através da Metodologia EVA: Um Estudo de Caso do Grupo JBS. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, 2014.

RECKMANN, K.; TRAULSEN, I.; KRIETER, J. Life Cycle Assessment of pork production: A data inventory for the case of Germany. **Livestock Science**, v. 157, n. 2-3, p. 586-596, 2013.

RECKMANN, K.; KRIETER, J. Environmental impacts of the pork supply chain with regard to farm performance. **The Journal of Agricultural Science**, v. 153, n. 3, p. 411-421, 2015.

RÖÖS, E.; SUNDBERG, C.; TIDÅKER, P.; STRID, I.; HANSSON, P. A. Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production? **Ecological Indicators**, 24, 573-581, 2013.

RUVIARO, C. F.; DE LÉIS, C. M.; LAMPERT, V. D. N.; BARCELLOS, J. O. J.; DEWES, H. Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian farm: a case study. **Journal of Cleaner Production**, 96, 435-443, 2015.

SANTERAMO, F. G.; LAMONACA, E.; TAPPI, M.; DI GIOIA, L. Considerations on the Environmental and Social Sustainability of Animal-based Policies. **Sustainability**, 11(8), 2316, 2019.

SANTOS, F. K. G.; DA SILVA, J. B.; DOS SANTOS, M. D.; DE MENDONÇA CAVALCANTE, A. N.; DE LISBOA SUCUPIRA, C. R. A Relação entre o Custo Médio Ponderado de Capital e o Retorno sobre investimentos: O caso da AMBEV. **Anais...** In Congresso de Gestão, Negócios e Tecnologia da Informação–CONGENTI (Vol. 1, No. 1). 2017.

SASU-BOAKYE, Y.; CEDERBERG, C.; WIRSENIUS, S. Localising livestock protein feed production and the impact on land use and greenhouse gas emissions. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1339-1348, 2014.

SILVA, C. A. D.; AGOSTINI, P. D. S.; CALLEGARI, M. A.; SANTOS, R. D. K. S. D.; NOVAIS, A. K.; PIEROZAN, C. R.; PEREIRA JÚNIOR, M.; ALVES, J. B.; GASÓ, J. G. Factors affecting the performance of pigs in the growing and finishing phases. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, 1780-1788, 2016.

SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. E. S.; MORES, N.; DE OLIVEIRA, S. J.; CARVALHO, A. M.; MORENO, A. M.; ROEHE, P. M. Clínica e patologia suína. 2. ed, 1999, Goiás, p. 304- 305 _____. Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: EMBRAPA – SPI. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 1998.

SONESSON, U. G.; LORENTZON, K.; ANDERSSON, A.; BARR, U-K; BERTILSSON, J.; BORCH, E.; BRUNIUS, C.; EMANUELSSON, M.; GÖRANSSON, L.; GUNNARSSON, S.; HAMBERG, L.; HESSLE, A.; KUMM, K-I.; LUNDH, A.; NIELSEN, T.; ÖSTERGREN, K.; SALOMON, E.; SINDHÖJ, E.; STENBERG, B.; STENBERG, M.; SUNDBERG, M.; WALL, H. Paths to a sustainable food sector: integrated design and LCA of future food supply chains: the case of pork production in Sweden. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 21(5), 664-676, 2016.

TALLENTIRE, C. W.; EDWARDS, S. A.; VAN LIMBERGEN, T.; KYRIAZAKIS, I. The challenge of incorporating animal welfare in a social life cycle assessment model of European chicken production. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 24, n. 6, p. 1093-1104, 2019.

TANI, S.; PIÑEIRO, C.; KOKETSU, Y. High-performing farms exploit reproductive potential of high and low prolific sows better than low-performing farms. **Porcine Health Management**, v. 4, n. 1, p. 15, 2018.

TONIAZZO, F.; RODRIGUES, A. C.; ROSA, M. M.; ROS, C. O.; BECEGATTO, V. A.; LAVNITCKI, L.; HENKES, J. A.; CANTONI, F. Avaliação da liberação de CO2 em solo com adição de águas residuárias suínícolas e impactos ambientais e sociais da suinocultura. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 7(1), 253-274, 2018.

VAN DER WERF, H. M. G.; SALOU, T. Economic value as a functional unit for environmental labelling of food and other consumer products. **Journal of Cleaner Production**, v. 94, p. 394-397, 2015.

VAN MILGEN, J.; VALANCOGNE, A.; DUBOIS, S.; DOURMAD, J. Y.; SÈVE, B.; NOBLET, J. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 143, n. 1-4, p. 387-405, 2008.

VANZ, S. A. S.; STUMPF, I. R. H. Procedimentos e ferramentas aplicados aos estudos bibliométricos. **Informação & Sociedade: Estudos**. João Pessoa, PB. Vol. 20, n. 2 p. 67-75, 2010.

VAN ZANTEN, H. H. E.; BIKKER, P.; MOLLENHORST, H.; MEERBURG, B. G.; DE BOER, I. J. M. Environmental impact of replacing soybean meal with rapeseed meal in diets of finishing pigs. **Animal**, 9, 1866–1874, 2015.

WANG, X.; DADOUMA, A.; CHEN, Y.; SUI, P.; GAO, W.; JIA, L. Sustainability evaluation of the large-scale pig farming system in North China: an emergy analysis based on life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, 102, 144-164, 2015.

WERNET, G.; BAUER, C.; STEUBING, B.; REINHARD, J.; MORENO-RUIZ, E.; WEIDEMA, B. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 21, n. 9, p. 1218-1230, 2016.

WILFART, A.; ESPAGNOL, S.; DAUGUET, S.; TAILLEUR, A.; GAC, A.; GARCIA-LAUNAY, F. ECOALIM: a dataset of environmental impacts of feed ingredients used in French animal production. **PloS One**, 11(12), 2016.

CAPÍTULO III

Neste capítulo, por meio do uso da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida, procurou-se identificar quais são os indicadores zootécnicos reprodutivos que influenciam nas categorias de potenciais impactos ambientais da produção de 1 kg de suíno terminado e 1 kg de carcaça quente. O texto está sob o formato do Periódico *Livestock Science*[®], o qual será submetido este capítulo.

Influência dos indicadores reprodutivos nos impactos ambientais da produção de suínos brasileira

Pietramale R.T.R.*¹, Ruviaro C.F.¹, Caldara, F.R.¹.

1Faculdade de Ciências Agrárias – FCA – Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Dourados, MS.

E-mail to correspondence: rolimpiezoo@gmail.com

RESUMO: O Brasil tem se destacado com uma suinocultura cada vez mais inovadora e utente de pacotes tecnológicos que se adaptem às necessidades produtivas nacionais e internacionais. No entanto, o maior desafio ainda está em equilibrar os indicadores produtivos, cada vez mais eficientes, com os aspectos ambientais. Assim, objetivou-se identificar quais os pontos críticos no processo de produção de leitões desmamados destinados à engorda que são passíveis de otimização para que se reduzam os impactos ambientais. Desta forma, utilizou-se o método de Avaliação de Ciclo de Vida e coletou-se dados primários obtidos em cooperativas, unidades produtivas independentes e indicadores nacionais oriundos de um inventário realizado por uma empresa de *software* de controle de dados de produção. Os dados são provenientes dos índices produtivos resultantes dos anos de 2016, 2017 e 2018. A hipótese central deste estudo baseou-se em identificar quais os indicadores reprodutivos são mais influentes nos resultados sobre os potenciais impactos ambientais. Buscou-se correlacionar a variabilidade dos indicadores reprodutivos principais com as emissões no final de cada processo, reprodução, creche e terminação. Os resultados transparecem que quanto maior o valor de desmamados/fêmea/ano, maiores são as emissões, pois subentende-se que os dias lactentes do leitão interferem diretamente no seu ganho de peso diário que possui correlação forte com as emissões nas categorias de impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação do Ciclo de Vida; eficiência reprodutiva; produção de leitões desmamados; categorias de impactos ambientais.

ABSTRACT: Brazil has been contrasted out with an increasingly innovative pig farming. This country user of technological packages that adapt to national and international production needs. However, the biggest challenge is still to balance the production indicators, which are increasingly efficient, with the environmental aspects. Thus, the goal was to identify which are the critical points in the production process of weaned piglets destined for fattening that can be optimized so that the environmental impacts can be reduced. In this way, we used the Life Cycle Assessment method and collected primary data obtained from cooperatives, independent production units and national indicators from an inventory carried out by a production data control software company. The data come from the production indexes resulting from the years 2016, 2017 and 2018. The hypothesis of this study was based on identifying which reproductive indicators are most influential in the results on the potential environmental impacts. We sought to correlate the variability of the main reproductive indicators with the emissions at the end of each process, reproduction, day care and finish. The results show that the higher the value of weaned/sow/year, the greater the emissions. For this is understood that the suckling days of the piglet directly interfere with their daily weight gain, which has a strong correlation with emissions in the categories of environmental impacts.

KEYWORDS: Life Cycle Assessment; reproductive efficiency; production of weaned piglets; categories of environmental impacts.

1 INTRODUÇÃO

No contexto mundial atual, a suinocultura apresenta-se como a cadeia de produção da carne de maior consumo per capita, o que gerou uma expectativa de crescimento da atividade por parte dos países exportadores do produto (SHAO et al., 2018). Isso ocorreu devido a uma crise, iniciada em 2017, sobre a produção chinesa de suínos afetada pela Peste Suína Africana, que tem dizimado plantéis produtivos em larga escala naquele país, causando um aumento na demanda por importação do produto para atender o consumo da população chinesa, considerada a maior consumidora do produto (PITTS e WHITNALL, 2019). Tais acontecimentos abalaram o mercado internacional suinícola e intensificaram discussões voltadas a qualidade produtiva, envolvendo principalmente a sanidade e os problemas ambientais (ROTH, 2020).

Quanto a atividade, esta tem sido considerada uma atividade agropecuária de importância econômica devido a promoção de desenvolvimento de diversas regiões do mundo, com destaque para países como o Brasil, que se encaixa no grupo das nações emergentes em desenvolvimento. Porém, no contexto ambiental, autores como McAuliffe et al. (2017) afirmaram que a produção de monogástricos, participa significativamente dos fatores que influenciam do aquecimento global. Sendo a carne suína a mais consumida mundialmente (USDA, 2019), ela pode estar contribuindo de forma expressiva nas emissões dos gases de efeito estufa (GEE).

Ao identificarem potenciais impactos ambientais causados pela suinocultura, Toniazzo et al. (2018) sugeriram que para minimizar tais impactos seria necessário incentivar a redução do consumo dos produtos oriundos desta atividade por parte dos consumidores. Contudo, essa ação entraria em desacordo com as afirmações da FAO (2018) sobre o aumento populacional mundial previsto para até 2050, cerca de 10 bilhões de pessoas, e a necessidade de aumentar a produção de alimentos, principalmente da proteína de origem animal, em pelo menos 70%.

Apesar das discussões sobre o potencial poluidor da suinocultura, o Brasil tem se destacado nesta atividade buscando inovações e pacotes tecnológicos que se adaptem às necessidades produtivas nacionais e internacionais (DE CAMARGO et al., 2018). No entanto, o maior desafio ainda é equilibrar os indicadores produtivos, cada vez mais eficientes, com os aspectos ambientais. Considerando o constante aumento do interesse da população mundial sobre a produção de alimentos, torna-se imprescindível que se estude as cadeias de produção animal e seus possíveis impactos ambientais, econômicos e sociais, com

o auxílio de métodos e ferramentas precisas e de forma a configurar as cadeias de produção de alimentos em processos eficientes e sustentáveis.

A atividade suinícola é composta por um sistema vertical de perfil linear, onde promovem-se ciclos produtivos em mais de duas vezes ao ano (SOBESTIANSKY, 1998; ALEGRETTI et al, 2017). Dada esta linearidade do processo produtivo, onde o início de uma etapa depende do resultado da anterior, divide-se a atividade em fases produtivas, a reprodutiva, crescimento e engorda.

Assim, este trabalho buscou identificar quais são os pontos críticos no processo de produção de leitões desmamados destinados à engorda, em diferentes indicadores de produtividade, que são passíveis de otimização para que se reduzam os impactos ambientais. Para tanto, utilizou-se o método de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) indicado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO/ONU* (FAO, 2018).

2 METODOLOGIA

Um estudo de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) deve ser fundamentado por premissas que compõem a ISO 14040 e 14044 (2006). Assim, essa metodologia tem como ponto de partida a definição de objetivo e escopo, oportunizando que detalhes do sistema estudado sejam participantes do objeto de pesquisa e do objetivo da análise ambiental.

Objetivo e escopo

Com a finalidade de se identificar e estimar categorias de impactos ambientais como o potencial de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e a capacidade de uso da terra (CUT) de sistemas brasileiros de produção de leitões desmamados, buscou-se avaliar os principais indicadores zootécnicos da produção de leitões desmamados em diferentes categorias de Unidades Produtivas (UP), as Unidades de Ciclo Completo (UCC), Unidade Produtora de Leitões (UPL), Unidade Produtora de Desmamados (UPD) e Unidades Terminadoras (UT) referentes às suas produtividades anuais. Coletou-se dados primários obtidos em cooperativas, unidades produtivas independentes e indicadores nacionais oriundos de um inventário realizado por uma empresa de *software* de controle de dados de produção, a qual produz um anuário intitulado “Melhores do ano da Suinocultura”.

2.1 Avaliação do Ciclo de Vida

O uso da ACV permite a mensuração dos possíveis impactos ambientais dentro da cadeia produtiva dos suínos e, ainda, auxilia na tomada de decisões na sua gestão, além do desafio de tornar a produção de alimentos de origem animal cada vez mais sustentável e segura. Para a realização de uma análise com esta abrangência é necessário que as etapas do sistema de produção sejam bem definidas e claras em suas informações. Outro item que deve ser utilizado é a definição da unidade funcional, no caso desta pesquisa é 1 kg de peso vivo (PV) ao final de cada etapa de produção de suíno.

As etapas selecionadas para estudo são referentes a produção de leitão desmamado, produção de leitão descrechado, produção de suíno pronto para abate. Cada etapa possui sua entrada e saída bem definidas, sendo que o produto da fase de produção de leitão desmamado participa como entrada na produção de leitão descrechado bem como a produção do leitão descrechado tem em seu resultado a entrada da produção de suíno pronto para abate. Estas premissas estão fundamentadas na ISO 14040 e 14044 (ISO, 2006).

A ferramenta de ACV necessita de todos os dados que compõem as etapas de cada processo inserido em um sistema produtivo. No caso da produção de suínos tais dados são referentes às etapas que vão desde a extração dos recursos para produção de ração até o manejo diário relacionado a criação dos animais.

As informações quantificáveis utilizadas relacionado ao período que antecede o processamento da ração foram as disponíveis em bases de dados como a *Ecoinvent*[®] e a *AgriFood Technology*[®], sendo necessário coletar dados sobre o processamento da dieta destes animais. Estas bases alimentam o *software* utilizado, o Simapro[®]. O método aplicado dentro do *software* para analisar os processos de produção de ração foi a ReCIPE, conforme indicado por LASO et al. (2018).

E por fim, para que a ferramenta ACV seja utilizada por completo, foi necessário construir um inventário referente ao período de estudo (Figura 1). Assim, a partir dos indicadores zootécnicos do inventário, a definição da UF realizou-se a Análise do Ciclo de Vida.

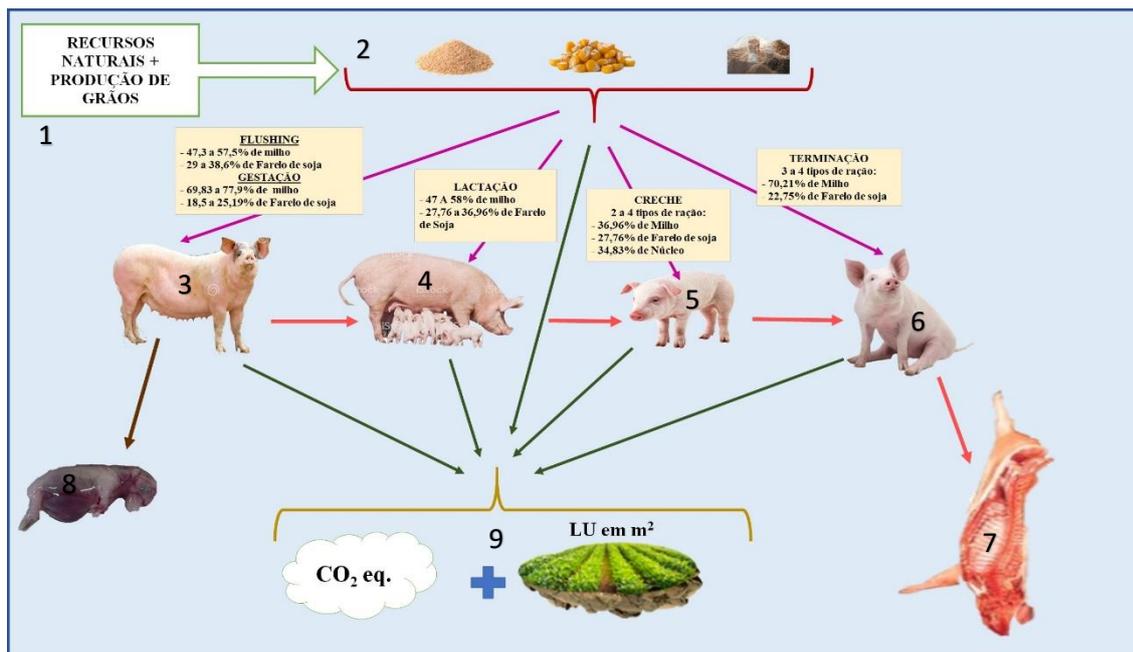


Figura 3.1 – Entradas e Saídas do sistema estudado

As setas indicam o fluxo do sistema e seus produtos. 1 – entrada de recursos naturais para produção de grãos; 2 – beneficiamento dos grãos e processamento das rações; 3 – setor de reprodução; 4 – setor de maternidade; 5 – setor de creche; 6 – setor de engorda; 7 – abate; 8 – perdas reprodutivas; 9 – categorias de potenciais impactos ambientais.

2.2 Inventário do Ciclo de Vida (ICV)

Foram realizadas coletas de dados primários provenientes de relatórios mensais de produção dos anos de 2016, 2017 e 2018. Tais informações foram detalhadamente inventariadas de acordo com o sistema de produção. Desta forma, foram selecionados sistemas de produção de leitões destinados a engorda, assumindo que estes eram tecnologicamente similares, mas com objetivos e volume de produção distintos. Tais sistemas foram separados em 6 cenários de produção (Tabela 1). Sendo assim, tais cenários foram caracterizados por: Cenário 1 – Unidade produtora de desmamados independente (≈ 2243 matrizes ativas); Cenário 2 – Unidade produtora de desmamados cooperativa (≈ 10288 matrizes ativas); Cenário 3 – Produção de leitões nacional (≈ 1075466 matrizes ativas); Cenário 4 – Unidades de ciclo completo nacional (≈ 339303 matrizes ativas); Cenário 5 – Unidades produtoras de leitões nacional (≈ 384074 matrizes ativas); Cenário 6 – Unidades produtoras de desmamados nacional (≈ 352089 matrizes ativas).

Tabela 1. Indicadores Reprodutivos dos cenários estudados

Índice	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18
	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3			Cenário 4			Cenário 5			Cenário 6			Média			SD		
IDC	6,94	6,85	5,37	7,12	7,14	6,10	6,41	6,33	6,38	6,25	6,29	6,37	6,51	6,33	6,34	6,42	6,35	6,41	6,61	6,55	6,16	0,34	0,36	0,40
PR	10,10	10,89	6,57	7,92	7,14	6,80	9,12	9,43	9,57	9,56	8,97	9,97	9,92	9,87	9,44	8,97	8,75	9,35	9,30	9,12	8,61	0,77	1,25	1,51
Tx de Parto	87,80	87,39	88,21	86,69	87,46	86,10	86,34	87,28	87,24	86,62	87,37	86,32	85,29	86,62	87,36	86,85	86,65	87,46	86,59	87,29	87,29	0,81	0,34	0,70
Dias gest.	115,35	115,08	115,05	115,28	115,70	115,69	114,93	114,99	115,06	114,87	114,87	115,04	115,00	115,08	115,06	114,92	114,96	115,06	115,05	115,12	115,16	0,20	0,29	0,26
PFA	2,29	2,30	2,34	2,33	2,36	2,36	2,36	2,35	2,37	2,38	2,39	2,35	2,34	2,36	2,39	2,32	2,34	2,34	2,33	2,35	2,35	0,03	0,03	0,02
NT	14,09	14,40	14,22	13,65	13,45	13,49	13,76	14,05	13,86	13,86	14,16	14,31	13,64	13,93	14,12	13,77	14,03	14,19	13,79	14,00	14,09	0,30	0,32	0,17
NV	12,98	13,26	13,27	12,59	12,45	12,54	13,05	12,91	13,05	12,66	12,92	13,03	12,53	12,77	12,96	12,76	13,01	13,12	12,69	12,88	12,99	0,16	0,27	0,25
PV 1	1,28	1,28	1,23	1,39	1,37	1,33	1,39	1,37	1,37	1,38	1,39	1,38	1,39	1,38	1,37	1,39	1,37	1,37	1,37	1,36	1,35	0,04	0,04	0,06
Dias Lact.	30,37	30,59	29,33	26,89	24,51	24,71	25,62	25,29	25,34	23,35	23,45	23,76	24,34	24,20	24,52	28,18	27,25	27,06	26,46	25,88	25,79	2,58	2,64	2,06
Tx Mort.	7,42	7,92	8,04	8,06	9,52	9,22	8,37	8,39	9,06	8,69	8,53	8,69	9,22	9,32	9,58	7,69	7,69	7,22	8,21	8,56	8,63	0,64	0,73	0,87
DMP	11,96	12,22	12,45	11,20	11,51	11,36	11,55	11,80	11,87	11,53	11,75	11,79	11,33	11,55	11,72	11,73	11,99	12,05	11,60	11,80	11,87	0,21	0,27	0,36
DFA	27,38	28,07	29,10	26,80	27,13	27,16	27,14	27,89	27,99	27,53	28,15	28,00	26,58	27,27	27,72	27,24	28,08	28,12	27,11	27,76	28,02	0,36	0,44	0,64
GPD lact.	0,23	0,22	0,24	0,24	0,23	0,23	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,22	0,22	0,01	0,01	0,01
PV 2	8,21	8,13	8,22	7,74	7,04	6,94	6,73	6,70	6,70	6,18	6,18	6,17	6,44	6,44	6,46	7,26	7,28	7,24	7,09	6,97	6,05	0,79	0,69	0,72
DNP	18,35	17,02	15,77	20,62	20,96	17,34	15,84	14,54	14,98	15,48	15,48	15,89	16,89	15,75	15,17	15,32	13,92	14,19	17,10	16,14	15,54	2,06	2,61	1,06

Cenário 1 – Unidade produtora de desmamados independente (≈ 2243 matrizes ativas); Cenário 2 – Unidade produtora de desmamados cooperativa (≈ 10288 matrizes ativas); Cenário 3 – Produção de leitões nacional (≈ 1075466 matrizes ativas); Cenário 4 – Unidades de ciclo completo nacional (≈ 339303 matrizes ativas); Cenário 5 – Unidades produtoras de leitões nacional (≈ 384074 matrizes ativas); Cenário 6 – Unidades produtoras de desmamados nacional (≈ 352089 matrizes ativas); IDC – intervalo desmame-cio; PR – perdas reprodutivas(%); Tx – taxa (%); PFA – partos/fêmea/ano; NT – nascidos totais; NV – nascidos vivos; PV1 – peso médio ao nascimento; Lact. – lactação; Mort. – mortalidade; DMP – desmamado médio/parto; DFA – desmamados/fêmea/ano; GPD – ganho de peso diário; PV2 – peso vivo médio ao desmame; DNP – dias não produtivos; SD – desvio padrão.

Os cenários selecionados foram de acordo com os relatórios fornecidos pela Agriness® juntamente com os fornecidos pela cooperativa e pela UPD independente. Dentre as saídas possíveis de relatórios do *software* utilizado nas granjas, optou-se pelos anuais resultando em um N de 3 anos para cada cenário estudado.

Na etapa de produção de ração, assumiu-se que toda a suinocultura industrial brasileira recebe as rações de plantas fabris que se encontram dentro das exigências normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esse fator tornou possível realizar os cálculos sobre os processos de produção das rações seguindo uma das fábricas que produz para a Cooperativa Central Aurora Alimentos. Outros dados são os de consumo de energia elétrica da Fábrica de Rações, excluindo os dados de consumo das granjas e os consumos referentes ao transporte, tanto dos animais como da alimentação deles (Tabela 2).

Tabela 2. Indicadores bromatológicos dos ingredientes da dieta utilizados

Ingrediente da dieta	Indicadores bromatológicos
Milho Grão (mínimo de 6,92% e máximo de 8,80% de PB); Farelo de Soja (mínimo de 44% e máximo de 48% de PB).	<ul style="list-style-type: none"> - Energia Digestível (Kcal); - Energia Metabolizável (Kcal); - Energia Líquida (Kcal); - Matéria Seca (%); - Fibra digestível (%); - Proteína (teor em % e digestível); - Extrato etéreo (% digestível); - Matéria Orgânica digestível (%).
Farinha de Carne (mínimo de 35% e máximo de 60% de PB)	<ul style="list-style-type: none"> - Energia Digestível (Kcal); - Energia Metabolizável (Kcal); - Energia Líquida (Kcal); - Matéria Seca (%); - Proteína (teor em % e digestível); - Extrato etéreo (% digestível); - Matéria Orgânica digestível (%).
Óleo de soja, Açúcar e Amido	<ul style="list-style-type: none"> - Energia Digestível (Kcal); - Energia Metabolizável (Kcal); - Energia Líquida (Kcal).

PB – proteína bruta;

Para a produção das rações utilizadas foi necessário coletar as informações da formulação básica das dietas utilizadas nos estudos de caso. Para os dados de origem do Anuário fornecido pela Agriness®, representados pelos Cenários 3 ao 6, estas informações foram estimadas via formulação das dietas das fases estudadas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2017) a partir da utilização de um *software* específico para a finalidade, o SuperCrac®. Tais informações estão apresentadas na Figura 1.

2.3 Categorias de Potenciais Impactos Ambientais

Conforme o aplicado por Rööss et al. (2013), foram selecionadas categorias de potenciais impactos ambientais de maior evidência na cadeia produtiva suinícola. Apesar da justificativa de que a suinocultura industrial é uma atividade de alto impacto ambiental, assumiu-se, após análises realizadas, que algumas categorias não seriam expressivas. Selecionou-se então para o estudo as categorias de Potencial de Mudanças Climáticas e Capacidade de Uso da Terra, excluindo as outras categorias por estas não apresentarem valores expressivos e por assumir que a produção suinícola brasileira possui uma legislação ambiental bastante efetiva, exigindo tratamentos adequados dos resíduos impactantes.

2.3.1 Potencial de Mudanças Climáticas

Tal categoria foi estudada a partir de equações matemáticas que têm como resultado o volume de emissões dos gases de efeito estufa (GEE), causadores deste impacto. Tais gases são representados por CH₄ e CO₂. O método de cálculo para a identificação das emissões destes gases foi descrito por Rigolot et al. (2010) e separado por categoria animal (matriz suína, leitão em recria e suíno em fase de engorda).

Rigolot et al. (2010) diferiram o CO₂ em o gás produto das reações metabólicas da respiração animal e o CH₄ da fermentação entérica transformado em CO₂ equivalente. Tal transformação foi descrita pela ISO 14040 (2006) e pela FAO (2018), em que cada quilograma de CH₄ equivale a 23 quilogramas de CO₂. Esta fundamentação metodológica também fora adotada por Reckmann e Krieter (2015), sendo definida pelo IPCC (2006) como *Tier 3* devido a precisão dos cálculos e dos dados primários do inventário.

2.3.2 Mudanças no Uso da Terra

Autores como van Zanten et al. (2015) caracterizam esta categoria como a utilização de áreas onde antes eram compostas por florestas nativas e agora transformaram-se em áreas agrícolas. No caso deste estudo, assumiu-se que estas áreas agrícolas eram produtoras dos grãos destinados a alimentação dos suínos.

Utilizou-se para esta etapa a base de indicadores pré-fixados pelo IPCC que alimentam o Simapro[®]. Também fora selecionado o método direto de análise. Assim, é possível notar que o nível do cálculo foi o *Tier 2*, excluindo as interferências dos modelos distintos de produção agrícolas aplicados no Brasil.

2.4 Análise estatística

A ACV é uma metodologia de análise onde seus resultados são facilmente influenciados por fatores externos da cadeia analisada. Isso ocorre por ser uma ferramenta linear, dependente de entradas e saídas constantes durante o processo. Ao afirmar que existe forte influência de uma etapa do ciclo de vida na etapa seguinte, possibilita que se defina a hipótese de que a variabilidade dos indicadores reprodutivos das matrizes suínas e suas proles podem interferir nos impactos ambientais.

Para tanto utilizou-se da Correlação de Pearson, sendo os indicadores reprodutivos as variáveis independentes e as emissões de CO₂ eq./kg de peso (vivo ou de carcaça quente) em cada etapa do processo. Assim correlacionou-se os indicadores reprodutivos com os resultados das análises de cada categoria de impacto ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste estudo expuseram que as emissões equivalentes de CO₂ e m² de uso da terra por quilograma do leitão terminado, bem como o quilograma de carcaça quente, estão diretamente ligadas às eficiências reprodutivas resultantes das fases dependentes da eficiência das matrizes. Em cada fase da produção de suínos, inseridas dentro da granja, foram relatadas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e capacidade de uso da terra. Porém conforme foram sendo finalizadas as etapas, os produtos impactantes (GEE e uso da terra), foram sendo somados com os resultados das etapas anteriores. Desta forma, nota-se em todos os cenários que os valores dos impactos ambientais avaliados foram aumentando.

Observou-se que dentre os cenários avaliados, houve diferenças expressivas em kg de CO₂ eq./kg de peso de produto em cada fase e/ou etapa (Tabela 3 e Figura 3). O melhor cenário sobre o potencial de aquecimento global foi o Cenário 1, porém vale ressaltar que este cenário representa apenas 0,5% do volume de matrizes do Cenário 6, o segundo menor resultado para tal categoria de potencial impacto ambiental. Isso torna o resultado do Cenário 6 mais representativo, já que este representa cerca de 641 Unidades Produtoras de Desmamados espalhadas pelo Brasil com aproximadamente 350 mil matrizes ativas.

Tabela 3. Indicadores de potenciais impactos ambientais por fase do ciclo de vida do animal

Cenários avaliados	Categorias de Potencial impacto ambiental	Fase do ciclo de vida			
		Por kg de PV leitão desmamado	Por kg de PV leitão descrechado	Por kg de PV leitão terminado	Por kg de carcaça quente
Cenário 1	GEE	2,802	4,378	5,942	7,487
	Uso da Terra	15,985	18,578	25,943	32,688
Cenário 2	GEE	3,425	4,908	6,472	8,155
	Uso da Terra	18,776	21,223	28,588	36,021
Cenário 3	GEE	3,545	4,978	6,542	8,243
	Uso da Terra	16,756	19,127	26,492	33,380
Cenário 4	GEE	3,889	5,277	6,842	8,621
	Uso da Terra	17,936	20,236	27,601	34,778
Cenário 5	GEE	3,774	5,185	6,749	8,504
	Uso da Terra	17,549	19,885	27,250	34,335
Cenário 6	GEE	3,211	4,694	6,258	7,885
	Uso da Terra	15,549	17,999	25,364	31,959
Média	GEE	3,441	4,903	6,468	8,149
	Uso da Terra	17,092	19,508	26,873	33,860
SD	GEE	0,386	0,323	0,323	0,407
	Uso da Terra	1,225	1,177	1,177	1,483

Cenário 1 – Unidade produtora de desmamados independente; Cenário 2 – Unidade produtora de desmamados cooperativa; Cenário 3 – Produção de leitões nacional; Cenário 4 – Unidades de ciclo completo nacional; Cenário 5 – Unidades produtoras de leitões nacional; Cenário 6 – Unidades produtoras de desmamados nacional; GEE – gases de efeito estufa (kg de CO₂ eq./kg de produto); Uso da Terra – em mil m²; SD – desvio padrão.

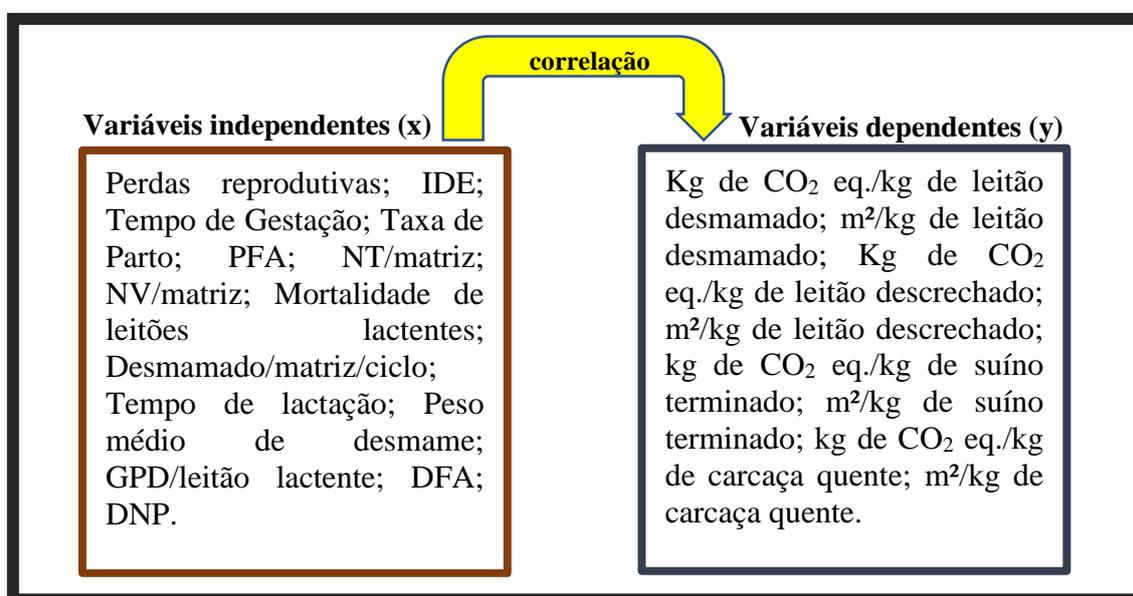


Figura 3.3 Representação da análise de correlação

Todas as análises de correlação foram realizadas no Excel® versão 2016. IDC – Intervalo Desmame-Estro; PFA – Partos/fêmea/ano; NT – nascidos totais; NV – nascidos vivos; GPD – ganho de peso diário; DNP – Dias não produtivos.

A média geral das emissões de GEE por quilograma de peso vivo de suíno terminado obteve em seu resultado final que aproximadamente 63,4% referiu-se à

produção de leitões desmamados destinados a engorda e 36,6% referentes as outras fases. Sendo explicado ao calcular sobre o valor médio final de emissões de GEE dos cenários estudados e os valores emitidos na produção de leitões desmamado. Esse resultado contrapõe ao encontrado por Reckman et al. (2013), onde 22% das emissões eram relacionadas à produção de leitões desmamados e 77% ao restante das fases até o acabamento.

Já ao analisar as emissões de GEE separadamente pelas fases produtivas, foi possível identificar que a fase de creche/recrta emitiu cerca de 1,462 kg de CO₂ eq./kg de leitão descrechado. Diferentemente do volume emitido pela mesma unidade funcional no estudo de Ali et al. (2017), onde cada 24 kg de peso vivo descrechado emitiu 31,1 kg de CO₂ eq. somente nesta fase, sendo então 1,296 kg de CO₂ eq./kg de PV de leitão ao final da fase de creche. Porém vale ressaltar que neste estudo, os autores não incluíram cálculos referentes a fatores fisiológicos como a respiração dos animais como causadores de emissões de GEE.

Desmames precoces podem resultar em leitões desmamados mais leves que podem afetar negativamente as fases subsequentes (POULOPOULOU et al., 2018). Conseqüentemente, leitões leves ao desmame resultam em menor ganho de peso e maiores emissões de GEE/kg de peso vivo de leitão desmamado, descrechado, terminado e por quilograma de carcaça quente (Tabela 4).

Tabela 4. Peso vivo de leitão desmamado X PFA e as categorias de impactos ambientais.

Cenários	Peso de desmame (kg)	PFA (ciclos/ano)	Emissões GEE/kg de PV (Kg de CO ₂ eq.)	Uso da Terra/kg de PV (1000 m ²)
Cenário 1	8,186	2,310	2,802	15,985
Cenário 2	7,240	2,36	3,425	18,776
Cenário 3	6,710	2,353	3,545	16,756
Cenário 4	6,176	2,370	3,889	17,936
Cenário 5	6,446	2,353	3,774	17,549
Cenário 6	7,260	2,333	3,211	15,549
Média geral	7,003	2,348	3,441	17,092
SD	0,694	0,027	0,386	1,225

Cenário 1 – Unidade produtora de desmamados independente (≈2243 matrizes ativas); Cenário 2 – Unidade produtora de desmamados cooperativa (≈10288 matrizes ativas); Cenário 3 – Produção de leitões nacional (≈1075466 matrizes ativas); Cenário 4 – Unidades de ciclo completo nacional (≈339303 matrizes ativas); Cenário 5 – Unidades produtoras de leitões nacional (≈384074 matrizes ativas); Cenário 6 – Unidades produtoras de desmamados nacional (≈352089 matrizes ativas); IDC – intervalo desmame-cio; PFA – partos/fêmea/ano; NT – nascidos totais; NV – nascidos vivos; PV1 – peso médio ao nascimento; DFA – desmamados/fêmea/ano; GPD – ganho de peso diário; PV2 – peso vivo médio ao desmame; DNP – dias não produtivos.

Portanto, nesse contexto, notou-se que um período lactente menor traz consequências negativas tanto ao impacto nas emissões de GEE e m^2 de uso da terra, quanto à produção em quilogramas de leitão desmamado por porca ao ano. Além disso, observou-se que os maiores valores para ambos os potenciais impactos ambientais foram negativamente mais influenciados pelo período lactacional do leitão que consequentemente interferiu no ganho de peso diário (GPD) do leitão durante a fase lactente, sendo este um indicador de eficiência da matriz.

Portanto, se um PFA alto resulta em menor tempo de lactação, e posteriormente em GPD menores durante o período lactente e pós desmame, logo aumentá-lo pode gerar maiores impactos ambientais. Mellagi e Wentz (2015) afirmam que a eficiência da matriz suína está atrelada a indicadores como o PFA. Resultados assim reafirmam os encontrados por Alfonso (2019), que assegurou em seu estudo que um aumento na eficiência da matriz não reduziu as emissões de GEE.

Esses resultados transparecem que quanto maior o valor de DFA e PFA, maior a emissão, reafirmando que os dias lactentes do leitão interfere diretamente no seu ganho de peso diário. No Cenário 1 o GPD foi de 0,229 kg durante uma média de 30,096 dias de lactação e com uma emissão ao desmame de 2,802 kg de CO_2 eq./kg de PV, enquanto que no Cenário 4 foi de 0,203 kg durante uma média de 23,520 dias lactentes emitindo cerca de 3,889 kg de CO_2 eq./kg de PV, ou seja, mais de 1 kg CO_2 eq./kg de PV desmamado de diferença (Tabela 4).

3.1 Correlações de Pearson

As maiores intensidades de correlação dos indicadores reprodutivos sobre as emissões de GEE relacionam-se com o tempo e o peso médio de desmame do leitão lactente. Observou-se que, ao correlacionar a quantidade de dias que os leitões ficam na fase lactente com as emissões de GEE, notou-se que quanto maior o tempo na lactação menor a emissão (Tabela 5). Outro fato notado, foi sobre quanto maior o tempo de lactação maior foi o ganho de peso diário destes animais (Tabela 1). Já para o uso da terra, os maiores valores de correlação estão relacionados ao percentual de mortalidade de leitões na fase lactacional e na quantidade de desmamados por ciclo da matriz.

Tais achados, podem estar intimamente ligados à fisiologia do leitão lactente, principalmente quando relacionado ao período lactacional e o GPD destes animais. Isso é explicado pelo fato do leitão, em suas duas primeiras semanas de vida, possuir baixa capacidade digestiva de proteínas devido ao desenvolvimento completo das glândulas da

mucosa gástrica ocorrer somente na terceira semana de vida (GÜRTLER et al., 1984). Na suinocultura moderna utiliza-se de artifícios nutricionais para acelerar este processo, tais como a inclusão de ácidos orgânicos na dieta de adaptação dos leitões, que ocorre por volta dos 12 dias de vida (DENCK et al., 2017).

Tabela 5. Correlação entre os indicadores reprodutivos e as categorias de potencial impacto ambiental

X	Categorias de Potencial impacto ambiental	Kg de PV leitão desmamado		kg de PV leitão descarteado		kg de PV leitão terminado		kg de carcaça quente	
		P valor	P valor	P valor	P valor	P valor	P valor		
IDC	GEE	- 0,044	0,029	- 0,002	1,25x10 ⁻⁴	- 0,002	9,71x10 ⁻⁶	- 0,002	9,71x10 ⁻⁶
	Uso da Terra	0,259	0,022	0,282	0,006	0,282	2,15x10 ⁻²	0,282	2,15x10 ⁻²
Perdas Reprodutivas	GEE	0,195	0,001	0,145	1,09x10 ⁻⁸	0,145	4,3x10 ⁻¹⁰	0,145	4,3x10 ⁻¹⁰
	Uso da Terra	- 0,239	2,72x10 ⁻⁶	- 0,267	2,59x10 ⁻⁷	- 0,267	4,01x10 ⁻⁹	- 0,267	4,01x10 ⁻⁹
Tempo de gestação	GEE	- 0,148	0,509	- 0,041	0,714	- 0,041	0,679	- 0,041	0,679
	Uso da Terra	0,555	0,022	0,601	0,012	0,601	0,013	0,601	0,013
Taxa de parto	GEE	- 0,640	0,002	- 0,684	1,8x10 ⁻²	- 0,684	1,1x10 ⁻²	- 0,684	1,1x10 ⁻²
	Uso da Terra	- 0,560	0,005	- 0,538	0,006	- 0,538	0,003	- 0,538	0,003
PFA	GEE	0,761	0,001	0,751	0,012	0,751	0,029	0,751	0,029
	Uso da Terra	0,609	0,038	0,566	0,088	0,566	0,163	0,566	0,163
NT/matriz	GEE	- 0,304	0,058	- 0,386	0,001	- 0,386	4,6x10 ⁻²	- 0,386	4,6x10 ⁻²
	Uso da Terra	- 0,626	2,56x10 ⁻²	- 0,638	1,14x10 ⁻²	- 0,638	3,11x10 ⁻⁴	- 0,638	3,11x10 ⁻⁴
NV/matriz	GEE	- 0,546	0,003	- 0,621	3,55x10 ⁻⁴	- 0,621	1,8x10 ⁻⁴	- 0,621	1,8x10 ⁻⁴
	Uso da Terra	- 0,758	1,0x10 ⁻⁴	- 0,755	6,2x10 ⁻⁵	- 0,755	1,67x10 ⁻⁵	- 0,755	1,67x10 ⁻⁵
Tempo de lactação	GEE	- 0,946	3,22x10 ⁻¹²	- 0,933	1,59x10 ⁻¹⁵	- 0,933	1,44x10 ⁻¹⁶	- 0,933	1,44x10 ⁻¹⁶
	Uso da Terra	- 0,685	1,32x10 ⁻⁷	- 0,632	8,96x10 ⁻⁸	- 0,632	2,98x10 ⁻⁹	- 0,632	2,98x10 ⁻⁹
Mortalidade na maternidade	GEE	0,778	0,960	0,815	7,92x10 ⁻⁷	0,815	8,78x10 ⁻⁹	0,815	8,78x10 ⁻⁹
	Uso da Terra	0,820	0,015	0,792	0,001	0,792	8,58x10 ⁻⁶	0,792	8,58x10 ⁻⁶
GPD maternidade	GEE	- 0,750	1,44x10 ⁻⁵	- 0,671	8,78x10 ⁻⁸	- 0,671	1,1x10 ⁻⁸	- 0,671	1,1x10 ⁻⁸
	Uso da Terra	- 0,062	0,005	0,006	0,003	0,006	1,66x10 ⁻²	0,006	1,66x10 ⁻²
Peso médio de desmame	GEE	- 0,971	8,44x10 ⁻¹⁵	- 0,930	6,34x10 ⁻¹⁶	- 0,930	5,33x10 ⁻¹⁷	- 0,930	5,33x10 ⁻¹⁷
	Uso da Terra	- 0,509	1,71x10 ⁻⁶	- 0,443	7,82x10 ⁻⁷	- 0,443	2,0x10 ⁻⁸	- 0,443	2,0x10 ⁻⁸
Desmamado/ciclo/matriz	GEE	- 0,751	2,19x10 ⁻⁴	- 0,807	3,99x10 ⁻⁷	- 0,807	1,03x10 ⁻⁷	- 0,807	1,03x10 ⁻⁷
	Uso da Terra	- 0,803	8,34x10 ⁻⁶	- 0,783	8,77x10 ⁻⁶	- 0,783	1,74x10 ⁻⁶	- 0,783	1,74x10 ⁻⁶
DFA	GEE	- 0,404	0,018	- 0,478	2,48x10 ⁻²	- 0,478	7,64x10 ⁻⁴	- 0,478	7,64x10 ⁻⁴
	Uso da Terra	- 0,582	4,66x10 ⁻²	- 0,586	2,41x10 ⁻²	- 0,586	6,12x10 ⁻⁴	- 0,586	6,12x10 ⁻⁴
DNP	GEE	0,801	0,750	0,767	3,19x10 ⁻⁶	0,767	4,31x10 ⁻⁸	0,767	4,31x10 ⁻⁸
	Uso da Terra	0,372	0,003	0,320	3,3x10 ⁻²	0,320	4,48x10 ⁻⁵	0,320	4,48x10 ⁻⁵

IDC – intervalo desmame-cio; PFA – partos/fêmea/ano; NT – nascidos totais; NV – nascidos vivos; GPD – ganho de peso diário; DFA – desmamados/fêmea/ano; DNP – dias não produtivos; GEE – gases de efeito estufa (kg de CO₂ eq./kg de produto); Uso da Terra – em 1000 m²/kg de produto; SD – desvio padrão; Nível de significância de 95%.

Estes resultados demonstram que quanto melhor a eficiência por ciclo da matriz menor vai ser a carga de potencial impacto ambiental. Tal observação também foi identificada por Reckmann e Krieter (2015) ao estudarem a influência das diferentes práticas de produção nas diferentes fases produtivas de suínos sobre os potenciais impactos ambientais. Estes autores obtiveram que quanto maiores os volumes de leitões nascidos vivos por matriz, menores eram os impactos, mas não relacionado ao número de leitões e sim ao peso total da leitegada, fazendo-os concluir que é o volume em peso de animais por matriz quem interfere diretamente nas emissões de GEE.

No entanto, ao realizar a análise sobre a quantidade de ciclos que uma matriz teve em um ano, percebeu-se que houve forte correlação positiva com as emissões de GEE/kg de produto ao final de cada fase produtiva e também com o uso da terra. Esse resultado identifica que o indicador PFA (quantidade de ciclos ou partos que uma fêmea tem ao ano) está diretamente ligada à quantidade de dias de lactação por ciclo da matriz, pois um menor período de lactação possibilita a fêmea a elevar a quantidade de ciclos ao ano (SOBESTIANSKY, 1998). Porém notou-se que mais partos por fêmea ao ano (PFA), ao correlacionar com as emissões de GEE e o uso da terra por quilograma de produto em cada fase, apresentaram valores negativos e considerados fortes. Isso demonstra que quanto maior o tempo de lactação menor a emissão por quilograma de leitão desmamado e, ocorrendo também nas fases subsequentes como consequência.

O desmame próximo aos 21 dias de vida é considerado precoce por autores como Buchet et al. (2017) e Lewis e Long (2017). Porém quando o desmame ocorre próximo aos 28 dias de idade faz com que o leitão possua maior maturidade digestiva e imunitária, aumentando o aproveitamento da dieta resultando em melhor desempenho nas fases de crescimento e engorda (PADILHA et al., 2017). Tais afirmações explicam o melhor desempenho ambiental dos cenários deste estudo com maior idade de desmame, onde há maior GPD e menores volumes de GEE/kg de produto em cada fase.

4 CONCLUSÃO

Ao analisar sobre os cenários, concluiu-se que o cenário 1 foi o mais eficiente produtivamente e ambientalmente. Porém este apresenta-se pouco representativo, em nível nacional, quando comparado aos cenários do 4 ao 6. Desta forma, sob o objetivo de identificar um cenário mais eficiente e que representasse melhor a suinocultura brasileira, concluiu-se que o cenário 6 foi o que apresentou menor impacto ambiental e melhor GPD

foi o cenário 6. Tal sistema possui uma representatividade de aproximadamente 17,27% das matrizes suínas brasileiras.

Outra representatividade do estudo são as possibilidades que a produção brasileira de leitões desmamados tem sobre a diluição dos impactos ambientais, trazendo aumento de produtividade em quilogramas de PV desmamados/matriz ao ano e redução de emissões de CO₂ eq./kg de leitões desmamados. Nesse contexto, destaca-se a necessidade de um controle mais efetivo dos dados zootécnicos dos criadores de suínos, quando o objetivo é melhorar a eficiência por porca ao ano, levando a conclusão que mesmo com menor tempo de lactação ainda se pode obter uma maior diluição dos impactos ambientais sobre a produção.

Essa ação também traria algumas melhorias na produção de leitões que poderiam reduzir as emissões de gases potencialmente impactantes no aquecimento global, especialmente em unidades de produção de baixa produtividade. Por fim, a metodologia de associação de variáveis reprodutivas de criadores de suínos às emissões totais de gases de efeito estufa apresenta-se como uma estratégia para aumentar a produtividade e o desempenho ambiental na cadeia suína brasileira.

BIBLIOGRAFIA

Agriness. **Melhores da Suinocultura.** Disponível em [\[https://melhoresdasuinocultura.com.br\]](https://melhoresdasuinocultura.com.br) Acesso em janeiro de 2019.

ALFONSO, L. Impact of incorporating greenhouse gas emission intensities in selection indexes for sow productivity traits. **Livestock science**, 219: 57-61, 2019.

ALI, B.M.; DE MEY, Y.; BASTIAANSEN, J.W.M.; OUDE LANSINK, A.G.J.M. Effects of incorporating environmental cost and risk aversion on economic values of pig breeding goal traits. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 135(3), 194-207, 2018.

ALLEGRETTI, G.; MACHADO, J.A.D.; SCHMIDT, V. Construção de indicadores de sustentabilidade para suinocultura de terminação em sistemas integrados de produção. **FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão**, 20(1), 2018.

BUCHET, A.; BELLOC, C.; LEBLANC-MARIDOR, M.; MERLOT, E. Effects of age and weaning conditions on blood indicators of oxidative status in pigs. **PLoS One**, 12(5), 2017.

DE CAMARGO, T.F.; ZANIN, A.; MAZZIONI, S.; DE MOURA, G.D.; AFONSO, P.S.L.P. Sustainability indicators in the swine industry of the Brazilian State of Santa Catarina. **Environment, Development and Sustainability**, 20(1): 65-81, 2018.

DE LUCA, S.Q.J; HUSSAR, G.J.; PARADELA, A.L.; BELI, E. Estudo da eficiência de um sistema de tratamento de efluentes líquidos de suinocultura. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, 14(1), 2017.

DENCK, F. M.; HILGEMBERG, J. O.; LEHNEN, C. R. Uso de acidificantes em dietas para leitões em desmame e creche. **Archivos de zootecnia**, v. 66, n. 256, p. 629-638, 2017.

FAO. Environmental performance of pig supply chains: Guidelines for assessment. **Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. Rome, FAO.** 172 pp, 2018.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Animal production and Health, sources of meat.** 2019. Disponível em [\[http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html\]](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html) Acesso em abril de 2019.

GÜRTLER, H; KOLB, E.; SCHRÖDER, L.; KETZ, H. A.; SEIDEL, H. **Fisiologia veterinária.** Ed. 4, cap. 6, p. 105 – 207. Editora Guanabara Koogan, 1984.

ISO, 2006. ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. Environ. Manag. - Life cycle Assess. - Princ. Framew. 46. doi:10.1136/bmj.332.7550.1107

ITO, M.; GUIMARÃES, D.D.; AMARAL, G.F. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial, Rio de Janeiro**, 44: 125-156, 2016.

LASO, J.; GARCÍA-HERRERO, I.; MARGALLO, M.; VÁZQUEZ-ROWE, I.; FULLANA, P.; BALA, A.; GAZULLA, C.; IRABIEN, A.; ADALCO, R. Finding an economic and environmental balance in value chains based on circular economy thinking: An eco-efficiency methodology applied to the fish canning industry. **Resources, Conservation and Recycling**, 133: 428-437, 2018.

LEWIS, L.K.; LONG, N.M. The effects of age at weaning and length of lipid supplementation on growth, metabolites, and carcass quality of young steers. **Journal of Animal Science**, 95(32), 2017.

MCAULIFFE, G.A.; TAKAHASHI, T; MOGENSEN, L.; HERMANSEN, J.E.; SAGE, C.L.; CHAPMAN, D.V.; LEE, M.R.F. Environmental trade-offs of pig production systems under varied operational efficiencies. **Journal of Cleaner Production**, 165: 1163-1173, 2017.

MACKENZIE, S.G.; LEINONEN, I.; FERGUSON, N.; KYRIAZAKIS, I. Accounting for uncertainty in the quantification of the environmental impacts of Canadian pig farming systems. **Journal of Animal Science**, 93(6): 3130-3143, 2015.

MAGNABOSCO, D.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; CUNHA, E.C. P.; BORTOLOZZO, F.P. Low birth weight affects lifetime productive performance and longevity of female swine. **Livestock Science**, 184: 119-125, 2016.

MELLAGI, M.L.B.; WENTZ, I. Desafios e potencialidades para o manejo reprodutivo da fêmea suína. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, 39(1): 97-103, 2015.

PADILHA, J.B.; GROFF, P.M.; TAKAHASHI, S.E.; EINSFELD, S.; ROSA, E.O.; DE ANDRADE, M.; BAGATINI, A.; GERHARDS, S.J. Importância do ambiente térmico em produção de suínos na fase de creche. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, 18(2): 1-11, 2017.

PITTS, N.; WHITNALL, T. Impact of African swine fever on global markets. **Agricultural Commodities**, 9(3): 52, 2019.

POULOPOULOU, I.; EGGEMANN, A.; MOORS, E.; LAMBERTZ, C.; GAULY, M. Does feeding frequency during lactation affect sows' body condition, reproduction and production performance? **Animal Science Journal**, 89(11): 1591-1598, 2018.

RECKMANN, K.; TRAULSEN, I.; KRIETER, J. Life Cycle Assessment of pork production: A data inventory for the case of Germany. **Livestock Science**, 157(2-3): 586-596, 2013.

RECKMANN, K.; KRIETER, J. Environmental impacts of the pork supply chain with regard to farm performance. **The Journal of Agricultural Science**, 153(3): 411-421, 2015.

RIGOLOT, C.; ESPAGNOL, S.; POMAR, C.; DOURMAD, J.Y. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O and CH₄ emissions. Part I: animal excretion and enteric CH₄, effect of feeding and performance. **Animal**, 4(8): 1401-1412, 2010.

RÖÖS, E.; SUNDBERG, C.; TIDÅKER, P.; STRID, I.; HANSSON, P.A. Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production? **Ecological Indicators**, 24: 573-581, 2013.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., HANNAS, M.I., DONZELE, J.L., SAKOMURA, N.K., PERAZZO, F.G.; BRITO, C.O. Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais (488 p.). **Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR**, 2017.

ROTH, J. A. Potential to export fresh pork in the event of an African swine fever outbreak in the United States. **Journal of Swine Health and Production**, 28(1): 31-33, 2020.

SHAO, Y.; LI, M.; ZHANG, W.; JI, Y.; HAYES, D.J. World's Largest Pork Producer in Crisis: China's African Swine Fever Outbreak. **Agricultural Policy Review**, 2018(3), 2018.

SOBESTIANSKY, J.; BARCELOS, D.; MORES, N.; CARVALHO, L.F.; OLIVEIRA, S. **Clínica e patologia suína**. 2. ed, 1999, Goiás, p. 304- 305. Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: EMBRAPA – SPI. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 1998.

TONIAZZO, F.; RODRIGUES, A.C.; ROSA, M.M.; ROS, C.O.; BECEGATTO, V.A.; LAVNITCKI, L.; HENKES, J.A.; CANTONI, F. Avaliação da liberação de CO₂ em solo com adição de águas residuárias suinícolas e impactos ambientais e sociais da suinocultura. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 7(1): 253-274, 2018.

USDA – United States Department of Agriculture. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. Disponível em [\[https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/73666448x?locale=en\]](https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/73666448x?locale=en) Acesso em abril de 2019.

VAN ZANTEN, H.H.E.; BIKKER, P.; MOLLENHORST, H.; MEERBURG, B.G.; DE BOER, I.J.M. Environmental impact of replacing soybean meal with rapeseed meal in diets of finishing pigs. **Animal**, 9: 1866–1874, 2015.

BUCHINGER, D.; DE SIQUEIRA CAVALCANTI, G.A.; DA SILVA HOUNSELL, Marcelo. Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, 6(1): 108-120, 2014.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DA ECOEFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITÃO DESTINADO A ENGORDA

Resumo

Ganhos econômicos e ambientais devem ser calculados com a finalidade de identificar a sustentabilidade de uma empresa com maior precisão. A suinocultura encontra-se entre as atividades pecuárias que mais se desenvolveram nos últimos 50 anos. O objetivo deste trabalho foi identificar o Valor Econômico Adicionado (VEA) de um quilograma de leitão descrechado destinado a engorda em uma unidade produtora de leitões desmamados de larga escala e, a partir do resultado do VEA, buscou-se realizar uma análise da ecoeficiência de sistemas brasileiros de produção de leitões desmamados. Para tanto foi necessário entrelaçar indicadores econômicos e ambientais em um único estudo, o da ecoeficiência, e fora necessário a realização da avaliação econômica do necessita-se que se realize uma avaliação econômica a partir do VEA e uma avaliação ambiental com o método da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). um sistema de produção de leitões desmamados tende a ser mais atrativo do que uma unidade que produzam leitões descrechados. Mesmo havendo uma diferença de Valor Econômico Adicionado (VEA) positiva da produção de leitões descrechados para a de leitões desmamados, o ganho econômico não sobressaiu a perda ambiental.

Palavras-chave: Sustentabilidade; produção de leitões; ganho econômico; impactos ambientais.

Abstract

Economic and environmental gains must be calculated in order to identify the sustainability of a company with greater precision. Pig farming is among the most developed livestock activities in the last 50 years. This work aimed to identify the Economic Value Added (EVA) of a kilogram of pre-finish phase pig intended for fattening in a large scale weaned piglet production unit and, based on the EVA result, an analysis of the ecoefficiency of Brazilian systems for the production of weaned piglets. Therefore, it was necessary to intertwine economic and environmental indicators in a single study, that of eco-efficiency. And it was necessary to carry out an economic evaluation of the economic evaluation from the EVA and an environmental evaluation using the method of the Life Cycle Assessment (LCA) method. The system for producing weaned piglets tends to be more attractive than a unit that produces piglets to pre-finish. Even with a positive difference in Economic Value Added (EVA) in the production of older piglets to that of weaned piglets, the economic gain did not outweigh the environmental loss.

Keywords: Sustainability; piglet production; economic gain; environmental impacts.

1 INTRODUÇÃO

Sustentabilidade caracteriza-se por uma gama de ações das empresas que objetivam a melhor utilização de recursos, o maior ganho econômico e o menor impacto ambiental (VELLANI e RIBEIRO, 2009 *in* DO AMARAL et al., 2012). Porém tal terminologia não se aplica de forma completa se a empresa não estiver gerando valor, ou ganhos financeiros, aos proprietários, sócios ou acionistas (DO AMARAL et al., 2012).

Todavia, ganhos econômicos e, juntamente com os ganhos ambientais, devem ser calculados e analisados com a finalidade de identificar a sustentabilidade de uma empresa com maior precisão. Assim o uso do método de Ecoeficiência tem sido abordado como uma saída para atender a demanda mundial sobre estudos relacionados à sustentabilidade ambiental e econômica (ZANIN et al., 2017).

Para determinar a eficiência ambiental na confecção de um produto cita-se a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), como uma ferramenta de análise que possibilita precisão sobre os indicadores quantitativos (FAO, 2018). Já para determinar a eficiência econômica que um produto possui para uma empresa tem-se o Valor Econômico Adicionado (VEA), como um indicador de geração de valor econômico para uma empresa a partir da unidade funcional de um produto (CUCAGNA et al., 2018).

O VEA tem como princípio a avaliação do desempenho financeiro da empresa ou produção utilizando o valor econômico que os gestores agregam ao empreendimento e que retorna ao proprietário ou aos acionistas do negócio. Resulta em um indicador que corresponde ao valor contábil vinculado ao real valor de mercado do produto. Curadi et al. (2017) pontuam que essa ferramenta supre uma necessidade por parte dos acionistas e gestores de uma empresa quando estes buscam avaliar o desempenho através da geração de valor, já que os métodos de avaliação tradicionais só apresentam o ganho financeiro sob um contexto geral e não os detalhes de cada valor numérico representado em seus relatórios.

Assim, como nas empresas urbanas, as propriedades rurais buscam maiores ganhos econômicos e valorização de seu produto no mercado consumidor. Mas em vista das exigências dos consumidores sobre produtos mais sustentáveis e, como a produção de alimentos depende de processos ocorrentes em meio rural, o agropecuarista foi pressionado a atender a estas exigências (SONESSON et al., 2016).

A suinocultura é uma atividade pecuária de propriedades rurais, além de estar entre as que mais se desenvolveram nos últimos 50 anos devido sua alta demanda de consumo

(LASSALETTA et al., 2019). Além do mais, o Brasil tem se destacado na atividade devido à crise sanitária na suinocultura chinesa, aumentando a demanda sobre a importação de produtos suínos brasileiros. Mas ainda assim a suinocultura é vista como vilã nas questões ambientais, por possuir um alto potencial de impacto ambiental, principalmente sobre o aquecimento global (MCAULIFFE et al., 2017).

No entanto, Toniazzi et al. (2018) asseguram que a lucratividade e produtividade são imprescindíveis na avaliação da atividade suína, mesmo que estas vão contra as variáveis ambientais. Dessa forma a modernização da atividade suína industrial busca se apoiar num modelo sustentável e eficientemente produtivo (PATIENCE et al., 2015).

Assim, este trabalho objetivou identificar o VEA de um quilograma de leitão descrechado destinado a engorda em uma unidade produtora de leitões desmamados de larga escala. E a partir do resultado do VEA desta propriedade, buscou-se a ecoeficiência, por unidade de produto, identificando os pontos críticos sobre a análise econômica da gestão de produção de suínos em diferentes cenários de produção brasileira.

2 METODOLOGIA

A ecoeficiência foi fundamentada pela *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*. Sendo uma análise que envolvem premissas ambientais e econômicas sugere-se que sejam seguidas as normas previstas na 14040 e 14044 (ISO, 2006). Tais normas referem-se a estudos de ciclo de vida, onde utilizam-se a ferramenta Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

Ao entrelaçar indicadores econômicos e ambientais para o estudo da ecoeficiência necessita-se que se realize uma avaliação econômica a partir do Valor Econômico Adicionado (VEA) (SALING et al., 2002). Assim sendo, para a realização de uma análise de ecoeficiência é preciso que se pondere todos os fatos do ciclo de vida de um produto relacionando-os com questões econômicas e ambientais.

Desta forma, primeiramente foram necessárias divisões sobre a coleta de dados e análises distintas, separando o estudo em duas etapas. A primeira foi uma ACV que resultou na quantificação ambiental e, a segunda utilizou-se do VEA para quantificação econômica (FAO, 2018; CUCAGNA et al., 2018). Ao seguir as normativas descritas na ISO 14040 e na 14044 (2006), deve-se definir o ponto inicial do estudo, onde o objetivo e escopo

determinam que todos os detalhes da cadeia estudada participem do objetivo da pesquisa e da análise de ecoeficiência.

Ao utilizar destas metodologias, busca-se resultantes que possam ser benéficos a setores econômicos e ambientais nos quais a cadeia de um produto possa estar envolvida. Resultados como estes podem servir de material para a tomada de decisões de gestores sobre os pontos que podem ser melhorados para que haja uma redução de impactos ambientais e aumento de ganho econômico.

2.1 Objetivo e Escopo

Buscou-se realizar uma análise da ecoeficiência de sistemas brasileiros de produção de leitões desmamados, fazendo com que fosse necessário identificar categorias de impactos ambientais expressivas na cadeia. Assim, para selecionar tais categorias, necessitou-se de um levantamento científico sobre quais seriam as principais no modelo brasileiro de suinocultura.

A partir do levantamento, optou-se pelas categorias de potencial aquecimento global (GWP) e a capacidade do uso da terra (LU). Foram necessários definir os principais indicadores zootécnicos da produção de leitões desmamados em diferentes categorias de Unidades Produtivas de leitões desmamados (UPD).

A seleção do sistema de produção, no qual seriam coletados os dados, se deu devido a precisão dos indicadores zootécnicos presentes nos relatórios de produção solicitados aos sistemas produtivos. Selecionou-se uma UPD como base real do estudo, a qual forneceu os relatórios financeiros necessários, tais como Demonstrativo de Resultado e Exercício (DRE), Balanço Patrimonial e Relatório de Vendas. Esta unidade representa a produção de leitões em cerca de 0,49% das matrizes brasileiras, que foi de 2,39 milhões em 2018 (Embrapa Aves e Suínos, 2019). Um outro ponto que fora decisivo sobre a seleção da unidade foi que esta trabalha em parceria com uma empresa de genética de suínos que representa cerca de 130 milhões de cevalos prontos para abate anualmente em todo o globo (Agrocere, 2017).

Com os indicadores econômicos bases para a análise do VEA, buscou-se informações estimadas sobre os outros sistemas brasileiros similares e igualmente representativos na produção de leitões destinados a engorda. Os valores estimados sobre os indicadores necessários só foram possíveis a partir da análise do VEA da UPD estudada, mas por representar somente 0,49% das matrizes suínas brasileiras, surgiu a necessidade de solicitar estimativas sobre os resultados financeiros dos outros sistemas estudados na ACV.

2.2 Dados produtivos

A coleta dos dados primários foi realizada em 2019, mas tais informações eram oriundas dos relatórios produtivos e financeiros dos anos de 2016, 2017 e 2018 (Tabela 1). Também foram necessárias coletas de informações sobre a alimentação fornecida para estas matrizes (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores bromatológicos dos ingredientes utilizados na dieta.

Ingrediente da dieta	Indicadores bromatológicos
Milho Grão (mínimo de 6,92% e máximo de 8,80% de PB) e Farelo de Soja (mínimo de 44% e máximo de 48% de PB).	- Energia Digestível (Kcal); - Energia Metabolizável (Kcal); - Energia Líquida (Kcal); - Matéria Seca (%); - Fibra digestível (%); - Proteína (teor em % e digestível); - Extrato etéreo (% digestível); - Matéria Orgânica digestível (%).
Farinha de Carne (mínimo de 35% e máximo de 60% de PB).	- Energia Digestível; - Energia Metabolizável; - Energia Líquida; - Matéria Seca; - Proteína (teor em % e digestível); - Extrato etéreo (digestível); - Matéria Orgânica.
Óleo de soja; Açúcar e Amido.	- Energia Digestível; - Energia Metabolizável; - Energia Líquida.

PB – proteína bruta.

Para a obtenção do indicador do potencial impacto ambiental do processo produtivo utilizou-se a ferramenta de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), e para a avaliação econômica foram necessárias informações contidas nos demonstrativos financeiros das unidades produtivas (Demonstrativo de Resultado de Exercício ou Demonstrativo de Sobras, e Balanço Patrimonial) do mesmo período em que os dados zootécnicos foram coletados, gerando as métricas necessárias para o cálculo de VEA.

Para utilizar a ferramenta ACV é necessário inventariar todas as entradas e saídas do processo produtivo de uma unidade de produto (ISO, 2006). No estudo de ecoeficiência, utilizou-se 1 quilograma de leitão descrechado como unidade funcional (UF).

Uma parcela dos dados que antecederam o processamento da ração originou-se das Bases de Dados disponíveis no *software* Simapro[®], tais como a *Ecoinvent*[®] e a *AgriFood Technology*[®]. No *software* Simapro[®], foi necessário selecionar uma metodologia para

realizar o cálculo das emissões de GEE do processamento da ração, assim elencou-se o ReCIPE, por esta produzir uma harmonização durante as análises das emissões por meio da implementação de pontos médios de cada indicador zootécnico utilizado no cálculo, além de ser compatível com as características dos dados do produto estudado (LASO et al., 2018).

2.3 Avaliação do Ciclo de Vida

A ACV foi realizada a partir da identificação das categorias de potencial impactos ambientais, sendo selecionado o potencial de mudanças climáticas (GEE) e a capacidade de uso da terra. A primeira categoria de impacto pode ser estudada a partir do inventário e da realização de cálculos que tem como resultados o volume de emissões de gases de efeito estufa (GEE), sendo representados por quilogramas de CO₂ eq., já a capacidade de uso da terra foi calculada em m²/kg de leitão desmamado e/ou descrechados.

Os cálculos resultavam no metano entérico (CH₄) e no CO₂ da respiração, além do CO₂ eq. do processamento da ração. Desta forma possibilitou a utilização dos modelos matemáticos citados por Rigolot et al. (2010) para o CH₄ entérico e o CO₂ da respiração, sendo o primeiro gás transformado em CO₂ eq. através da equivalência de 1 kg de CH₄ ser igual a 23 kg de CO₂ (ISO, 2006). Reckmann & Krieter (2015) também adotaram essa interação de cálculos de emissões entre o indicado pelo IPCC (2006) e a utilização dos modelos matemáticos como os propostos por Rigolot et al. (2010), estando em acordo com o nível de precisão indicado pelo IPCC (2006) como *Tier 3*. Já para a capacidade de uso da terra utilizou-se do *Tier 1*, por ter se baseado em padrões internacionais já inseridos no *software*.

2.3.1 Inventário do Ciclo de Vida

Foram coletados dados em seis cenários diferentes, mas com similaridades estruturais. Os cenários eram definidos por sistemas distintos de produção que seguem modelos similares por estarem em acordo com as normativas institucionalizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os cenários foram divididos a partir do sistema de produção utilizado. O cenário 1 foi uma propriedade particular que tem por objetivo a produção de leitões desmamados, com 2185 matrizes; O cenário 2, foi uma unidade produtora de leitões de uma Cooperativa Agropecuária, com aproximadamente 10000 matrizes; O cenário 3, foram relatórios de produção de leitões desmamados em nível nacional, considerando cerca de 50% das matrizes suínas brasileira; O cenário 4, foram relatórios de unidades de ciclo completo em variadas

regiões do Brasil, com tamanhos em números de matrizes variados; O cenário 5, foram relatórios de unidades produtoras de leitões de 23 a 30 kg, também de variadas regiões brasileiras; O cenário 6, foram unidades produtoras de leitões desmamados (UPD) de variadas regiões do Brasil e com variados tamanhos.

Os indicadores coletados em cada cenário produtivo embasaram-se somente na fase de reprodução, onde a eficiência das matrizes suínas bem como o desempenho dos leitões foi coletada a partir de relatórios mensais dentro dos anos de 2016 a 2018, gerando uma média para cada ano em cada cenário (Tabela 2).

Tabela 2. Indicadores Reprodutivos dos cenários estudados.

Índice	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18	16	17	18
	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3			Cenário 4			Cenário 5			Cenário 6			Média			SD		
IDC	6,94	6,85	5,37	7,12	7,14	6,10	6,41	6,33	6,38	6,25	6,29	6,37	6,51	6,33	6,34	6,42	6,35	6,41	6,61	6,55	6,16	0,34	0,36	0,40
PR	10,10	10,89	6,57	7,92	7,14	6,80	9,12	9,43	9,57	9,56	8,97	9,97	9,92	9,87	9,44	8,97	8,75	9,35	9,30	9,12	8,61	0,77	1,25	1,51
Tx de Parto	87,80	87,39	88,21	86,69	87,46	86,10	86,34	87,28	87,24	86,62	87,37	86,32	85,29	86,62	87,36	86,85	86,65	87,46	86,59	87,29	87,29	0,81	0,34	0,70
Dias gest.	115,35	115,08	115,05	115,28	115,70	115,69	114,93	114,99	115,06	114,87	114,87	115,04	115,00	115,08	115,06	114,92	114,96	115,06	115,05	115,12	115,16	0,20	0,29	0,26
PFA	2,29	2,30	2,34	2,33	2,36	2,36	2,36	2,35	2,37	2,38	2,39	2,35	2,34	2,36	2,39	2,32	2,34	2,34	2,33	2,35	2,35	0,03	0,03	0,02
NT	14,09	14,40	14,22	13,65	13,45	13,49	13,76	14,05	13,86	13,86	14,16	14,31	13,64	13,93	14,12	13,77	14,03	14,19	13,79	14,00	14,09	0,30	0,32	0,17
NV	12,98	13,26	13,27	12,59	12,45	12,54	13,05	12,91	13,05	12,66	12,92	13,03	12,53	12,77	12,96	12,76	13,01	13,12	12,69	12,88	12,99	0,16	0,27	0,25
PV 1	1,28	1,28	1,23	1,39	1,37	1,33	1,39	1,37	1,37	1,38	1,39	1,38	1,39	1,38	1,37	1,39	1,37	1,37	1,37	1,36	1,35	0,04	0,04	0,06
Dias Lact.	30,37	30,59	29,33	26,89	24,51	24,71	25,62	25,29	25,34	23,35	23,45	23,76	24,34	24,20	24,52	28,18	27,25	27,06	26,46	25,88	25,79	2,58	2,64	2,06
Tx Mort.	7,42	7,92	8,04	8,06	9,52	9,22	8,37	8,39	9,06	8,69	8,53	8,69	9,22	9,32	9,58	7,69	7,69	7,22	8,21	8,56	8,63	0,64	0,73	0,87
DMP	11,96	12,22	12,45	11,20	11,51	11,36	11,55	11,80	11,87	11,53	11,75	11,79	11,33	11,55	11,72	11,73	11,99	12,05	11,60	11,80	11,87	0,21	0,27	0,36
DFA	27,38	28,07	29,10	26,80	27,13	27,16	27,14	27,89	27,99	27,53	28,15	28,00	26,58	27,27	27,72	27,24	28,08	28,12	27,11	27,76	28,02	0,36	0,44	0,64
GPD lact.	0,23	0,22	0,24	0,24	0,23	0,23	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,22	0,22	0,01	0,01	0,01
PV 2	8,21	8,13	8,22	7,74	7,04	6,94	6,73	6,70	6,70	6,18	6,18	6,17	6,44	6,44	6,46	7,26	7,28	7,24	7,09	6,97	6,05	0,79	0,69	0,72
DNP	18,35	17,02	15,77	20,62	20,96	17,34	15,84	14,54	14,98	15,48	15,48	15,89	16,89	15,75	15,17	15,32	13,92	14,19	17,10	16,14	15,54	2,06	2,61	1,06

Cenário 1 – Unidade produtora de desmamados independente (≈ 2243 matrizes ativas); Cenário 2 – Unidade produtora de desmamados cooperativa (≈ 10288 matrizes ativas); Cenário 3 – Produção de leitões nacional (≈ 1075466 matrizes ativas); Cenário 4 – Unidades de ciclo completo nacional (≈ 339303 matrizes ativas); Cenário 5 – Unidades produtoras de leitões nacional (≈ 384074 matrizes ativas); Cenário 6 – Unidades produtoras de desmamados nacional (≈ 352089 matrizes ativas); IDC – intervalo desmame-cio; PR – perdas reprodutivas(%); Tx – taxa (%); PFA – partos/fêmea/ano; NT – nascidos totais; NV – nascidos vivos; PV1 – peso médio ao nascimento; Lact. – lactação; Mort. – mortalidade; DMP – desmamado médio/parto; DFA – desmamados/fêmea/ano; GPD – ganho de peso diário; PV2 – peso vivo médio ao desmame; DNP – dias não produtivos; SD – desvio padrão

Também foram necessárias informações sobre a produção de ração, sendo assim foi preciso identificar todas as etapas do processamento da ração. Para tanto foi utilizado a análise de uma planta baixa de uma fábrica de rações destinadas somente a suinocultura, sendo esta unidade autorizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Nesta pesquisa assumiu-se que as fábricas de rações inseridas na produção comercial de suínos do Brasil seguem as premissas do MAPA, assim ao utilizar a planta baixa de uma fábrica de rações padrão pode-se extrapolar para a produção de rações em todos os cenários.

2.4 Valor Econômico Adicionado

O método do VEA necessita de dados financeiros da empresa ou sistema estudado. Tais relatórios devem possuir informações que permitam o cálculo do Resultado Operacional Total e o Imobilizado Líquido da atividade. Os relatórios que possuem estes dados baseiam-se no Demonstrativo de Resultado de Exercício ou Sobras (DRE/DRS), o Relatório de Desempenho Financeiro e o Relatório de Vendas.

Após a identificação do Resultado Operacional Total e do Imobilizado Líquido da empresa buscou-se calcular o Retorno sobre Investimento (*Return on Investment – ROI*) a partir da divisão do Resultado Operacional Total sobre o Imobilizado Líquido multiplicado por 100. Após a identificação do ROI, foi necessário calcular o indicador Custo do Capital Próprio seguindo o Modelo de Precificação de Ativos Financeiros Ajustado Híbrido (AH-CAPM). Tal metodologia está fundamentada na redução das limitações encontradas no método do Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (*Capital Asset Pricing Model – CAPM*) de economias de países em desenvolvimento (MARKOWITZ, 1959; SHARPE, 1964; MOSSIN, 1966). Tal modelagem tem sido utilizada a partir de indicações de especialistas da área econômica (GRAHAM e HARVEY, 2001; BLANK et al., 2014). Também foram implementadas e afirmadas em pesquisas recentes do setor do agronegócio (CAVALHEIRO et al., 2017; MARTINELLI et al., 2019; SOUZA et al., 2019). Tais valores encontrados para AH-CAPM estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3. Valores das variáveis do modelo AH-CAPM que definem o Ke.

Variáveis	Valor
Taxa livre de risco global	2,63% ¹
Risco País	2,56% ²
Beta do País	0,83 ³
Beta desalavancado do setor	0,48 ⁴

Retorno do mercado Global	12,74% ⁵
Coefficiente de determinação	0,00765 ⁶
Custo do Capital Próprio	7,83%

Elaborado pelo autor; 1 – <https://www.treasury.gov>; 2 – <http://www.ipeadata.gov.br>; 3 – <http://investing.com> e <http://msci.com>; 4 – <http://pages.stern.nyu.edu>; 5 – <http://msci.com>; 6 – <http://investing.com> e <http://ipeadata.gov.br>.

O VEA é resultado do cálculo, onde subtrai-se o Custo Médio Ponderado de Capital Híbrido (Hybrid-WACC) do Retorno sobre Investimento vezes o Capital Investido (CI) (CAVALHEIRO et al., 2019). Após o cálculo do VEA, o resultado representou a geração (ou não) de valor em cada unidade funcional, 1 kg de PV de leitão desmamado ou descrechado em cada cenário, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Valor econômico adicionado por quilograma de PV de leitão descrechado

Anos	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3			Cenário 4			Cenário 5			Cenário 6			MD	SD
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018		
Plantel	2150	2385	2195	10313	10430	10120	9,56 x10 ⁵	1,04 x10 ⁶	1,22 x10 ⁶	3,03 x10 ⁵	3,41 x10 ⁵	2,74 x10 ⁵	3,43 x10 ⁵	3,60 x10 ⁵	4,49 x10 ⁵	3,10 x10 ⁵	3,45 x10 ⁵	4,01 x10 ⁵	3,61 x10 ⁵	3,71 x10 ⁵
Qtde de leitões desc.	5,16 x10 ⁴	6,03 x10 ⁴	5,34 x10 ⁴	1,91 x10 ⁵	2,27 x10 ⁵	2,60 x10 ⁵	2,58 x10 ⁷	2,89 x10 ⁷	3,40 x10 ⁷	8,28 x10 ⁷	9,52 x10 ⁶	1,04 x10 ⁷	9,04 x10 ⁶	9,74 x10 ⁶	1,24 x10 ⁷	8,39 x10 ⁶	9,60 x10 ⁶	1,12 x10 ⁷	9,90 x10 ⁶	3,71 x10 ⁵
PV médio/ leitão desc.	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	0,00
Imob/ kg de PV	6,77	6,14	5,99	7,40	5,99	5,68	6,04	5,62	5,26	4,86	4,47	4,08	6,16	5,74	5,31	6,01	5,58	5,22	5,68	0,78
Res. Oper/ kg de PV	-4,18	1,60	0,08	-0,79	0,46	-0,01	-0,63	0,44	-0,01	-0,61	0,43	-0,01	-0,64	0,46	-0,01	-0,62	0,44	-0,00	-0,20	1,14
ROI	-61,69	26,07	1,30	-10,64	7,73	-0,23	-10,53	7,81	-0,23	-12,59	9,62	-0,30	-10,32	7,95	-0,23	-10,29	7,96	-0,02	-2,70	17,64
VEA	-4,71	1,12	-0,39	-1,37	-0,01	-0,46	-1,11	-1,30 x10 ⁻³	-0,42	-0,99	0,08	-0,33	-1,12	7,11 x10 ⁻³	-0,43	-1,09	7,46 x10 ⁻³	-0,41	-0,64	1,17

MD – média; SD – desvio padrão; PV – peso vivo; desc. – descrechado; Imob. – Imobilizado; Res. Oper. – Resultado operacional; ROI – Retorno sobre o Investimento (*Return on Investment*); VEA – valor econômico adicionado.

2.5 Ecoeficiência na produção de leitões destinados a engorda

Sendo a ecoeficiência uma análise que objetiva quantificar o econômico sobre o ambiental, este estudo necessitou utilizar-se da metodologia fundamentada pelo *World Business Council for Sustainable Development – WBCSD* (2000). Este método utiliza o valor do VEA e a quantificação dos impactos ambientais, dividindo um pelo outro respectivamente.

Ao identificar o VEA das unidades produtivas de leitões descrechados por quilograma de peso vivo, buscou-se estimar o VEA destas mesmas unidades se elas comercializassem os animais com cerca de 6 a 10 kg (recém desmamados). Essa estimativa se deu devido a percepção sobre o investimento de unidades produtivas de leitões descrechados serem basicamente similar se as UPLs apenas desmamassem o leitão, sem gerar custo com as instalações para a fase e sem gerar custo sobre a ração destinada a estes animais, já que a mesma tende a ser mais onerosa devido ao maior percentual de núcleos alimentares específicos.

Para tanto, realizou-se estimativas sobre o Imobilizado Líquido e o Resultado Operacional. Para o Resultado Operacional, primeiramente, foi necessário investigar se o preço pago por quilograma de PV de leitões recém desmamados seria o mesmo do valor pago por leitões com mais de 22 kg. Buscou-se indicadores que expressassem os preços pagos pelo mercado nacional de suínos destinados a engorda do estado brasileiro que possui a maior produção de suínos, Santa Catarina (EPAGRI, 2019). A partir dos valores encontrados calculou-se a receita da venda dos leitões desmamados e então estimou-se o Resultado Operacional de cada cenário em cada ano, gerando uma média para cada cenário (Tabela 5).

Tabela 5. Estimativas sobre o VEA de leitões desmamados

	Qtde de leitões desmamados	R\$/kg de PV	PV médio/ UA vendida	Imobilizado/ kg de PV (R\$)	Resultado Operacional/ kg de PV (R\$)	ROI	VEA
Cenário 1	55554	10,68	8,186	17,58	0,45	2,56	-0,92
Cenário 2	254397	10,68	7,240	19,97	0,95	4,75	-0,62
Cenário 3	29796484,64	10,68	6,710	19,17	0,50	2,61	-1,00
Cenário 4	9470063,28	10,68	6,176	20,65	-0,18	-0,87	-1,79
Cenário 5	10462252,68	10,68	6,446	20,32	0,54	2,66	-1,05
Cenário 6	9813102,37	10,68	7,260	17,62	0,55	3,12	-0,82
Média	9975308,99	10,68	7,003	19,22	0,39	2,47	-1,72
SD	10309096,85	0,26	0,694	1,71	1,16	5,62	1,17

PV – Peso vivo; UA – unidade animal; ROI - *Return on Investment I*; VEA – valor econômico adicionado; SD – desvio padrão.

2.6 Análise estatística

Para que se identificasse a interferência dos indicadores reprodutivos sobre os resultados de VEA e Ecoeficiência utilizou-se da correlação de Pearson, através do Excel® (2016), entre os indicadores zootécnicos reprodutivos de cada cenário e os indicadores econômicos e ambientais (Figura 1).

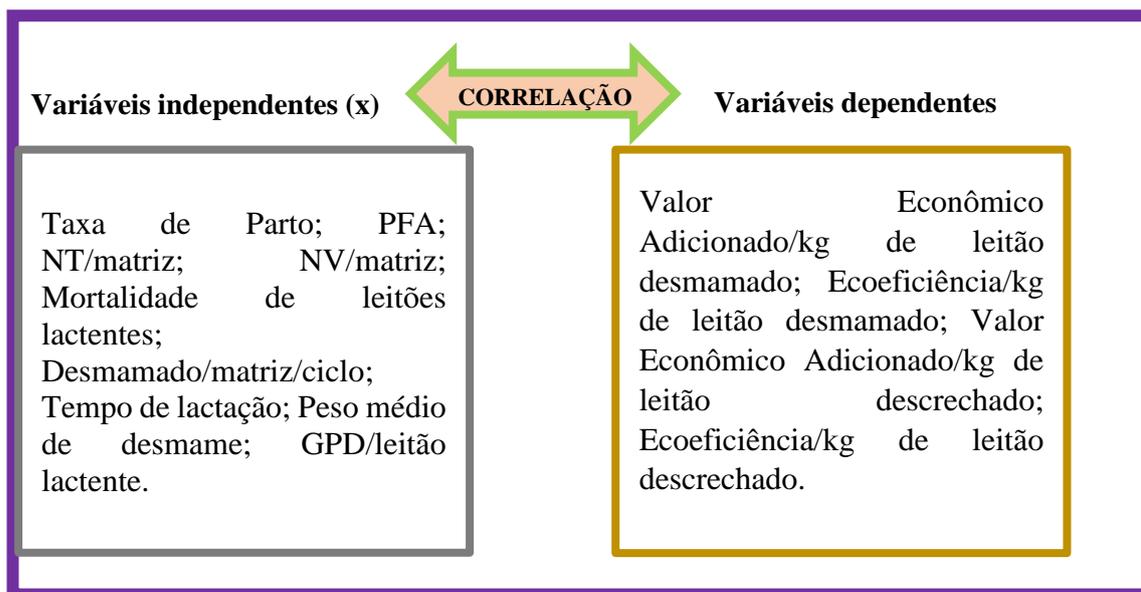


Figura 1. Representação dos indicadores reprodutivos correlacionados com os indicadores econômicos

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se que a unidade produtiva de leitões descrechados obteve um resultado operacional por unidade animal (UA) comercializada de R\$-1,43 a R\$-19,15, sendo o Cenário 1 o de menor valor e o Cenário 6 o de maior valor (Tabela 6). Tal resultado pode estar atrelado ao fato do Cenário 1 ser composto pelo menor número de matrizes no plantel, estando o investimento menos diluído no plantel. Já ao observar os resultados obtidos pelos impactos ambientais causados na produção da mesma UA, notou-se que o menor volume foi encontrado no Cenário 1 e o maior no Cenário 4 (Tabela 6). No entanto, analisando o indicador de Ecoeficiência, o cenário que obteve o menor valor foi o Cenário 4 e o de maior valor foi o Cenário 1 (Tabela 6), demonstrando que este indicador acompanha os resultados sobre os impactos ambientais.

Tabela 6. Ecoeficiência na produção de leitões descrechados

	R\$/UA	PV médio/UA vendida	Resultado Operacional/UA vendida (R\$)	Impacto ambiental	VEA	Ecoeficiência/leitão descrechado
Cenário 1	152,18	23	-19,15	186,07	-30,59	-0,16
Cenário 2	152,18	23	-7,75	202,4	-14,03	-0,07
Cenário 3	152,18	23	-1,60	198,26	-11,73	-0,06
Cenário 4	152,18	23	-1,47	206,77	-9,43	-0,05
Cenário 5	152,18	23	-1,47	204,24	-11,73	-0,06
Cenário 6	152,18	23	-1,43	190,21	-11,50	-0,06
Média	152,18	23	-4,61	198,03	-14,95	-0,07
SD	0	0	26,46	0,35	1,14	0,14

Ao estimar os indicadores das mesmas unidades, mas para a comercialização de leitões desmamados no lugar de descrechados, foi possível observar que os valores sobre o resultado operacional por UA comercializada foram em sua maioria positivos (Tabela 7). Porém manteve-se a ordem sobre os cenários de menor e maior impacto ambiental encontrados na Tabela 6. Já nos indicadores de Ecoeficiência observou-se que o cenário de menor valor foi o Cenário 2 e o Cenário 4 conservou-se como o de maior valor (Tabela 7).

Tabela 7. Ecoeficiência na produção de leitões desmamados

	R\$/UA	PV médio/UA vendida	Resultado Operacional/UA vendida (R\$)	Impacto ambiental	ROI	VEA	Ecoeficiência/leitão desmamado
Cenário 1	87,47	8,186	4,02	51,16	2,56	-7,53	-0,15
Cenário 2	77,34	7,240	7,24	44,05	4,75	-4,49	-0,10
Cenário 3	71,68	6,710	3,29	46,63	2,61	-6,71	-0,14
Cenário 4	65,98	6,176	-0,49	45,52	-0,87	-1,79	-0,24
Cenário 5	68,87	6,446	3,32	46,67	2,66	-1,05	-0,16
Cenário 6	77,55	7,260	0,36	44,41	3,12	-0,82	-0,13
Média	74,81	7,003	2,96	48,32	2,47	-1,03	-0,15
SD	7,58	0,694	8,45	6,75	5,62	1,17	0,14

Sobre o resultado operacional por UA comercializada, a sequência ocorrida pode ser consequência deste indicador ser dependente dos custos sobre a produção e do valor de venda. Tal efeito gerou valores de ROI maiores quando comparados a produção e comercialização de leitões descrechados, o que gerou efeito sobre o VEA e Ecoeficiência, respectivamente. Fato similar foi observado por Asmild e Hougaard (2006), ao notarem que uma simples ação com baixo custo adicional pode melhorar o desempenho ambiental e econômico. No caso desta pesquisa, sugeriu-se que, num primeiro momento, ao reduzir os

custos com a fase de creche os indicadores do ROI tornaram-se mais atrativos, pelo fato dos valores serem menos negativos ou, até mesmo positivos.

Sobre a produção de leitões desmamados foi possível notar que este gerou resultados operacionais melhores que a produção de leitões descrechados (Tabela 7), assim como o imobilizado líquido por UA. Tais resultados, podem estar atrelados a diferença do valor pago por quilograma de PV entre as produções de leitão descrechado e de leitão desmamado. Tais valores geraram um valor médio de R\$74,81/UA, mas com uma perda de valor de R\$7,53/UA. Autores como Engel et al. (2019) encontraram um valor de venda por UA de leitões de 6 a 11kg de R\$96,36, sendo R\$21,55 maior que a média deste estudo. Porém, estes autores não realizaram análises sobre o Valor Econômico Adicionado, mas identificaram um resultado líquido de R\$3,65/UA, diferente do valor desta pesquisa que foi de R\$2,96/UA vendida (Tabela 7).

O estudo demonstrou que a fase de creche pode ter levado a produção a redução de valor da atividade, maior que o estimado somente na etapa de produção de leitão de desmame. Tal diferença também foi identificada por Consoni et al. (2015) que estudaram as diferenças produtivas dos leitões desmamados e destinados a um setor de creche e os leitões destinados diretamente a engorda. O sistema que direciona os animais diretamente do desmame a engorda é denominado *Wean to Finish*, reduzindo o custo da fase de creche do produtor de leitões destinados a engorda.

3.1 Resultados estatísticos

Ao correlacionar os indicadores reprodutivos com os resultados de VEA e Ecoeficiência notou-se que, apesar de indicadores considerados fracos de correlação, em sua maioria foram positivos, ao nível de 95% de significância. Os resultados mais próximos de uma correlação considerada forte foram entre os partos/fêmeas/anos (PFA) e o VEA e, entre o PFA e a Ecoeficiência, para leitão descrechado.

Apesar de resultarem em indicadores de correlação baixos, quando foram analisados o peso médio de desmame e o tempo de lactação, notou-se que estes influenciaram negativamente no VEA (Tabela 8). Por outro lado, observou-se também que todos os índices reprodutivos influenciaram fortemente o impacto ambiental tanto na produção de leitão desmamado como na produção de leitões descrechados (Tabela 8). Mas somente os indicadores PFA e mortalidade de leitões lactentes tiveram efeitos positivos sobre os impactos ambientais, enquanto os outros, foram negativos.

Estudos com a abrangência ambiental e econômica, onde as análises são entrelaçadas pelo estudo da ecoeficiência, podem variar entre si. Isso ocorre devido aos efeitos de fatores que influenciam a produção, bem como seus custos, que foram excluídos desta pesquisa. Mas por este estudo buscar estudar valores próximos da realidade brasileira, apesar de alguns indicadores financeiros e zootécnicos terem sido estimados, necessitou-se de avaliar a ecoeficiência de um quilograma de leitão desmamado e de leitão descrechado destinado a engorda utilizando somente a capacidade de uso da terra e o potencial de mudanças climáticas.

Tabela 8. Correlação dos indicadores reprodutivos com o VEA, impacto ambiental e ecoeficiência

	VEA/ Kg PV descrechado	VEA/ Kg PV desmamado*	Impacto Ambiental/Kg PV descrechado	Impacto Ambiental/ Kg PV desmamado	Ecoeficiência/ Kg PV descrechado	Ecoeficiência/ Kg PV desmamado*
Taxa de parto	0,014	0,313	-0,665	-0,652	-0,009	0,269
PFA	0,423	-0,008	0,769	0,786	0,430	0,039
NV/matriz/ciclo	0,168	0,045	-0,675	-0,636	0,151	0,011
Mortalidade de leitões lactentes	0,308	0,231	0,851	0,842	0,318	0,289
Desmamados/ matriz/ciclo	0,109	0,116	-0,836	-0,812	0,090	0,069
Tempo de lactação	-0,287	0,031	-0,930	-0,951	-0,300	-0,027
Peso médio de desmame	-0,281	0,091	-0,866	-0,908	-0,293	0,032
GPD/ leitão lactente	-0,169	0,197	-0,522	-0,588	-0,178	0,154

VEA – Valor Econômico Adicionado; PV – Peso Vivo; PFA – Partos/Fêmea/Ano; NV – Nascidos Vivos; GPD – Ganho de Peso Diário.

4 CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, concluiu-se que um sistema de produção de leitões desmamados tende a ser mais atrativo, economicamente, do que uma unidade que produza leitões descrechados. Mesmo havendo uma diferença de Valor Econômico Adicionado (VEA) positiva da produção de leitões descrechados para a de leitões desmamados, o ganho econômico não sobressaiu a perda ambiental. Isso faz com que se conclua, que mesmo que haja melhores indicadores de Resultado Operacional/kg de PV ou UA comercializada, o VEA mantém-se negativo e, conseqüentemente, a ecoeficiência também.

Para identificar se produzir os leitões descrechados é rentável deve-se estudar os indicadores econômicos de outros sistemas, tais como as unidades de ciclo completo e as unidades terminadoras que recebem leitões recém desmamados para modelos de criação baseados no *Wean to Finish*. Mas com os resultados deste estudo, produzir leitões de 23 kg pode gerar redução de valor em R\$/kg de PV produzido na atividade.

BIBLIOGRAFIA

Agrocerec, 2015. **Agrocerec 70 anos.** Disponível em [https://agrocerec.com.br/Painel/uploads/11052016121225.pdf] acesso em outubro de 2019.

ASMILD, M.; HOUGAARD, J. L. Economic versus environmental improvement potentials of Danish pig farms. **Agricultural Economics**, 35(2): 171-181, 2006.

BLANK, F. F.; SAMANEZ, C. P.; BAIDYA, T. K. N.; AIUBE, F. A. L. CAPM Conditional: Betas Variantes no Tempo no Mercado Brasileiro. **Revista Brasileira de Finanças**, 12: 163-199, 2014.

CAVALHEIRO, R. T.; KREMER, A. M.; GIMENES, R. M. T. Fair value for biological assets: an empirical approach. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, 8(3): 55-68, 2017.

CONSONI, W.; CRISTANI, J.; KLAUMANN, F.; ARRUDA, P. M.; ZIMMERMANN, A. T.; LORENZETTI, R. G.; R.G. LORENZETTI; T.M. DACOREGIO; A. THALER NETO; TRAVERSO, S. D. Análise produtiva e econômica de suínos criados nos sistemas wean-to-finish e convencional de produção. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 67(4): 1087-1095, 2015.

CUCAGNA, M. E.; GOLDSMITH, P. D. Value adding in the agri-food value chain. **International Food and Agribusiness Management Review**, 21(3): 293-316, 2018.

CURADI, F. C. et al. Um Estudo na Literatura Vigente.®CURADI, Fausto Cheida et al. Valor Econômico Agregado (EVA) **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, 3(1): 67-84, 2017.

DO AMARAL, B. R.; RODRIGUES, J. A.; VELLANI, C. L. Ecoeficiência empresarial: caso Natura SA. **Revista de Iniciação Científica da Libertas**, 2(2), 2016.

EPAGRI, 2019.

ENGEL, W.; SCHAURICH, L. C.; DE PAULA, G.; ENGEL, G. R. Custos de produção de suínos (fase de cria) em uma propriedade rural familiar do oeste do Paraná/Production costs of swine (breeding phase) in a rural property of west family of Paraná. **Brazilian Journal of Development**, 5(9): 14994-15016, 2019.

EMBRAPA, 2019.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Environmental performance of pig supply chains: Guidelines for assessment. **Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership**. Rome, 172 pp, 2018.

GRAHAN, J. R.; HARVEY, C. R. The theory and practice of corporate finance: evidence from the field. **Journal of Financial Economics**, 60: 187-243, 2001.

ISO 14044 (International Standards Organization). International standard ISO 14044: Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines. Geneva, 2006.

INVESTING, 2019. **Índice Bovespa Dados Históricos**. Disponível em [<https://br.investing.com/indices/bovespa-historical-data>] Acesso em setembro de 2019.

JAMIL, G. L.; JAMIL, C. C. Information and Knowledge Management Perspective Contributions for Fashion Studies: Observing Logistics and Supply Chain Management Processes. In: **Fashion and Textiles: Breakthroughs in Research and Practice**. IGI Global, 327-349, 2018.

JP MORGAN, 2019. **EMBI+ Risco Brasil**. Disponível em [<http://www.ipeadata.gov.br/exibeserie.aspx?serid=40940&module=M>] Acesso em setembro de 2019.

LASO, J.; GARCÍA-HERRERO, I.; MARGALLO, M.; VÁZQUEZ-ROWE, I.; FULLANA, P.; BALA, A.; GAZULLA, C.; IRABIEN, A.; ADALCO, R. Finding an economic and environmental balance in value chains based on circular economy thinking: An eco-efficiency methodology applied to the fish canning industry. **Resources, Conservation and Recycling**, 133: 428-437, 2018.

LASSALETTA, L.; ESTELLÉS, F.; BEUSEN, A. H.; BOUWMAN, L.; CALVET, S.; VAN GRINSVEN, H. J.; JONATHAN C. DOELMAN A; ELKE STEHFEST A; AIMABLE UWIZEYE; WESTHOEK, H. Future global pig production systems according to the Shared Socioeconomic Pathways. **Science of the Total Environment**, 665: 739-751, 2019.

MARKOWITZ, H. M. **Portfolio Selection: Efficient diversification of investments**. Copyright by Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University, 1959.

MOSSIN, J. Equilibrium in a Capital Asset Market. **Econometrica**, 34: 768-783, 1966.

MARTINELLI, G. C.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P.; GIMENES, R. M. T. Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil. **Land Use Policy**, 80: 274-286, 2019.

MCAULIFFE, G. A.; TAKAHASHI, T.; MOGENSEN, L.; HERMANSEN, J. E.; SAGE, C. L.; CHAPMAN, D. V.; LEE, M. R. F. Environmental trade-offs of pig production systems under varied operational efficiencies. **Journal of cleaner production**, 165: 1163-1173, 2017.

MSCI, 2019. **MSCI All Country World Index**. Disponível em [https://www.msci.com/resources/factsheets/index_fact_sheet/msci-acwi.pdf] Acesso em setembro de 2019.

PATIENCE, J. F., ROSSONI-SERÃO, M. C., & GUTIÉRREZ, N. A. A review of feed efficiency in swine: biology and application. **Journal of animal science and biotechnology**, 6(1): 33, 2015.

RIGOLOT, C.; ESPAGNOL, S.; POMAR, C. & DOURMAD, J. Y. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O and CH₄ emissions. Part I: animal excretion and enteric CH₄, effect of feeding and performance. **Animal**, 4(8): 1401-1412, 2010.

SALING, I; ANDREAS KICHERER, L; BRIGITTE DITTRICH-KRIIMER, L; ROLF WITTLINGER; WINFRIED ZOMBIK; ISABELL SCHMIDT, L; WOLFGANG SCHROTT; SILKE SCHMIDT. Eco-efficiency analysis by BASF: the method. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 7(4): 203-218, 2002.

SHARPE, W. F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. **Journal of Finance**, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964.

SONESSON, U. G.; LORENTZON, K.; ANDERSSON, A.; BARR, U-K; BERTILSSON, J.; BORCH, E.; BRUNIUS, C.; EMANUELSSON, M.; GÖRANSSON, L.; GUNNARSSON, S.; HAMBERG, L.; HESSLE, A.; KUMM, K-I.; LUNDH, A.; NIELSEN, T.; ÖSTERGREN, K.; SALOMON, E.; SINDHÖJ, E.; STENBERG, B.; STENBERG, M.; SUNDBERG, M.; WALL, H. Paths to a sustainable food sector: integrated design and LCA of future food supply chains: the case of pork production in Sweden. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 21(5): 664-676, 2016.

SOUZA, S. V.; GIMENES, R. M. T.; BINOTTO, E. Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal. **Land Use Policy**, 83: 357-369, 2019.

TONIAZZO, F.; RODRIGUES, A. C.; ROSA, M. M.; ROS, C. O.; BECEGATTO, V. A.; LAVNITCKI, L.; HENKES, J. A. & CANTONI, F. Avaliação da liberação de CO₂ em solo com adição de águas residuárias suínícolas e impactos ambientais e sociais da suinocultura. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 7(1): 253-274, 2018.

U.S. Department of Treasury, 2018. **Daily treasury Yield Curve Rates (T-Bond)**. Disponível em [<https://www.treasury.gov>] Acesso em setembro de 2019.

VELLANI, C. L.; DE SOUZA RIBEIRO, M. Sustentabilidade e contabilidade. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, 6(11): 187-206, 2009.

WBCSD, The World Business Council for Sustainable Development. Measuring ecoefficiency: a guide to reporting company performance. Geneva: WBCSD, 2000.

ZANIN, D. F., PANHOCA, L., DE ALMEIDA, L. B., DA SILVA, F. F., & ANZILAGO, M. A INFLUÊNCIA DOS FATORES CONTINGENCIAIS E NÃO CONTINGENCIAIS NO DESEMPENHO DA PECUÁRIA LEITEIRA NO MUNICÍPIO DE VERÊ-PR SOB A PERSPECTIVA DA ECOEFICIÊNCIA. **Revista de Contabilidade da UFBA**, 11(3): 31-50, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAL

Ao abordar bibliometricamente sobre os impactos ambientais na suinocultura pode-se concluir que, dentro de um contexto mais generalizado, existe um volume expressivo de trabalhos científicos. Porém, quando foi incluído especificações sobre os descritores pesquisados, tal volume reduziu bastante. Já sobre a temática econômica, observou-se que o volume já fora menor logo no primeiro descritor, e chegou a zero ao incluir os descritores específicos. Isso faz com que se conclua sobre a lacuna a ser preenchida pela ciência sobre tal temática, necessitando de mais estudos destinados as bases ambientais e principalmente econômicas.

Apesar de não terem sido explorados trabalhos que avaliaram a ecoeficiência na suinocultura, o objetivo inicial era identificar se as bases para que esta análise fosse realizada já estavam explicitamente compreendidas pela ciência. Porém, o que se encontrou foram trabalhos que utilizaram de forma superficial as análises de Valor Econômico Adicionado (VEA) apenas descrevendo a metodologia, concluindo que esta é uma análise passível de ser mais explorada no setor suinícola.

A análise econômica na produção suinícola brasileira apresenta-se como complexa e dependente de estimativas que se aproximam do valor real, mas que se mostram não precisas. Ao estimar um valor econômico adicionado em uma pesquisa alguns fatores externos podem estar sendo negligenciados, tais como região a qual se insere a atividade e o custo dos insumos que podem variar de uma Unidade Federativa para outra. Outros fatores que podem ser deixados de lado podem interferir de dentro para fora da atividade. Tais fatores são os indicadores produtivos que, ao se estudar diferentes cenários nacionais, podem não apresentar a variabilidade real das unidades produtivas.

A ecoeficiência é um indicador econômico que avalia em como o impacto ambiental pode influenciar no ganho financeiro de uma cadeia produtiva. No caso da suinocultura muitos são os impactos ambientais que podem ser calculados. Mas neste trabalho utilizou-se somente as categorias de potencial aquecimento global e capacidade de uso da terra. Tais indicadores não trazem a realidade do impacto ambiental total causado por uma atividade, mas como o uso da Avaliação do Ciclo de Vida exige que se utilizem dados bastante próximos dos reais, excluiu-se os efeitos das outras categorias de impactos ambientais.

BIBLIOGRAFIA GERAL

Agroceres, 2015. **Agroceres 70 anos.** Disponível em [https://agroceres.com.br/Painel/uploads/11052016121225.pdf] acesso em outubro de 2019.

BELL, W.; URIOSTE, J. I.; BARLOCCO, N.; VADELL, A., & CLARIGET, R. P. Genetic and environmental factors affecting reproductive traits in sows in an outdoor production system. **Livestock Science**, 182: 101-107, 2015.

BLANK, F. F.; SAMANEZ, C. P.; BAIDYA, T. K. N.; AIUBE, F. A. L. CAPM Conditional: Betas Variantes no Tempo no Mercado Brasileiro. **Revista Brasileira de Finanças**, 12: 163-199, 2014.

CAVALHEIRO, R. T.; KREMER, A. M.; GIMENES, R. M. T. Fair value for biological assets: an empirical approach. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, 8(3): 55-68, 2017.

CUCAGNA, M. E.; GOLDSMITH, P. D. Value adding in the agri-food value chain. **International Food and Agribusiness Management Review**, 21(3): 293-316, 2018.

DE ALMEIDA PADRÃO, G.; DOROW, R. Planejamento e mercados: o caso da suinocultura catarinense frente à crise russo-ucraniana. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, 2(1), 2015.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Central de Inteligência de Aves e Suínos. Disponível em [https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas] Acesso em outubro de 2019.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Animal production and Health, sources of meat.** 2018. Disponível em:<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html> Acesso em outubro de 2019.

GRAHAN, J. R.; HARVEY, C. R. The theory and practice of corporate finance: evidence from the field. **Journal of Financial Economics**, 60: 187-243, 2001.

GROEN, E.A.; VAN ZANTEN, H.H.E.; HEIJUNGS, R.; BOKKERS, E.A.M.; DE BOER, I.J.M. Sensitivity analysis of greenhouse gas emissions from a pork production chain. **Journal of Cleaner Production**, 129: 202-211, 2016.

IIDA, R.; PIÑEIRO, C.; KOKETSU, Y. High lifetime and reproductive performance of sows on southern European Union commercial farms can be predicted by high numbers of pigs born alive in parity one. **Journal of animal science**, 93(5), 2015.

INVESTING, 2019. **Índice Bovespa Dados Históricos.** Disponível em [https://br.investing.com/indices/bovespa-historical-data] Acesso em setembro de 2019.

IPCC, Revised; REVISÉD, I. E. A. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. **Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme**, p. 10.1-11.54, 2006.

ISO 14044 (International Standards Organization). International standard ISO 14044: Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines. Geneva, 2006.

ITO, M.; GUIMARÃES, D. D. & AMARAL, G. F. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial, Rio de Janeiro**, 44: 125-156, 2016.

JP MORGAN, 2019. **EMBI+ Risco Brasil**. Disponível em [<http://www.ipeadata.gov.br/exibeserie.aspx?serid=40940&module=M>] Acesso em setembro de 2019.

JUSTINO, E.; NAAS, I.A.; CARVALHO, T.M.R.; SALGADO, D.A. Effect of evaporative cooling and electrolyte balance on lactating sows in tropical summer conditions. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 67(2): 455-464, 2015.

LASO, J.; GARCÍA-HERRERO, I.; MARGALLO, M.; VÁZQUEZ-ROWE, I.; FULLANA, P.; BALA, A.; GAZULLA, C.; IRABIEN, A.; ADALCO, R. Finding an economic and environmental balance in value chains based on circular economy thinking: An eco-efficiency methodology applied to the fish canning industry. **Resources, Conservation and Recycling**, 133: 428-437, 2018.

MARKOWITZ, H. M. **Portfolio Selection: Efficient diversification of investments**. *Copyright by Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University*, 1959.

MARTINELLI, G. C.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P.; GIMENES, R. M. T. Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil. **Land Use Policy**, 80: 274-286, 2019.

MCAULIFFE, G. A.; TAKAHASHI, T; MOGENSEN, L.; HERMANSEN, J. E.; SAGE, C. L.; CHAPMAN, D. V. & LEE, M. R. F. Environmental trade-offs of pig production systems under varied operational efficiencies. **Journal of Cleaner Production**, 165: 1163-1173, 2017.

MELLAGI, M. L. B.; WENTZ, I. Desafios e potencialidades para o manejo reprodutivo da fêmea suína. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, 39(1): 97-103, 2015.

MOSSIN, J. Equilibrium in a Capital Asset Market. **Econometrica**, 34: 768-783, 1966.

MSCI, 2019. **MSCI All Country World Index**. Disponível em [https://www.msci.com/resources/factsheets/index_fact_sheet/msci-acwi.pdf] Acesso em setembro de 2019.

NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y.; LE DIVIDICH, J.; DUBOIS, S. Effect of ambient temperature and addition of straw or alfalfa in the diet on energy metabolism in pregnant sows. **Livestock Production Science**, 21(4): 309-324, 1989.

RECKMANN, K.; KRIETER, J. Environmental impacts of the pork supply chain with regard to farm performance. **The Journal of Agricultural Science**, 153(3): 411-421, 2015.

RIGOLOT, C.; ESPAGNOL, S.; POMAR, C. & DOURMAD, J. Y. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O and CH₄ emissions. Part I: animal excretion and enteric CH₄, effect of feeding and performance. **Animal**, 4(8): 1401-1412, 2010.

RÖÖS, E.; SUNDBERG, C.; TIDÅKER, P.; STRID, I.; HANSSON, P. A. Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production? **Ecological Indicators**, 24: 573-581, 2013.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., HANNAS, M.I., DONZELE, J.L., SAKOMURA, N.K., PERAZZO, F.G.; BRITO, C.O. Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais (488 p.). **Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR**, 2017.

SALING, I; ANDREAS KICHERER, L; BRIGITTE DITTRICH-KRIIMER, L; ROLF WITTLINGER; WINFRIED ZOMBIK; ISABELL SCHMIDT, L; WOLFGANG SCHROTT; SILKE SCHMIDT. Eco-efficiency analysis by BASF: the method. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 7(4): 203-218, 2002.

SOMMERFELT, I.M.; REMPEL, C. Efeito da temperatura do ambiente sobre a gestação de fêmeas suínas e impactos econômicos relacionados. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, 9(3): 450-464, 2015.

SHARPE, W. F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. **Journal of Finance**, 19(3): 425-442, 1964.

SOUZA, S. V.; GIMENES, R. M. T.; BINOTTO, E. Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal. **Land Use Policy**, 83: 357-369, 2019.

TONIAZZO, F.; RODRIGUES, A. C.; ROSA, M. M.; ROS, C. O.; BECEGATTO, V. A.; LAVNITCKI, L.; HENKES, J. A. & CANTONI, F. Avaliação da liberação de CO₂ em solo com adição de águas residuárias suínolas e impactos ambientais e sociais da suinocultura. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 7(1): 253-274, 2018.

U.S. Department of Treasury, 2018. **Daily treasury Yield Curve Rates (T-Bond)**. Disponível em [<https://www.treasury.gov>] Acesso em setembro de 2019.

VAN ZANTEN, H.H.E.; BIKKER, P.; MOLLENHORST, H.; MEERBURG, B.G.; DE BOER, I.J.M. Environmental impact of replacing soybean meal with rapeseed meal in diets of finishing pigs. **Animal**, 9: 1866–1874, 2015.

WBCSD, The World Business Council for Sustainable Development. Measuring ecoefficiency: a guide to reporting company performance. Geneva: WBCSD, 2000.