

Trabalho de Conclusão de Curso

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UNIDADE VALORIZADORA DE DEJETOS DE SUÍNOS VISANDO A PRODUÇÃO DE PROTEÍNA ANIMAL

Luiza Bicalho Pollmann

Florianópolis, 2018



Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental

Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental
Luiza Bicalho Pollmann

**Avaliação da viabilidade econômica de unidade valorizadora de
dejetos de suínos visando a produção de proteína animal**

Trabalho apresentado à Universidade
Federal de Santa Catarina para a
Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Elisa
Magri

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pollmann, Luiza
AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UNIDADE
VALORIZADORA DE DEJETOS DE SUÍNOS VISANDO A
PRODUÇÃO DE PROTEÍNA ANIMAL / Luiza Pollmann ;
orientador, Maria Elisa Magri , 2018.
105 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Hermetia
illucens, BSF, dejetos de suínos, custo e análise de
viabilidade econômica. . I. , Maria Elisa Magri. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental. III. Título.

Luiza Bicalho Pollmann

**Avaliação da viabilidade econômica de unidade
valorizadora de dejetos de suínos visando a produção
de proteína animal**

Este Trabalho foi julgado adequado pela banca
examinadora como arte dos requisitos para Conclusão do
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental
da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 29 de novembro de 2018.

Banca Examinadora:



Prof.^a Maria Elisa Magri, Dr.^a

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Eng. Me. Vilmar Müller Júnior,

Universidade Federal de Santa Catarina



Eng. Leonardo Dalri Cecato,

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Rodrigo de Almeida Mohedano, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

"Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma" (Antoine Lavoisier, 1777)

RESUMO

Embora o estado de Santa Catarina se destaque positivamente pela significativa produção de suínos, o grande volume de dejetos oriundos da produção pode representar uma problemática do ponto de vista ambiental. Outro desafio latente no Estado é a oferta de ração suficiente para alimentar esses animais. A produção de larvas de BSF utilizando dejetos de suínos pode representar uma tecnologia promissora para minimizar tais adversidades. Este trabalho propõe diferentes cenários de instalação de Unidades Valorizadoras de dejetos de suínos no oeste de Santa Catarina, avaliando a viabilidade econômica do empreendimento. Foram avaliados dez cenários combinando diferentes valores para capacidade de tratamento da unidade valorizadora, taxa de conversão de resíduo em farinha de BSF, cotação para venda da farinha e custos de transporte. Nove dos dez cenários propostos indicaram que o empreendimento proposto é viável em termos econômicos, apresentando tempo de retorno do investimento entre 15 e 118 meses.. O único empreendimento considerado inviável economicamente foi o que combinou os valores considerados pessimistas para taxa de conversão e cotação de venda da farinha de BSF.

Palavras-chave: *Hermetia illucens*, BSF, dejetos de suínos, custo e análise de viabilidade econômica.

ABSTRACT

Although the Santa Catarina state stands out positively for its significant pig production, the large volume of manure from the production can represent an environmental problem. Another latent challenge in the state is the provision of sufficient feed for these animals. The production of BSF larvae using swine manure may represent a promising technology to minimize such adversities. This work proposes different scenarios for the installation of Valorization Units of swine manure in western Santa Catarina, evaluating the economic viability of the enterprise. Ten scenarios were evaluated combining different values for the treatment unit of the valorizing unit, the conversion rate of residue in BSF meal, sale quotation of BSF meal and transport costs. Nine of the ten proposed scenarios indicated that the proposed enterprise is viable. The only scenario considered economically unfeasible was the one that combined the values considered pessimistic for conversion rate and sale quotation of the BSF meal.

Keywords: *Hermetia illucens*, BSF, swine manure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3- ODS 2 - Fome zero. Fonte: ONU, 2015	31
Figura 2- Estado de Santa Catarina com número total de suínos por município. Fonte de dados: SIDRA, 2017. Elaborado pela autora.	34
Figura 3- Oeste de Santa Catarina com limites de microrregiões com número total de suínos por município. Fonte de dados: SIDRA, 2017. Elaborado pela autora.....	35
Figura 4- Gráfico da cotação mensal de milho para ração. Fonte: Agrolink (2018).....	42
Figura 5- Gráfico da cotação mensal da farinha de peixe em reais. Fonte: IndexMundi (2018).	43
Figura 6- Área de distribuição da mosca <i>Hermetia illucens</i> . Fonte: Dortmans; Diener; Verstappen (2017).	46
Figura 7- Ciclo de vida <i>Hermetia illucens</i> . Fonte: Smet <i>et al.</i> (2018) adaptado.....	48
Figura 8- Rotina de manejo de criação das larvas.	53
Figura 9- Layout de UV de resíduos orgânicos implantada em Dübendorf. Fonte: Dortmans, Diener e Verstappen (2017)	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Espécies de insetos utilizadas para a produção de alimento humano e ração animal.....	44
Quadro 2- Cenários de discussão de resultados.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado de total de cabeças de suínos e total de matrizes por microrregião do oeste de Santa Catarina no ano de 2017. Fonte: SIDRA, 2017.....	35
Tabela 2- Quantidade de dejetos produzidos diariamente por cada categoria de animal. Fonte: Oliveira, 1993.	37
Tabela 3- Quantidade de nutrientes encontrados nos fertilizantes de dejetos de suínos. Fonte: Oliveira, 1993.....	38
Tabela 4- Índice de matéria seca e quantidade de nutrientes em cada sistema de manejo. Fonte: Oliveira, 1993.....	38
Tabela 5- Composição de dejetos de suínos de um tanque séptico. Fonte: Kozen, 1980.	39
Tabela 6- Resultados de conversão de biomassa, índice proteico, redução de resíduos, tempo de início da pré-pupação, peso das prepupas e índice de sobrevivência. Fonte: Lalander <i>et al.</i> (2018).....	50
Tabela 7- Distribuição de suínos por tamanho de estabelecimentos de criação. Fonte: SIDRA, 2017.	60
Tabela 8- Estimativa da capacidade de tratamento das UVs 1,5; 3 e 9.....	61
Tabela 9- Cenários atribuídos às UVs 1,5; 3 e 9 referentes aos custos com transporte.	62
Tabela 10- Taxas de conversão adotadas.....	63
Tabela 11- Custos por funcionário.	65
Tabela 12- Despesas mensais com funcionários	65
Tabela 13- Tarifa de água para indústria - CASAN	66
Tabela 14- Despesas mensais com água.....	66
Tabela 15- Tabela de custos de equipamentos, materiais e máquinas para implantação de UV.....	70
Tabela 16- Orçamentos de galpões para locação em Concórdia	71
Tabela 17- Áreas das UV 3, UV 1,5 e UV 9	72
Tabela 18- Preços estimados para aluguéis das UV 1,5; UV 3 e UV9.....	72
Tabela 19- Orçamento para a construção de galpões.	73
Tabela 20- Estimativa de gastos com transporte	74
Tabela 21- Variáveis do Cenário 1.	77
Tabela 22- Variáveis do Cenário 2.	78
Tabela 23- Variáveis do Cenário 3.	79
Tabela 24- Variáveis do Cenário 4.	80
Tabela 25- Variáveis do Cenário 5.	81
Tabela 26 - Variáveis do Cenário 6.	82

Tabela 27 - Variáveis do Cenário 7.....	83
Tabela 28 - Variáveis do Cenário 8.....	84
Tabela 29 - Variáveis do Cenário 9.....	85
Tabela 30 - Variáveis do Cenário 10.....	86
Tabela 31- Resumo de resultados.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5- DOL- *Five Days Old Larvae*

ABCS – Associação Brasileira de Criadores De Suínos

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal

BSF – *Black Soldier Fly*

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados

CUB – Custo Unitário Básico de Construção

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EAWAG – *Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology*

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

FIPE – Fundação de Pesquisas Econômicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

INSS – Instituto Nacional do Seguro Social

LMB – Lucro Mensal Bruto

ODS – Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável

ONU- Organização das Nações Unidas

RAT – Risco de Acidente de Trabalho

SIDRA- Sistema IBGE de Recuperação Automática

TIR – Taxa Interna de Retorno

UPL – Unidade Produtora de Leitões

UT- Unidade de Terminação

UV – Unidade Valorizadora

VPL – Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1.1	Objetivo geral	29
1.1.2	Objetivos específicos	29
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1	PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E SEGURANÇA ALIMENTAR NO MUNDO	31
2.2	A PRODUÇÃO DE SUÍNOS EM SANTA CATARINA	32
2.2.1	Caracterização quantitativa e qualitativa de dejetos de suínos	37
2.2.2	Fontes de proteína usadas na alimentação animal	41
2.3	INSETOS COMO FONTE DE PROTEÍNA	43
2.3.1	A mosca <i>Hermetia illucens</i> – “Black Soldier Fly”	45
2.3.2	Manejo e criação de larvas <i>Hermetia illucens</i>	50
2.3.3	Criação de BSF para produção de ração no mundo	54
3	MATERIAIS E MÉTODOS	58
3.1	PROPOSIÇÃO DE VARIÁVEIS PARA OS CENÁRIOS DE IMPLANTAÇÃO DA UV	58
3.1.1	Atribuição de valores para as variáveis	59
3.1.1.1	Capacidade suporte da UV	59
3.1.1.2	Custos de transporte	61
3.1.1.3	Taxas de conversão	63
3.1.1.4	Cotação de farinha de peixe	63
3.1.2	Outros custos operacionais	64
3.1.2.1	Custos de mão-de-obra	64
3.1.2.2	Consumo de água e energia	65
3.1.2.3	Custos de impostos	66
3.2	INVESTIMENTO PARA INSTALAÇÃO	68
3.2.1.1	Custos de máquinas, materiais e equipamentos	68
3.2.1.2	Custo de locação do galpão	71

3.2.1.3	Custo de aquisição de veículo.....	73
3.3	CÁLCULO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DAS UVs	74
3.3.1	Cálculo de indicadores econômicos	75
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
4.1	CENÁRIO 1.....	77
4.2	CENÁRIO 2.....	78
4.3	CENÁRIO 3.....	79
4.4	CENÁRIO 4.....	80
4.5	CENÁRIO 5.....	81
4.6	CENÁRIO 6.....	82
4.7	CENÁRIO 7.....	83
4.8	CENÁRIO 8.....	84
4.9	CENÁRIO 9.....	85
4.10	CENÁRIO 10.....	86
4.11	COMPARAÇÃO ENTRE OS CENÁRIOS AVALIADOS .	87
5	CONCLUSÃO.....	89
	REFERÊNCIAS.....	91
	APÊNDICE A – Mapas de total de suínos em Santa Catarina e de Total de suínos nas microrregiões do oeste de Santa Catarina. Os dados foram obtidos no SIDRA (2017).....	99
	APÊNDICE B- Tabelas de equipamentos para cada uma das três UVs.	103

1 INTRODUÇÃO

O relatório de 2017 da *Food and Agriculture Organization* (FAO – ONU) estimou que até 2050 será necessário dobrar a produção de alimentos para atender à demanda global (FAO, 2017). Santa Catarina se destaca no cenário nacional pela produção de carne de suínos. O Estado é o maior produtor de suínos do país, responsável por 28,38% das 3,75 milhões de toneladas de carne suína produzidas no Brasil em 2017 (ABPA, 2018). Ou seja, apenas no Estado de Santa Catarina, foi produzido mais de um milhão de toneladas de carne suína em 2017.

No Brasil, desde 2012 o mercado agropecuário enfrenta dificuldades causadas por períodos com baixa oferta de milho no mercado nacional para ração de animais (PORTAL SUÍNOS E AVES, 2012a; PORTAL SUÍNOS E AVES, 2012b; PORTAL SUÍNOS E AVES, 2016). A produção de biomassa de insetos apresenta-se como alternativa alimentar viável, mas, ainda é pouco utilizada no Brasil. No Canadá e na África do Sul já foram implantadas indústrias de produção de biomassa de pupas de *Hermetia illucens* como alternativa de substituição de “fishmeal” – farinha de peixe (BEHRE *et al.*, 2017). Cerca de 80% da população mundial inclui na sua dieta o consumo de insetos, denominado entomofagia (DOSSEY; MORALES-RAMOS; ROJAS, 2016).

A mosca *Hermetia illucens*, denominada *Black Soldier Fly* (BSF) – ou Mosca Soldado Negro tornou-se reconhecida para aplicação de bioconversão de resíduos orgânicos em proteína. A BSF pode ser encontrada nas áreas tropicais e subtropicais entre as latitudes de 40°S e 45°N (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017), o que inclui o Brasil.

A BSF não possui aparelho bucal mastigatório, elas se alimentam durante a fase larval. As moscas adultas vivem em torno de uma semana. Por esses motivos, a BSF não é considerada um vetor de doenças transmissíveis. No curto período de fase adulta, as fêmeas buscam um macho para copular e então buscam cavidades protegidas, pequenas, secas e perto de material em decomposição para realizar ovoposição (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

Em boas condições de alimentação, temperatura, umidade, luminosidade, as larvas de BSF podem ser coletadas em torno de 12 dias, nesta fase já atingiram o peso e valor nutricional máximos. Após essa fase, ocorre esclerotização da cutícula da larva, tornando-a mais rígida e diminuindo a digestibilidade, e então ela se transforma em pré-pupa (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

A pré-pupa pode conter percentuais significativos de gorduras e proteínas e, por este motivo, pode representar uma substituição alternativa às rações utilizadas para alimentar frangos e peixes (MAGALHÃES *et al.*, 2017; SCHIAVONE *et al.*, 2016; AL-QAZZAZ *et al.*, 2016). Outras pesquisas obtiveram resultados significativos de redução de *Salmonella sp.* e *Enterococcus spp.* através do processo digestivo da BSF (LALANDER *et. al.*, 2013) . Adicionalmente, os restos digestivos das larvas de BSF podem ser utilizados como biofertilizante, devido à alta concentração de compostos de nitrogênio e fósforo (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN ,2017)..

Por fim, além das vantagens que podem ser obtidas ao utilizarem-se os dejetos de suínos como recurso de produção de ração, a criação das pupas não deve apresentar dificuldades operacionais significativas, podendo ser uma solução viável a ser aplicada próximo a estabelecimentos de produtores, concentrados no oeste do Estado de Santa Catarina.

Este trabalho apresenta cenários de implantação de Unidades Valorizadoras (UV) de dejetos utilizando a tecnologia de tratamento de esterco de suínos por bioconversão em proteína animal utilizando larvas da mosca *Hermetia illucens*. Serão apresentados resultados de análise de viabilidade econômica de 10 cenários obtidos pela combinação de valores pessimistas, realistas e otimistas para quantidade, taxa de conversão, cotação para venda da farinha de BSF e custos com transporte.

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade econômica de implantação e operação de uma unidade valorizadora de dejetos de suínos utilizando larvas da mosca *Hermetia illucens*.

1.1.2 Objetivos específicos

- Propor dez cenários de implantação de Unidade Valorizadora (UV) de dejetos de suínos, considerando variações de parâmetros operacionais e de escala produtiva;
- Estimar o potencial teórico de produção de pré-pupas de *Hermetia illucens* a partir da conversão de biomassa de dejetos de suínos;
- Avaliar a viabilidade econômica de implantação e operação dos dez cenários propostos de UV para a região oeste de Santa Catarina

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E SEGURANÇA ALIMENTAR NO MUNDO

Em setembro de 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou um plano global, denominado Agenda 2030, com 17 objetivos e 169 metas para que seus 193 países membros alcançassem o desenvolvimento sustentável. Esses objetivos foram conhecidos como “Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS)”. O segundo ODS, denominado “Fome Zero e Agricultura Sustentável” visa: *“Acabar com a fome alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.”* (ONU, 2015).

Para atingir esse objetivo, foram estipuladas cinco metas até 2030 (ONU, 2015):

1. Garantir o acesso de todas as pessoas a alimentos seguros, nutritivos e suficientes;
2. Acabar com todas as formas de desnutrição, principalmente de crianças menores de cinco anos, adolescentes, pessoas idosas, mulheres grávidas e lactantes;
3. Dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores;
4. Garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, capazes de auxiliar na manutenção dos ecossistemas, inclusive diante de mudanças climáticas e condições meteorológicas extremas; e
5. Manter a biodiversidade.



Figura 1- ODS 2 - Fome zero. Fonte: ONU, 2015

De acordo com relatório *State of food 2017* da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO – ONU) que propõe estratégias para a erradicação da fome no mundo, o crescimento econômico das áreas rurais ajudou milhões de pessoas a saírem da miséria e será uma estratégia essencial junto a políticas sociais e desenvolvimento de infraestrutura, para erradicar a fome até 2030. Em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, o progresso da

agroindústria potencializa os meios de subsistência do povo (FAO, 2017).

A FAO apontou ainda, que cerca de 815 milhões de pessoas passam fome no mundo. Um dos grandes desafios mundiais em um futuro próximo será garantir a produção de alimentos para cerca de dez bilhões de pessoas até 2050. Para suprir a demanda alimentícia de uma população de até doze bilhões de pessoas, a produção global de alimentos deverá dobrar em relação a atual (FAO, 2017).

Por outro lado, apesar de parte significativa da população mundial sofrer com a fome e parte com obesidade, dados da ONU mostraram que em 2013 cerca de 26,3 milhões de toneladas de alimentos foram desperdiçados no Brasil. A estimativa no mundo é de desperdício de 1,3 bilhões de toneladas, comida mais que suficiente para alimentar as 821 milhões de pessoas que sofrem com a fome no mundo (ONU, 2018).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estimou na última Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, em 2013, que sete milhões de pessoas passavam fome no Brasil (IBGE, 2013). No Brasil, desde 2012 o mercado agropecuário enfrenta dificuldades causadas por períodos com baixa oferta de milho no mercado nacional para ração de animais (PORTAL SUÍNOS E AVES, 2012a; PORTAL SUÍNOS E AVES, 2012b; PORTAL SUÍNOS E AVES, 2016). A produção de biomassa de insetos apresenta-se como alternativa alimentar viável, mas, ainda é pouco utilizada no Brasil. No Canadá e na África do Sul já foram implantadas indústrias de produção de biomassa de pupas de *Hermetia illucens* como alternativa de substituição de “fishmeal” – farinha de peixe (BEHRE *et al.*, 2017).

Deste modo, em combate à problemática da fome e escassez de alimento, faz-se necessário adotar estratégias e desenvolver tecnologias que visam a reciclagem de nutrientes. A utilização de restos de alimento; restos de vegetais; resíduos orgânicos e até excrementos da produção de frangos, suínos e bovinos como recursos na produção de alimentos, poderia, além de minimizar os possíveis impactos ambientais causados na destinação desses resíduos, reintroduzir no ciclo produtivo, nutrientes que seriam desperdiçados.

2.2A PRODUÇÃO DE SUÍNOS EM SANTA CATARINA

Santa Catarina é o Estado que tem a maior produção de suínos do país, 28,38% da produção nacional, o estado possuía cerca de 2 milhões de matrizes em 2017 (ABPA, 2018). O Brasil produziu em 2017, 3,75

milhões de toneladas de carne suína, sendo, 81,5% para consumo no país, e o restante para exportação. Destarte, os portos de Itajaí, Rio Grande, São Francisco do Sul e Paranaguá, todos na região sul, exportam juntos, 85,61% dos 697 mil toneladas de carne suína destinada ao mercado exterior. A exportação desse produto gerou uma receita de 1,63 bilhões de dólares para o Brasil (ABPA, 2018).

O brasileiro consumiu, em média, 14,7 kg de carne suína no ano de 2017 (ABPA, 2018). Na ordem de consumo nacional, a carne de aves é a mais vendida, seguida pela carne bovina, e então, a suína, que acaba ocupando apenas o terceiro lugar. Na Espanha, o consumo médio *per capita* anual de carne suína chega a 66 kg, na Alemanha, 54kg / hab/ ano (ABCS, 2011). Além da questão cultural, acredita-se que isso ocorre devido ao antigo método de criação de porcos, quando se obtinha uma carne com muita gordura entremeada, o chamado “porco-banha”, que era associado também a ambientes pouco higiênicos, responsável pela transmissão de cisticercose entre outras zoonoses (MOMENTO DO CAMPO, 2016).

De acordo com os dados obtidos pelo último censo agropecuário, disponibilizados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), realizado em 2017, a produção de suínos em Santa Catarina se concentra na região oeste (SIDRA, 2017). Segue Figura 2 da distribuição por quantis do número total de cabeças de suínos no estado:

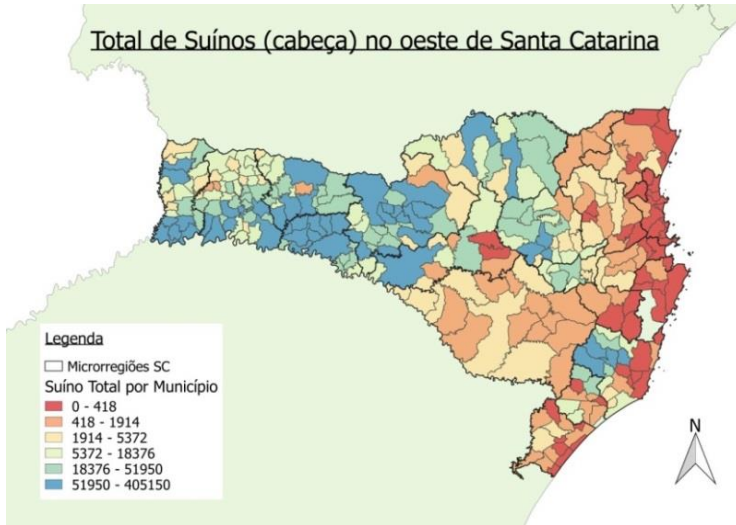


Figura 2- Estado de Santa Catarina com número total de suínos por município. Fonte de dados: SIDRA, 2017. Elaborado pela autora.

A microrregião de Joaçaba é a que possui maior população total de suínos. No entanto, cabe destaque para a microrregião de Concórdia que, apesar de visivelmente menor que a microrregião de Joaçaba em extensão de área, é responsável por percentual representativo na produção de toda região oeste. Pela Figura 3 também é possível concluir que a microrregião de Concórdia possui pelo menos mais de 89 mil cabeças de suínos na maioria das suas cidades. A Figura 3 mostra apenas a região oeste, composta pelas microrregiões de Joaçaba, São Miguel do Oeste, Concórdia, Xanxerê, Chapecó:

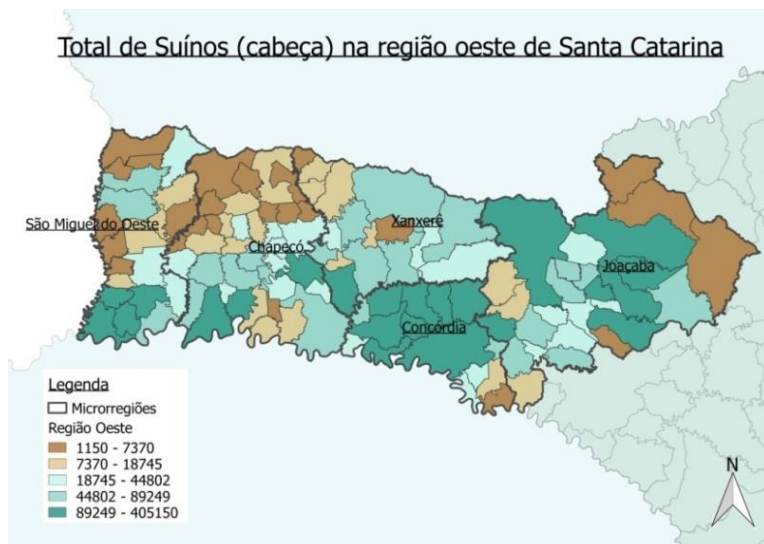


Figura 3- Oeste de Santa Catarina com limites de microrregiões com número total de suínos por município. Fonte de dados: SIDRA, 2017. Elaborado pela autora.

Os mapas com mais detalhes cartográficos podem ser consultados no Apêndice A.

Em números absolutos, o SIDRA - IBGE registrou os seguintes valores de números totais de cabeças de suínos e de matrizes por microrregiões :

Tabela 1 - Resultado de total de cabeças de suínos e total de matrizes por microrregião do oeste de Santa Catarina no ano de 2017. Fonte: SIDRA, 2017.

Microrregião	Suíno Total	Matriz Total
Chapecó	1.305.330	78.440
Concórdia	1.682.629	132.027
Joaçaba	2.043.865	153.580
S. Miguel do Oeste	895.648	87.172
Xanxerê	616.599	121.358
Soma	6.544.071	572.577

Atualmente, a produção de suínos em grandes estabelecimentos está aumentando. Isso tem ocorrido devido a um sistema de integração entre produtores e indústrias abatedoras. Esse processo de integração foi iniciado em Santa Catarina na metade do século passado, e o modelo está se espalhando pelo Brasil. Nele, ocorre uma estruturação do setor próximo das agroindústrias de abate e processamento que prestam assistência técnica e logística, além de responder por instalações, mão de obra e gestão ambiental (ABCS, 2011).

Até a década de 1990 os estabelecimentos produtores de suínos mantinham os animais no seu ciclo completo de vida. Desde então, o sistema integrado de produção se transformou e a produção foi segmentada em unidades produtoras de leitões (UPL) e unidades de crescimento e terminação (UT). Com isto, cada tipo de estabelecimento se especializou na sua etapa do processo produtivo (EMBRAPA, 2013).

Os leitões são recebidos nas fazendas de engorda e terminação (denominadas Unidade de Terminação – UT) com 18 a 25 kg de peso vivo. Esses leitões serão abatidos quando tiverem pesando entre 100 e 120 kg. O alojamento dos animais deve ser adequado, visando manter a biossegurança e o bem estar-animal. As instalações devem propiciar a dissipação de calor, renovação do ar e retirada de gases tóxicos e da poeira de dentro das instalações. O ideal é ter, no máximo, 20 leitões por baia com 1,0 a 1,2 m² de área por leitão, para facilitar o manejo, a conversão alimentar, a identificação dos doentes e a limpeza (ABCS, 2011).

Os tipos de piso das baias de leitões podem ser: totalmente ripado, parcialmente ripado, totalmente compacto, com cama sobreposta, com lâmina d'água. O tipo mais comum é o parcialmente ripado. A limpeza diária é considerada fundamental para a baixa ocorrência de doenças. Todos os dias deve ser realizada a raspagem seca dos dejetos para evitar a formação do “cascão” de fezes no piso (ABCS, 2011).

Entre os lotes de produção de suínos, todo o alojamento deve ser limpo, desinfetado e isolado por um período denominado “vazio sanitário”. Esses procedimentos são necessários para evitar a infecção do lote posterior, que pode influenciar na conversão alimentar ou até mortalidade dos animais (ABCS, 2011).

Visando a manutenção da higiene e da biossegurança, as granjas de suínos devem manter elevados padrões de biossegurança e controle sanitário a fim de prevenir doenças, perdas, altas taxas de mortalidade e manter um alto desempenho. Isso pode incluir (ABCS, 2011):

- restrição de visitas,
- banho e/ou uso de roupas descartáveis,
- planos de lavagem e desinfecção das instalações e equipamentos,
- programas de vacinação,
- manutenção de barreira verde no entorno da propriedade,
- qualidade da água de consumo,
- qualidade da alimentação,
- destinação adequada dos suínos mortos,
- destinação adequada de resíduos, e
- vazio sanitário entre lotes.

2.2.1 Caracterização quantitativa e qualitativa de dejetos de suínos

Até os anos 70, não se havia preocupação com a geração de dejetos de suínos porque as propriedades não concentravam muitos animais, assim o dejetos era utilizado como adubo na própria fazenda. No entanto, com o desenvolvimento da suinocultura intensiva, a grande geração de dejetos e efluentes tornou-se uma problemática por precisar encontrar alternativas de tratamento e uso (EMBRAPA, 2013).

Oliveira (1993) estimou a quantidade de esterco, esterco e urina e dejetos líquidos produzidos por animal diariamente:

Tabela 2- Quantidade de dejetos produzidos diariamente por cada categoria de animal. Fonte: Oliveira, 1993.

Categoria do animal	Esterco (kg/dia)	Esterco e urina (kg/dia)	Dejetos líquidos (litros/dia)
Suínos 25 a 100kg	2,30	4,90	7,00
Porcas gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
Leitões em creche	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Os suínos de 25 a 100 kg são aqueles em fase de terminação, ou seja, os animais que, no sistema integrado, permanecem nas propriedades especializadas na fase de engorda. Esse tipo de estabelecimento que foi utilizado para os cenários analisados neste

trabalho. Cachaços são os leitões machos que vão cruzar com as matrizes (fêmeas) para produzir leitões.

Utilizando a estimativa média de esterco com urina de 4,90 kg/dia e a população de cerca de 6,5 milhões de suínos na região oeste de Santa Catarina, a produção média diária é de 32 mil toneladas de esterco com urina. Apenas na cidade de Concórdia, onde foram contabilizados 405.150 suínos em 2017, foi produzida cerca de duas mil toneladas por dia.

As quantidades de dejetos líquidos poderão variar de acordo com o tipo de manejo da instalação. Conforme mencionado anteriormente, o tipo de piso mais comum é o parcialmente ripado. Alojamentos com lâmina d'água na terminação aumentam o volume de dejetos líquidos gerados em até 15% (ABCS, 2011). Também devido a essa diferença entre os tipos de manejo dos dejetos líquidos a concentração dos componentes dependerá da diluição do efluente. A Tabela 3 apresenta características médias de nutrientes encontrados em esterco de suínos decompostos anaerobiamente.

Tabela 3- Quantidade de nutrientes encontrados nos fertilizantes de dejetos de suínos. Fonte: Oliveira, 1993.

Composto	% Presente nos biofertilizantes de dejetos de suínos
Nitrogênio	0,6
Fósforo	0,25
Potássio	0,12
N total	2,0 – 2,8
P ₂ O ₅	1,2 – 2,1
K ₂ O	0,9 - 1,6

Devido às questões do manejo já mencionadas, os percentuais de matéria seca disponíveis no dejetos de suíno bem como as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio, poderão ser bastante variáveis. A variação pode ocorrer em função da diluição, do tipo de alimentação e da idade dos animais. A Tabela 4 apresenta percentuais médios de nutrientes e matéria seca encontrados em cada sistema de manejo.

Tabela 4- Índice de matéria seca e quantidade de nutrientes em cada sistema de manejo. Fonte: Oliveira, 1993.

Sistema de Manejo	Matéria seca (%)	Kg/ tonelada de dejetos		
		N total	P₂O₅	K₂O
Esterco com cama	18	4,54	4,08	3,63

Esterco sem cama	18	3,63	3,17	3,63
Efluente de fossa de retenção	4	4,08	3,06	2,15
Efluente de tanque de oxidação	2,5	2,72	3,06	2,15
Efluente de lagoa	1	0,45	0,23	0,45

Konzen (1980) caracterizou os dejetos de suínos de um tanque séptico em uma UT. Os valores obtidos estão na Tabela 5:

Tabela 5- Composição de dejetos de suínos de um tanque séptico. Fonte: Kozen, 1980.

Parâmetro	Valor médio obtido	Coefficiente de variação (%)
pH	6,94	2,45
Matéria seca (%)	8,99	13,68
Sólidos Totais (%)	9,00	27,33
Sólidos Voláteis (%)	75,05	5,86
Nitrogênio Total (%)	0,60	8,33
Fósforo (%)	0,25	28,00
Potássio(%)	0,12	33,33
DBO ₅ (g/l)	52,27	22,71
DQO (g/dia)	98,65	17,32

Conforme exposto nas Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5, devido à alta concentração de nutrientes como o nitrogênio, fósforo e potássio, além da alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) medida 52,27 g/l, enquanto a DBO₅ de um esgoto sanitário é de 0,25 a 0,40 g/l (VON SPERLING; CHERNICHARO, 2005), pode-se inferir que os dejetos de suínos tem alto potencial poluidor. Por isso, o suinocultor deve se atentar à correta coleta, armazenagem, tratamento e disposição ou utilização dos dejetos gerados na sua produção.

Por conter alta concentração de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio e patógenos, os dejetos de suínos são considerados altamente poluentes. A disposição inadequada desses resíduos pode ocasionar degradação do solo, desequilíbrio em ecossistemas aquáticos pela eutrofização e emissão de gases do efeito estufa. Os dejetos podem ser compostos pela mistura de fezes, urina, água de lavagem e de higienização, restos de ração, águas dos bebedouros e da chuva (BELLI FILHO, 1995, apud SOUZA *et al.*, 2016).

Atualmente, parte das granjas de suínos adotam um sistema de reaproveitamento de dejetos líquidos das baias e canaletas denominado

Flushing, que é um sistema constituído de caixas de passagem interligadas por tubos. Com este sistema, a fase sólida sedimenta, segregando-se da fase líquida é recalçada e reaproveitada (OLIVEIRA, 2004).

Em relação aos tratamentos de dejetos empregados, o mais usual é o armazenamento dos dejetos em esterqueiras ou em lagoas de estabilização (GOSMANN, 1997) para que ocorra fermentação da biomassa (forma de digestão anaeróbia), decaimento dos patógenos existentes, (MIRANDA, 2005) para que posteriormente, possa ser utilizado como fertilizante agrícola. Além das esterqueiras e lagoas de estabilização, podem ser utilizadas também lagoas de macrófitas lemnáceas que, além de atuar na remoção de nitrogênio e fósforo do efluente, produzem biomassa com índice proteico de cerca de 40%. (IQBAL, 1999).

Outro tipo de sistema empregado é o tratamento em biodigestores, onde a matéria orgânica presente nos dejetos é degradada na ausência de oxigênio, produzindo biogás e um efluente líquido (biofertilizante). Existem vários modelos de biodigestores, mas, o mais utilizado no Brasil é o modelo Canadense, feito com lona de PVC. Se comparado com o sistema de lagoas, além da valorização dos dejetos para o uso como biofertilizante e redução da carga orgânica, os biodigestores demandam menor tempo de retenção hidráulica, menos área que um sistema de lagoas. A produção de biogás oriunda dos dejetos de um animal de 90 kg, foi estimada entre 0,12 à 0,24 m³/cabeça/dia, variando com a concentração de sólidos voláteis (ABCS, 2011). Marques (2012) registrou a produção média de 553 m³/dia de biogás produzida por cerca de 4700 suínos em uma UT, obtendo um custo de produção de eletricidade de 0,45 R\$/kW.

Conforme exposto, os dejetos de suínos possuem alto potencial poluidor se destinados de maneira inadequada. Além das altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, observou-se que os dejetos de suínos são produzidos em grandes quantidades diariamente, dificultando ainda mais a gestão desses resíduos. De maneira complementar, foram apresentadas questões relativas à biossegurança e higiene que são essenciais em uma granja de suínos. Por isso, a manutenção da limpeza e higiene dos criadouros demanda água potável e, o consumo exagerado de água para a limpeza das instalações pode ocasionar desperdícios que, em alguns casos, são minimizados através da reutilização de água de limpeza.

2.2.2 Fontes de proteína usadas na alimentação animal

Conforme mencionado no item 2.2, atualmente os suínos recebem alimentação balanceada, diferentemente dos antigos “porcos-banha” criados em sítios com lavagens e restos de comida. O alimento dos suínos é balanceado, na maioria das vezes com formulações de origem vegetal com adicional de vitaminas e minerais. Os produtos mais utilizados são o milho e o farelo de soja, dependendo da disponibilidade. Durante o inverno utilizam-se também subprodutos do beneficiamento do arroz, tortas e farelos de oleaginosas, sorgo e milho. Quanto aos produtos de origem animal, são utilizados soro de leite integral, leite em pó, soro de leite em pó, farinhas de carne, sangue, peixe e ossos, plasma sanguíneo e sebo bovino. Essas rações podem estar em forma farelada (a mais comum), peletizada, peletizada e triturada e servida seca, úmida ou líquida (ABCS, 2011).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), permite através da Instrução Normativa nº 13 de 30 de novembro de 2004, o uso de aditivos que atendam os requisitos de segurança de uso, registro e comercialização. Ao todo, são permitidos mais de 2.500 tipos de aditivos para produtos destinados à alimentação animal. Esses aditivos são classificados como: aditivos tecnológicos, sensoriais, zootécnicos, nutricionais e anticoccidianos (ABCS, 2011).

Dados de 2016 indicaram que a demanda de milho para ração de suínos e frangos em Santa Catarina é de 6,5 milhões de toneladas, e que o estado produz apenas 3,5 milhões de toneladas. Deste modo, como o milho é o principal produto para alimentação dos animais, os produtores de frangos e suínos em Santa Catarina precisam comprar de outros estados ou mesmo importar milho do Paraguai e da Argentina. Nesse mesmo ano houve queda no valor cotado para carne de suíno enquanto houve alta no preço do milho. Produtores relataram que o custo por quilo de carne do animal, era de R\$ 3,60, enquanto o preço de venda estava cotado em R\$ 2,60/kg, ou seja, prejuízo de um real por quilo de animal negociado (VIEIRA, 2016). O custo da alimentação em granjas de ciclo completo corresponde a 65% do total e pode atingir 70% a 75% em épocas de crise (EMBRAPA, 2003).

A Figura 4 mostra a cotação do preço do milho em Santa Catarina desde 2012 até outubro de 2018, mostrando a época de crise na produção ocorrida em 2016 (AGROLINK, 2018):

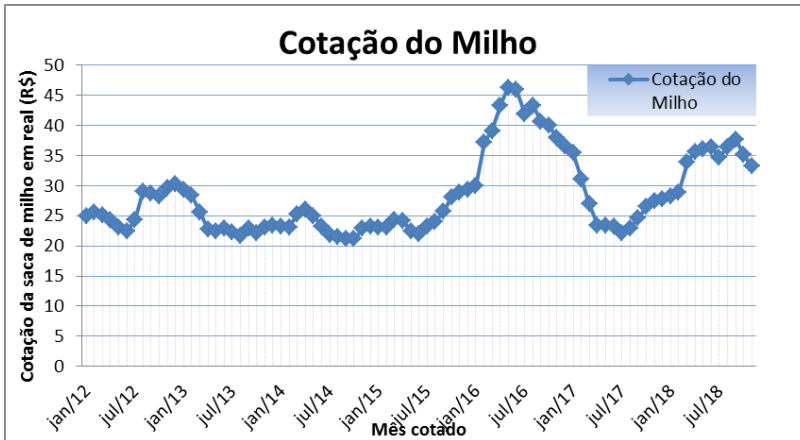


Figura 4- Gráfico da cotação mensal de milho para ração. Fonte: Agrolink (2018).

Em relação aos níveis nutricionais para a dieta dos suínos, há diferentes recomendações para cada etapa do seu ciclo de vida. Há diferenciação nas dietas aplicadas durante a gestação e a lactação das matrizes, dos leitões em fase pré-inicial, inicial, em crescimento e em terminação. Para leitões em terminação, considerando um consumo médio diário de 6 kg de ração (3.250 K cal/kg), a concentração média de proteína deve ser de 13% (EMBRAPA, 2003).

De maneira geral, para granjas de ciclo completo, para cada matriz que produz 20 leitões por ano, estes últimos terminados com 105 kg é necessário uma quantidade de sete toneladas de ração em uma proporção de 5,26 toneladas de milho, 1,5 toneladas de farelo de soja e 240 quilos de núcleo. Além do gasto com a ração, estima-se o gasto de cerca de 20 m³ de água potável por matriz com seus leitões (EMBRAPA, 2003).

Já os alimentos administrados nas granjas de frango, incluem um percentual de proteína de 16,5%; 0,95% de cálcio e 0,61% de fósforo total para uma dieta de 2.900 Kcal/kg (EMBRAPA, 2007). Para um frango colonial, durante 91 dias de criação, são gastos cerca de oito quilos de ração balanceada diferenciando fase inicial, de crescimento e final e variação do índice proteico entre 16,5% e 20% (EMBRAPA, 2007).

Outra fonte de proteína e alimento utilizado para compor a alimentação dos animais é a farinha de peixe, ou “fish meal”. A farinha é produzida pelo cozimento de carcaças (cabeça, vísceras e pele) de

peixe em alta temperatura por um período médio de 1h e 30 minutos, e então o material é prensado para a remoção do óleo, resfriado, moído e ensacado. Os índices de proteína bruta variam entre 52% e 67% dependendo dos peixes utilizados. A farinha de tilápia se destaca por conter boa relação de aminoácidos essenciais e alta palatabilidade (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006). Este produto é utilizado para compor a alimentação de frangos de corte, galinhas poedeiras, suínos, ovinos, bovinos, peixes e camarões (MFRURAL, 2018). No mercado externo, a tonelada de farinha de peixe com 65% de proteína chegou a ser cotada a R\$ 6.005,64 em fevereiro deste ano (INDEXMUNDI, 2018).

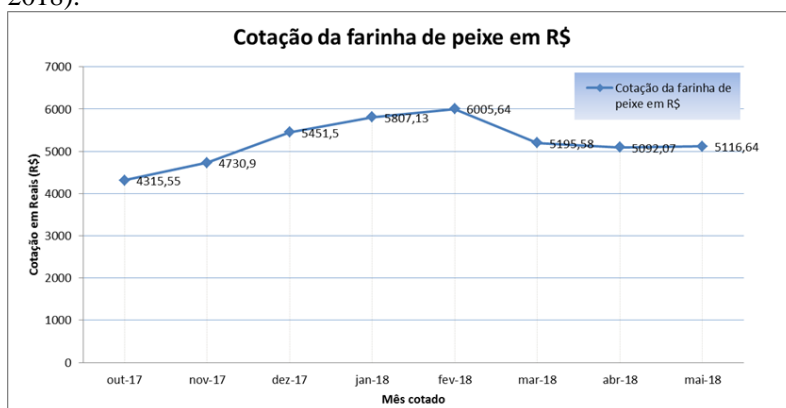


Figura 5- Gráfico da cotação mensal da farinha de peixe em reais. Fonte: IndexMundi (2018).

Ao comparar o milho e a farinha de peixe nota-se que o preço da farinha de peixe é muito superior ao preço da tonelada do milho (cerca de R\$ 600/ton). Conforme exposto, isso ocorre devido à diferença da qualidade nutricional e índice proteico entre os dois alimentos.

2.3 INSETOS COMO FONTE DE PROTEÍNA

Tendo em vista a crescente necessidade de produção de alimentos e, do mesmo modo, a também crescente geração de resíduos oriundos desse setor produtivo, uma alternativa sustentável para minimizar essas duas problemáticas pode ser o cultivo de insetos para produção de alimentos.

Cerca de 80% da população mundial inclui na sua dieta o consumo de insetos, denominado entomofagia. Há registros do consumo de insetos há mais de 3000 anos na China, onde, ainda hoje as pessoas

mantém esse hábito. Uma prática antiga empregada para a alimentação de peixes era a de pendurar uma carcaça sobre tanques de aquicultura, onde as moscas depositavam seus ovos que, quando eclodiam, caíam diretamente no aquário (DOSSEY; MORALES-RAMOS; ROJAS, 2016).

Por muito tempo a entomofagia permaneceu como um hábito baseado na oportunidade, porque o custo da coleta era maior que as calorias fornecidas pelo consumo de um animal. No entanto, enquanto outros tipos de cultivo de alimentos se desenvolveram, inicialmente, apenas duas espécies de insetos passaram a serem criadas para consumo: a abelha europeia e a larva do bicho da seda, que, além de serem consumidas como larvas, produziam o mel e a fibra da seda, respectivamente (DOSSEY; MORALES-RAMOS; ROJAS, 2016).

Se comparado com produções convencionais de animais, a criação de insetos para consumo apresenta vantagens por ser rica fonte de proteína, por possuírem alta capacidade reprodutiva, alta qualidade nutricional, baixa utilização de água e solo além da alta eficiência de conversão alimentar. No mundo todo, foram registradas mais de 1900 espécies comestíveis de insetos, no entanto, poucas delas são criadas em quantidade suficiente para a produção de alimentos ou ração (DOSSEY; MORALES-RAMOS; ROJAS, 2016).

Algumas espécies de insetos já são mais comumente cultivadas para a produção de ração e alimento, como pode ser visualizado no Quadro 1 (DOSSEY; MORALES-RAMOS; ROJAS, 2016).

Quadro 1- Espécies de insetos utilizadas para a produção de alimento humano e ração animal

Nome comum	Nome em latim	Comida	Ração
Grilo doméstico	<i>Acheta domesticus</i>	x	
Bicho da farinha	<i>Tenebrio molitor</i>	x	x
Grilo Africano	<i>Gryllus bimaculatus</i>		x
Bicho-da-seda	<i>Bombyx mori</i>	x	x
Traça da cera	<i>Galleria mellonella</i>	x	
Abelha europeia	<i>Apis mellifera</i>	x	
Mosca doméstica	<i>Musca domestica</i>		x
Mosca varejeira comum	<i>Lucilia sericata</i>		x
Escaravelho	<i>Cetonia aurata</i>		x

Grilo preto	<i>Gryllus assimilis</i>	x	
Gafanhoto migratório	<i>Locusta migratoria</i>	x	
Escaravelho-vermelho	<i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	x	
Gorgulho	<i>Rhynchophorus phoenicis</i>	x	
Mosca soldado negro	<i>Hermetia illucens</i>		x

Além das aplicações nutricionais, insetos também são utilizados na medicina. A Barata americana (*Periplaneta americana*) é vendida na China e na Coreia para o tratamento de calvície. A mosca varejeira comum (*Lucilia sericata*) é aplicada em uma terapia de larvas que secretam alantoína, utilizada no tratamento de osteomielite. O veneno da abelha (*Apis mellifera*) é aplicado em tratamentos contra inflamação, dor, asma, entre outros (DOSSEY; MORALES-RAMOS; ROJAS, 2016). Uma das recentes descobertas da aplicação de insetos é a biodegradação e mineralização do poliestireno por *Tenebrio Molitor* em simbiose com bactérias intestinais (YANG *et al.*, 2015).

De acordo com Makkar *et al.* (2014) os índices de proteína bruta em insetos pode chegar a 42-63% e de lipídeos a 36%. O óleo pode ser extraído e tem diversas aplicações, podendo ser utilizado, inclusive, para a produção de biodiesel. Com exceção dos bichos-da-seda, outros insetos apresentaram índices baixos de metionina e lisina, necessitando de suplementação desses aminoácidos. A maior parte dos insetos também apresentou baixos índices de cálcio, também necessitando suplementação deste elemento nas dietas. No entanto, dependendo do substrato utilizado para a criação dos insetos, os níveis de cálcio e ácidos graxos podem ser elevados.

2.3.1 A mosca *Hermetia illucens* – “Black Soldier Fly”

Devido a diversas características, a mosca soldado negro tornou-se reconhecida como modelo para aplicação de bioconversão de resíduos em proteína. Existem 78 espécies de *Hermetia* no mundo, 54 delas já foram encontradas na região Neotropical, 22 no Brasil (McFadden, 1967; Woodley, 2011, Fachin DA, 2017; apud BARROS, 2017). A mosca *Hermetia illucens* pode ser encontrada nas áreas tropicais e subtropicais entre as latitudes de 40°S e 45°N, conforme Figura 6 a seguir (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017):

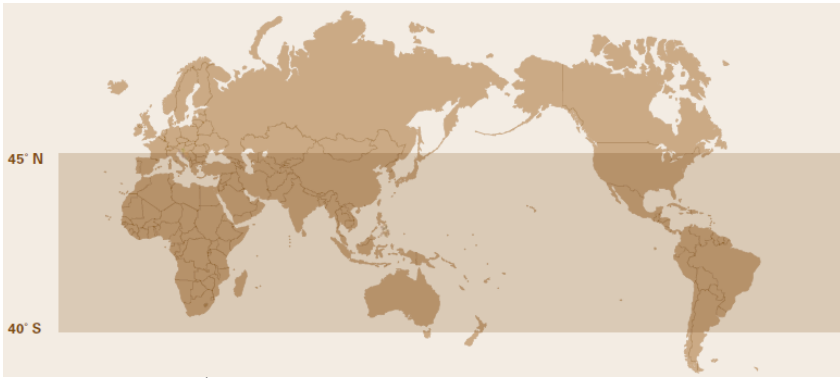


Figura 6- Área de distribuição da mosca *Hermetia illucens*. Fonte: Dortmans; Diener; Verstappen (2017).

A pré-pupa da mosca soldado negro pode ser utilizada como ração para diversos animais. Magalhães *et al.* (2017) testou os efeitos da substituição parcial da farinha de peixe por pré-pupas de BSF na alimentação de robalo europeu juvenil. O autor concluiu que pode ser substituída até 19,5% da farinha de peixe (22,5% da proteína total da dieta) por BSF sem efeitos no crescimento ou digestibilidade.

Nyakeri *et al.* (2017) avaliou a viabilidade de criar BSF para utilização como ração animal em pequenas propriedades do Quênia. Observou-se uma maior produção de BSF usando substrato de origem vegetal. As análises indicaram a composição da pré-pupa de BSF contendo 40% proteína, 33% gordura, 15% cinzas, 12% fibras, 0,56% manganês, 3,07% sódio, 0,57% ferro, 2,27% potássio, 0,24 g/100g de tiamina, 2,2 mg/100g de riboflavina e 1,3 mg/100g de vitamina E.

Schiavone *et al.* (2016) avaliou o potencial na utilização de gorduras derivadas de mosca soldado negro em substituição ao óleo de soja na alimentação de frangos de corte, no qual, 150 frangos de 1 dia de vida foram divididos em em 3 grupos: um grupo controle, um com substituição de 50% do óleo de soja e um grupo com 100% de substituição. A dieta não influenciou o desempenho de crescimento, teste de escolha de alimento, características de sangue e desempenho no abate. O perfil de ácidos graxos do frango foi bastante afetado pela inclusão de BSF, apresentando aumento de ácidos graxos saturados de 32,2% presente na soja, para 37,8% e 43,5%, nas dietas de substituição de 50% e 100% respectivamente. Os índices de ácidos graxos monoinsaturados não foram afetados. A inclusão de BSF foi satisfatória

tendo sido considerado um ingrediente promissor na alimentação de galinhas.

Al-qazzaz *et al.* (2016) realizou um estudo para avaliar o efeito da adição de farinha de larvas de BSF como fonte de proteína para aves poedeiras. Foram avaliadas a qualidade dos ovos, eclodibilidade, fertilidade e características como espessura da casca, peso dos ovos, peso da casca, cor da gema do ovo e massa de 54 galinhas poedeiras durante nove meses. Foram administradas três dietas sendo uma do grupo controle, com um alimento com farinha de peixe que foi substituído nos outros dois grupos pela farinha de BSF, um com 5% e o outro com 1%. A conversão alimentar das aves teve um aumento significativo.

O desenvolvimento e a duração do ciclo de vida da mosca soldado negro varia devido aos fatores abióticos, por isso autores divergem nos resultados. De acordo com Smet *et al.* (2018) cerca de 4 dias após a oviposição, os ovos de BSF eclodem, a larva emerge e passa por cinco estágios durante 13 a 18 dias, seguidos pelo estágio de pré-pupa e pupa e então, a mosca adulta surge.

De acordo com Dortmans, Diener e Verstappen (2017) se provida de boa quantidade e qualidade de alimento, o tempo de crescimento da larva dura de 14 a 16 dias, mas, se submetida a condições desfavoráveis de vida, por ser um inseto resiliente, a BSF pode prolongar sua fase larval. O estágio larval é o único no qual a BSF se alimenta, por isto, precisa reservar gordura e proteína o suficiente para o período da pupação, e então emergir como mosca, copular, reproduzir e morrer.

Os adultos não se alimentam e vivem por cerca de cinco a oito dias, período no qual buscam um companheiro para se reproduzir. As fêmeas colocam cerca de 500 a 900 ovos (SMET *et al.*, 2018). A Figura 7 ilustra o ciclo de vida da *Hermetia illucens*:

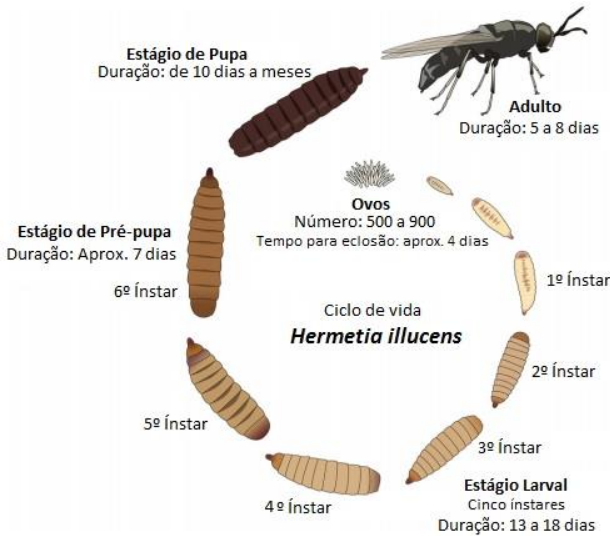


Figura 7- Ciclo de vida *Hermetia illucens*. Fonte: Smet *et al.* (2018).

De acordo com Dortmans, Diener e Verstappen (2017) as condições ideais para a criação das larvas incluem manutenção da temperatura entre 24°C e 30°C, pois, se muito quente, as larvas vão buscar outro ambiente mais fresco e, se estiver muito frio, elas vão comer menos e se desenvolver mais devagar, além disso, o local deve ter sombra e estar protegido dos raios de luz. Já a fonte alimentar deve ter umidade entre 60% e 90% para que as moscas possam ingerir, devem ser fontes ricas em proteínas e carboidratos; e, como as larvas não possuem aparelho bucal mastigatório, elas se alimentam mais facilmente se o material estiver bem triturado ou for pastoso. As moscas adultas vivem em torno de uma semana, nesse curto período, as fêmeas buscam um macho para copular e então buscam cavidades protegidas, pequenas, secas e perto de material em decomposição para realizar ovoposição. Cada fêmea coloca entre 400 e 800 ovos (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

Outros comportamentos e características que foram observadas pelos autores e que são relevantes para desenvolver um criadouro das moscas é que, como mosca, a BSF não se alimenta. Além disso, um meio com água ou umidade pode prolongar a sua vida e aumentar o sucesso da reprodução. Foram observadas que as moscas copulavam durante o amanhecer, e então, as fêmeas buscavam um lugar ideal para por ovos (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

Autores realizaram pesquisas utilizando diversos substratos diferentes visando avaliar a taxa de conversão de resíduos em larva. Diener *et al.* (2011) realizaram tratamento de resíduo sólido orgânico com BSF em uma unidade piloto na Costa Rica, obtiveram uma produção média de 252 g/m²/dia em condições de criação favoráveis. A redução de matéria seca do resíduo variou entre 65,5% e 78,9% dependendo da quantidade de resíduo adicionado diariamente e da presença ou ausência de sistema de drenagem. A produção foi influenciada por três fatores principais: alta mortalidade das larvas devido às altas concentrações de zinco; falta de ovos férteis devido ao envenenamento por zinco; e, acesso limitado aos alimentos devido ao excesso de água parada nos larveiros. Parte do experimento compreendeu o tratamento de dejetos de suínos para 68 kg de dejetos de suíno foram produzidos 2,7 kg de biomassa seca de BSF (9,6 % de taxa de conversão) e 42 kg de biofertilizantes (DIENER *et al.*, 2011).

Newton, Sheppard e Watson (2005a) avaliaram a produção de BSF em estrume de suínos e aves. As larvas produzidas obtiveram índices superiores a 40% de proteína e 30% de gordura. A redução do resíduo foi maior que 50%, tendo registrado reduções ainda maiores de nitrogênio e fósforo. Para o resíduo da suinocultura, foi necessário aplicação de métodos de remoção do excesso de água e se mostrou mais eficaz que a redução de dejetos de frangos. A produção de larvas foi de 150 g a 200 g por cabeça de suíno por dia. Newton *et al.* (2005b) tratou dejetos de suínos e obteve redução de 56% da massa do esterco enquanto a redução da maior parte dos elementos foi de 40% a 55%. O índice de conversão de biomassa obtido foi de 16% (em farinha seca) e 30% de óleo.

Lalander *et al.* (2013) utilizaram BSF para tratar fezes humanas e avaliaram a redução de *Salmonella spp.* e *Enterococcus spp.*. O volume de controle com maior redução chegou a 73% de redução da massa seca. A concentração de *Salmonella spp.* no começo do experimento era de 10⁵UFC mL⁻¹ e chegou a valores menores que 1 UFC mL⁻¹ nas larvas em oito dias, enquanto no grupo controle houve redução de apenas 2 log₁₀. Não foi observada redução de *Enterococcus spp.*, bacteriófago ΦX174 e *Ascaris summ ova*.

Lalander *et al.* (2014) utilizou um reator contínuo que foi monitorado durante nove semanas. Duas vezes por semana eram adicionadas novas larvas ao reator e três vezes por semana era adicionado mais alimento proporcional ao número de larvas (cerca de 100 mg por larva). O substrato utilizado foi uma mistura de estrume de suínos com ração de cachorro e fezes humanas. Foram avaliados

parâmetros físico-químicos, microbianos e o risco sanitário. Resultados indicaram 55,1% de degradação de material e 11,8% de conversão de biomassa baseado em sólidos totais. O material residual (restos digestivos das larvas) tiveram níveis mais elevados de nitrogênio e fósforo. Além disso, foi observado decaimento da concentração de *Salmonella spp.* e vírus.

Lalander *et al.* (2018) avaliou o desenvolvimento de larvas de mosca soldado negro em oito amostras de resíduos orgânicos e dois substratos de controle. As principais análises realizadas foram para identificar as propriedades do substrato que contribuíram para eficiência do tratamento e desenvolvimento larval. Os principais fatores de tratamento encontrados foram afetados pelo substrato foram a taxa de conversão de resíduos para biomassa, tempo de desenvolvimento larval e peso prepupal final. O estudo concluiu que os substratos que tiveram melhor conversão foram os resíduos de matadouros, restos de comida, fezes humanas e mistura de resíduos de matadouro com restos de frutas e legumes. Os principais índices de conversão obtidos estão sintetizados na Tabela 6 (LALANDER *et al.* (2018):

Tabela 6- Resultados de conversão de biomassa, índice proteico, redução de resíduos, tempo de início da pré-pupação, peso das prepupas e índice de sobrevivência. Fonte: Lalander *et al.* (2018)

Substrato	Conversão de biomassa (%) (*MS)	Índice de Conversão de Proteína (%)	Redução do substrato (%) (*MS)	Tempo para 1ª pré-pupa (dias)	Peso das pré-pupas (mg)	Índice de sobrevivência (%)
Restos de comida	13,93±0,3	58,7±1,3	55,3±4,1	14	212±4	87,2±0,5
Restos de abatedouro	15,2±1,6	30,8±2,8	46,3±2,9	12	248±3	101,5±2,8
Restos de abatedouro com frutas e vegetais	14,2±1,9	47,7±6,6	61,1±10,7	12	252±13	96,3±5,2
Fezes de frango	7,1±0,6	37,8±3,4	60,0±2,3	14	164±14	92,7±3,3
Fezes humanas	11,3±0,3	31,6±0,6	47,7±1,1	12	245±5	91,8±4,5

*MS – Massa Seca

2.3.2 Manejo e criação de larvas *Hermetia illucens*

Dortmans, Diener e Verstappen (2017) desenvolveram um guia de criação de BSF com as experiências de instalação de uma Unidade Valorizadora (UV) pertencente ao *Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag)* com capacidade de tratamento de três toneladas de resíduos orgânicos (restos de alimentos) por dia, localizado em Dübendorf, na Suíça. De acordo com os autores mencionados, se provida de boa quantidade e qualidade de alimento, o tempo de crescimento da larva dura de 14 a 16 dias, mas, se submetida a condições desfavoráveis de vida, por ser um inseto resiliente, a BSF pode prolongar sua fase larval. O estágio larval é o único no qual a BSF se alimenta, por isto, precisa reservar gordura e proteína o suficiente para o período da pupação, e então emergir como mosca, copular, reproduzir e morrer.

De acordo com Dortmans, Diener e Verstappen (2017) as condições ideais para a criação das larvas incluem manutenção da temperatura entre 24°C e 30°C, pois, se muito quente, as larvas vão buscar outro ambiente mais fresco e, se estiver muito frio, elas vão comer menos e se desenvolver mais devagar, além disso, o local deve ter sombra e estar protegido dos raios de luz. Já a fonte alimentar deve ter umidade entre 60% e 90% para que as moscas possam ingerir, devem ser fontes ricas em proteínas e carboidratos; e, como as larvas não possuem aparelho bucal mastigatório, elas se alimentam mais facilmente se o material estiver bem triturado ou for pastoso. As moscas adultas vivem em torno de uma semana, nesse curto período, as fêmeas buscam um macho para copular e então buscam cavidades protegidas, pequenas, secas e perto de material em decomposição para realizar ovoposição. Cada fêmea coloca entre 400 e 800 ovos (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

Outros comportamentos e características que foram observadas pelos autores e que são relevantes para desenvolver um criadouro das moscas é que, como mosca, a BSF não se alimenta. Além disso, um meio com água ou umidade pode prolongar a sua vida e aumentar o sucesso da reprodução. Foram observadas que as moscas copulavam durante o amanhecer, e então, as fêmeas buscavam um lugar ideal para por ovos (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

Dortmans, Diener e Verstappen (2017) elencaram ainda alguns critérios para o sucesso da produção de larvas de BSF, tais como:

- O resíduo utilizado deve ser sempre gerado de maneira regular, de fácil acesso para o transporte e ter baixo custo;

- A propriedade de criação de BSF não deve ter vizinhos próximos, uma vez que pode haver atritos com a vizinhança devido ao mau cheiro e também se deve evitar que a propriedade esteja localizada na direção contra o vento das áreas residenciais;
- A propriedade precisará ter acesso à água potável e energia;
- A propriedade deverá ter suas fronteiras com isolamento como de cerca verde;
- A estimativa de área necessária, por experiência dos autores, pode ser calculada com 50 m² para o berçário e 100m² para cada tonelada de resíduo recebido por dia;
- A sala de reprodução deve ser fechada e ter ventilação, com luz apropriada para a copulação das moscas;
- Área para os contêineres de tratamento com sombra e sem raios de luz direta;
- Espaço para escritório e para laboratório de análises;
- E espaço para higiene dos colaboradores.

Em relação à viabilidade econômica para a instalação de uma UV de resíduos orgânicos, de acordo com os autores, dependerá de aspectos tais como:

- Escala e respectivos custos de capital e operação da instalação
- Clima (temperatura e umidade)
- Receita potencial
- Receita de venda e produtos (larva inteira, óleo, farinha)
- Venda dos resíduos como adubo ou uso em usina de biogás

Na produção de larvas realizada pelo instituto *Eawag* foram adicionadas dez mil larvas em um larveiro de 40x60x17 cm com 15 quilos de alimentos úmidos (75% de umidade) por 12 dias. Enquanto as larvas crescem, mais resíduos são adicionados nos 5º e 8º dias, até que as larvas tenham se desenvolvido o suficiente para poderem ser colhidas no 13º dia. Ao final do período dos 12 dias, deve realizar a colheita das larvas que já estarão com seu peso e valor nutricional máximos, mas ainda sem se tornarem pré-pupa, pois, quando a larva se transforma em pré-pupa ocorre a esclerotização da cutícula da larva, tornando-a mais rígida e diminuindo a digestibilidade. Além disso, estipular um tempo limite para o ciclo de colheita aumenta o controle da produção,

facilitando a padronização dos processos (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017). O fluxograma apresentado na Figura 8 mostra a rotina de manejo da criação de larvas:



Figura 8- Rotina de manejo de criação das larvas.

Para a unidade de tratamento, para cada 60kg de alimento são adicionadas 40.000 larvas de 5 dias por unidade de metro quadrado em um período de 12 dias. A fração metabolizada deve ser removida à medida que se adiciona novas camadas de dejetos frescos. A Figura 8, ilustra a sugestão de manejo do instituto *Eawag* (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

A espessura da camada de dejetos não deve ultrapassar cinco centímetros, pois, se for mais profunda, as larvas terão dificuldades de acessar as camadas mais profundas, gerando desperdício de material que não será processado. Se optar por larveiros empilhados visando otimizar o uso da área, deve haver espaço suficiente para a circulação de ar saturado de umidade dentre os larveiros empilhados. Além disso, é recomendável que ao final do ciclo de produção, a circulação de ar seja intensificada com o uso de ventiladores para aumentar a evaporação e as larvas possam ser peneiradas mais facilmente (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

O peneiramento na colheita pode ser realizado com agitação manual ou através de um equipamento de agitação automática. O instituto *Eawag* recomenda o uso de peneira com malha de três milímetros para peneiramento manual ou de cinco milímetros para peneiramento mecânico. Após o peneiramento, as larvas devem ser colocadas em um leito com material absorvente (serragem, por exemplo) para secagem, onde devem permanecer por um dia. Essa secagem auxilia na limpeza das larvas e dá à elas tempo para esvaziar o intestino. Após a coleta as larvas podem ser escaldadas, congeladas, trituradas ou peletizadas. O pós-tratamento é importante para facilitar a higienização, armazenamento e transporta (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

2.3.3 Criação de BSF para produção de ração no mundo

Atualmente algumas indústrias já produzem larvas de BSF em escala industrial. Este capítulo visa apresentar alguns *cases* de sucesso.

A AgriProtein é uma indústria de produção de farinha e óleo de BSF localizada no município de Philippi, na África do Sul que iniciou suas atividades em 2014. A AgriProtein trata diariamente 250 toneladas de resíduos por dia e implantaram no segundo trimestre de 2017 uma planta de tratamento de esterco com capacidade de 30 toneladas por dia (AGRIPROTEIN, 2018).

A idealização da AgriProtein surgiu durante uma visita do desenvolvedor à um aterro sanitário em 2008. Durante a visita, a equipe observou a quantidade de moscas e se lembraram que nos tempos de infância pescavam utilizando larvas como isca. Então, após pesquisa e desenvolvimento científico, implantaram uma unidade piloto em Elsenburg e, a partir daí, fizeram diversas parcerias e expandiram os negócios (AGRIPROTEIN, 2018). A empresa estava estimada em US\$ 117 milhões em 2016 (BEHRE *et al.*, 2017). A taxa de conversão média de resíduo bruto (com umidade) em farinha de BSF (seca) é de cerca de 6,4% (BAUMANN, 2016).

No Canadá, a empresa Enterra produz 5 toneladas de farinha, 2 toneladas de óleo e 8 toneladas de fertilizante de BSF a partir de 100 toneladas de resíduos orgânicos (restos de alimentos) diariamente (BAUMANN, 2016). A taxa de conversão de resíduo bruto em farinha de BSF é de 5%. A empresa surgiu em 2007 e foi a pioneira na produção sustentável de insetos para ração animal na América do Norte (ENTERRA, 2018).

Outra indústria de produção de BSF de grande porte é a GZ Unique, localizada em Cantão (Guangzhou) na China. A Guangzhou Unique foi criada em 2014 para tratar resíduos orgânicos por fermentação microbiana, decomposição enzimática e cultura de insetos (GUANGZHOU UNIQUE, 2018).

A Hermetia Baruth GmbH, localizada na Alemanha, é uma unidade de menor escala, que recicla 21 toneladas de resíduos por ano. A unidade experimental atinge uma taxa de conversão de 10,8%. Esta taxa de conversão mais elevada se deve à criação em escala experimental e ao substrato de cereais que é utilizado (BAUMANN, 2016).

Não foi encontrado nenhum relato de alguma indústria de produção de larvas de BSF no Brasil. Como a produção é relativamente nova, a aplicação desta tecnologia pode representar uma solução inovadora de tratamento de resíduos e produção de proteína animal.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PROPOSIÇÃO DE VARIÁVEIS PARA OS CENÁRIOS DE IMPLANTAÇÃO DA UV

Conforme citado, este trabalho tem como objetivo avaliar cenários de implantação de uma Unidade de Valorização (UV) de dejetos de suínos através de bioconversão em proteína animal e fertilizantes utilizando larvas de mosca *Hermetia illucens*. Conforme proposto por Baumann (2016), foram escolhidas quatro variáveis para elaboração de uma matriz de cenários hipotéticos possíveis:

- Capacidade (em toneladas) de resíduo tratado;
- Taxa de conversão de resíduo em farinha de larvas de BSF;
- Custo de Transporte da unidade geradora de dejetos até a UV;
- e,
- Preço cotado de farinha de peixe.

Para cada uma das variáveis, foram estipulados valores para um cenário pessimista, um realista e um otimista, visando contemplar todas as combinações de cenários possíveis. Ou seja, para a capacidade de tratamento de resíduo para a UV foi adotado um valor para o cenário pessimista, para o realista e o otimista; do mesmo modo para a taxa de conversão: uma taxa pessimista, uma realista e uma otimista, e assim por diante.

Combinando os valores adotados, foram montados cenários hipotéticos para avaliar a viabilidade econômica de implantação e operação para cada uma das 10 UVs propostas. Para as três capacidades suporte de tratamento escolhidas (UV 1,5 ton/dia; 3 ton/dia e 9 ton/dia) foram variados os valores de taxa de conversão de resíduo em farinha de larva e cotação da venda da farinha de larvas, considerando ainda, diferentes proposições quanto à locação da planta (se alugada ou se construída no próprio estabelecimento produtor de suínos).

Os cálculos de indicadores econômicos tais como Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), foram feitos com base no cenário realista para as quatro variáveis.

Conforme descrito anteriormente, há 81 possibilidades de cenários distintos combinando os fatores pessimista, realista e otimista para cada uma das quatro variáveis apresentadas por isso, foram escolhidos 10 cenários principais. Primeiramente, foram apresentados cenários com combinações de fatores realistas. Na sequência,

considerando avaliar o possível risco do investimento, optou-se por, dentre os cenários escolhidos, mostrar os resultados dos cenários pessimistas para as variáveis de taxa de conversão, cotação e transporte para cada uma das três capacidades (UV 1,5; UV 3 E UV 9) de tratamento pré-estabelecidos. Visando demonstrar o potencial de lucro foi apresentada para a UV 3, a combinação de valores otimistas.

Para as capacidades UV 3 E UV 9 foram apresentados cenários propondo construção de galpão próprio (no próprio estabelecimento de produção de suíno) e também alugado, considerando que essas UVs poderiam buscar dejetos cedidos por produtores próximos. Para a UV 1,5 só houve proposição de cenário de implantação in loco, por se tratar de uma geração de dejetos de propriedades recorrentes no município.

O Quadro 2 mostra quais cenários foram escolhidos para apresentação de resultados:

Quadro 2- Cenários de discussão de resultados

Cenários	ton dejetos/dia	ton dejetos/mês	Taxa de conversão	Cotação	G.P ou Aluguel?
				R\$	
Cenário 1	1,5	45	0,07	5214,38	G.P.
Cenário 2	1,5	45	0,05	5214,38	G.P.
Cenário 3	3	90	0,07	5214,38	G.P.
Cenário 4	3	90	0,05	4315,55	G.P.
Cenário 5	3	90	0,07	5214,38	Aluguel
Cenário 6	3	90	0,05	5214,38	Aluguel
Cenário 7	3	90	0,09	6005,64	Aluguel
Cenário 8	9	270	0,07	5214,38	Aluguel
Cenário 9	9	270	0,05	4315,55	Aluguel
Cenário 10	9	270	0,05	5215,38	G.P.

*G.P – Galpão próprio

3.1.1 Atribuição de valores para as variáveis

3.1.1.1 Capacidade suporte da UV

Para adotar quantidade de capacidade suporte para os cenários pessimista, realista e otimista para UVs foram acessados dados do SIDRA de número de estabelecimentos de suinocultura e número de

cabeças de suínos separados por tamanhos de propriedades (SIDRA, 2017). Para esta análise foi escolhido o município de Concórdia, que, conforme exposto no capítulo 2.2, é o município com maior número de suínos no Estado. Os valores podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7- Distribuição de suínos por tamanho de estabelecimentos de criação. Fonte: SIDRA, 2017.

Tamanho das propriedades	Número de suínos	Número de estabelecimentos	Suínos/ estabelecimentos
De 0,2 a menos de 0,5 ha	2	2	1
De 0,5 a menos de 1 ha	766	13	59
De 1 a menos de 2 ha	56	16	4
De 2 a menos de 3 ha	756	21	36
De 3 a menos de 4 ha	5375	76	71
De 4 a menos de 5 ha	2919	44	66
De 5 a menos de 10 ha	45299	270	168
De 10 a menos de 20 ha	114257	519	220
De 20 a menos de 50 ha	199884	471	424
De 50 a menos de 100 ha	53057	83	639
De 100 a menos de 200 ha	25622	14	1830
De 200 a menos de 500 ha	3721	3	1240

Com bastante recorrência, muitas fazendas do intervalo de 20 a 50 hectares, possuem, em média, 424 cabeças de suínos. Conforme mencionado, este trabalho utiliza como unidade modelo a planta de tratamento do instituto *Eawag*. A unidade modelo possui capacidade de tratamento de 3 toneladas de resíduo por dia, e este foi escolhido, portanto, o cenário realista. Considerando que, obtendo-se dejetos de duas propriedades medianas, com pelo menos 315 cabeças de suínos cada, atende-se a demanda de resíduos para a unidade modelo.

O cenário pessimista escolhido foi de valorização dos dejetos de apenas um estabelecimento produtor de suínos com cerca de 315 cabeças.

Por fim, foi adotada a quantidade de esterco e urina, cerca de nove toneladas, produzido em estabelecimentos com 1.830 cabeças de suínos. Esse cenário foi escolhido como otimista porque este volume

pode ser alcançado não só com a adesão de alguma fazenda com mais de 1800 cabeças de suínos, mas, se considerar a possibilidade de contribuição de três fazendas do cenário realista ou de seis fazendas do cenário pessimista.

A Tabela 8 apresenta estimativas de quantidades da produção diária, semanal e mensal de esterco com urina dos três cenários:

Tabela 8- Estimativa da capacidade de tratamento das UVs 1,5; 3 e 9

Cenários	Nº de leitões	Qtde de dejetos	Qtde de dejetos por dia	Qtde dejetos por semana	Qtde de dejetos por mês
<i>Unidades</i>	<i>nº de cabeças</i>	<i>kg/cabeça /dia</i>	<i>kg</i>	<i>tonelada</i>	<i>tonelada</i>
Pessimista	315	4,9	1544	10,88	46,32
Realista	630	4,9	3087	21,609	92,61
Otimista	1.830	4,9	8967	62,77	269,01

3.1.1.2 Custos de transporte

Para adotar os cenários pessimista, realista e otimista para o custo do transporte, é necessário considerar os volumes a serem transportados.

Estipulando-se um raio de 20 km de um ponto central da cidade de Concórdia, é possível abranger quase toda a área da cidade. Foi adotado então que a distância máxima percorrida para buscar o dejetos para alimentar a UV, seria de 40 km (20 km por trecho, ida e retorno do caminhão). O preço aproximado do litro do diesel cotado em novembro de 2018 foi de R\$ 3,75.

Para atender os cenários da UV 1,5, devido à baixa demanda de área para instalação, considera-se incoerente implantar uma UV com capacidade de tratamento de um volume gerado por uma propriedade média e comum no município de Concórdia, distante do gerador. Deste modo, havendo disponibilidade de área no estabelecimento produtor de suíno, o único cenário possível a ser adotado em relação aos custos de transporte para a UV 1,5 é de que não haverá necessidade de transporte.

Para um cenário da UV 3, adotou-se a realização de 6 viagens com caminhão cheio por mês para atender a capacidade total de tratamento de 90 toneladas por mês. Para o cenário pessimista foi adotada uma distância média percorrida por viagem de 40 km (20 km por trecho de ida e volta). Para um cenário realista, foi adotada a distância de 20 km por viagem (10 km de ida e 10 km de volta). O

cenário otimista para UV 3, adotou-se a não necessidade de transporte, ou seja, tratamento *in loco*.

Já para a UV 9, as possibilidades são mais diversas. Uma hipótese razoável para atender a capacidade diária de tratamento de 8,97 toneladas, visando utilizar a capacidade máxima do caminhão, seria necessária a realização de, pelo menos, cinco viagens por semana para ter a quantidade de esterco para o tratamento semanal de 62,77 toneladas de resíduos. Ou seja, em torno de 12,55 toneladas por viagem. Essa massa de dejetos poderia ser obtida com a contribuição de cinco diferentes fazendas com pelo menos 366 leitões que tenham reservado dejetos por uma semana. Este foi considerado o cenário realista, visto que usa quase que totalmente a capacidade do caminhão adquirido e atende completamente a demanda de dejetos. Como adotado para os cenários da UV 3, em um cenário realista foi adotado uma distância de 10 km a ser percorrida para buscar os dejetos (20 km por viagem).

Um cenário pessimista poderia ser descrito pela necessidade de percorrer até 20 km por trecho para obter o mesmo volume. Ou seja, percorrer até 40 km por viagem para conseguir contribuição de dejetos de pelo menos cinco propriedades diferentes com, no mínimo, 366 leitões cada.

Como nos demais e, tendo em vista que, mesmo para a UV 9 a demanda de área para implantação do empreendimento não chega a 2 hectares, o cenário otimista foi de tratamento *in loco*. Ou seja, em uma propriedade com pelo menos 1.830 leitões.

Deste modo, estipulando-se um raio de 20 km de um ponto central da cidade de Concórdia, é possível abranger quase toda a área da cidade. Foi adotado então que a distância máxima percorrida para buscar o dejetos para alimentar a UV, seria de 40 km (20 km por trecho, ida e retorno do caminhão). Partindo dessa consideração, com o combustível a R\$ 3,75 o litro, e o caminhão com autonomia de 4,5 km/litro, o gasto com combustível seria de aproximadamente R\$ 33,33 por viagem.

Tabela 9- Cenários atribuídos às UVs 1,5; 3 e 9 referentes aos custos com transporte.

Cenários	UV 1,5	UV 3	UV 9
Pessimista	Incoerente	6 viagens de 40 km por mês	5 viagens de 40 km por semana
Realista	<i>In loco</i>	6 viagens de 20 km por mês	5 viagens de 20 km por semana
Otimista	<i>In loco</i>	<i>In loco</i>	<i>In loco</i>

3.1.1.3 Taxas de conversão

A taxa de conversão representa o percentual de resíduo que será convertido em biomassa seca de BSF. Os resultados de produção de massa seca de BSF é o principal produto gerador de receita da UV, pois, embora haja produção de biofertilizantes e óleo, a biomassa seca de BSF possui maior valor agregado, equivalente à farinha de peixe (com valor de mercado apresentado no item 2.2.2). As taxas de conversão adotadas serão baseadas naquelas apresentadas por Baumann (2016).

De acordo com Baumann (2016), a Enterra Canadá atinge taxa de conversão de resíduo bruto em farinha seca de BSF de 5%, a AgriProtein de 6,4% e a Hermetia Baruth GmbH 10,8%. Os valores adotados foram de 5% para cenário pessimista e 7% para cenário realista. Para o cenário otimista foi adotada taxa de 9%, visto que deverá ser um pouco menor que os 10,8% da Hermetia Baruth GmbH por não ser em escala experimental e com alimento de cereais.

As taxas de conversão propostas para cenários pessimista, realista e otimista independem do volume. Conforme discorrido no item 2.3.2 os fatores principais que influem na taxa de conversão são o tipo de substrato, a temperatura, umidade relativa e horas de luz do dia (HOLMES, 2010).

Segue Tabela 10 que apresenta os valores adotados para estimativa de produção dos cenários pessimista, realista e otimista:

Tabela 10- Taxas de conversão adotadas.

Cenários	Taxa de conversão (%)	Indústria
Pessimista	5%	<i>Enterra Canadá</i>
Realista	7%	<i>AgriProtein</i>
Otimista	9%	<i>Hermetia Baruth</i>

3.1.1.4 Cotação de farinha de peixe

Como foi apresentado no item 2.2.2 entre o período de outubro de 2017 a maio de 2018 o preço cotado para farinha de peixe variou entre R\$ 4.315,55 e R\$ 6.005,64 a tonelada (INDEXMUNDI, 2018). Conforme mencionado no item 2.2.2, as propriedades nutricionais da farinha de BSF são similares à farinha de peixe. A venda da farinha de BSF pode ser uma alternativa de substituição da farinha de peixe

(LALANDER et. al, 2013). Por este motivo, para adotar os cenários pessimista, realista e otimista em relação à cotação de venda da farinha de BSF, a estimativa de preço foi embasada na cotação de farinha de peixe.

O valor adotado para o cenário pessimista foi o pior valor cotado no período analisado, de R\$ 4.315,55/ton (INDEXMUNDI, 2018):.

A média dos valores cotados representa o cenário realista, com R\$ 5.214,38/ton(INDEXMUNDI, 2018).

Para o cenário otimista, o valor utilizado foi a maior cotação do mesmo referido período, de R\$ 6.005,64/ton (INDEXMUNDI, 2018).

3.1.2 Outros custos operacionais

3.1.2.1 Custos de mão de obra

A mão-de-obra empregada necessária para operar cada uma das três UVs será 2 funcionários para o tratamento de 1,5 tonelada/dia; para 3 toneladas/dia, 3 funcionários (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN ,2017); e, proporcionalmente, para 9 toneladas/dia, 9 funcionários.

Para definição do salário base, foi adotado o salário médio da função de Agregado na Agropecuária. Esta é a denominação da função de trabalhadores da agropecuária que tratam de animais, preparam solo, manejam área de cultivo, efetuam manutenção de propriedade rural, beneficiam e organizam produtos agropecuários para a comercialização, entre outros. O salário médio para a referida função é de R\$ 1.178,70 (44 horas semanais) (CAGED, 2018).

Para cálculo das despesas com funcionários, deve se considerar o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) , equivalente à 8% do salário ao mês, férias (salário em valor integral); 13º salário (valor integral), 1/3 de férias (1/3 de salário integral). Foi considerado também R\$ 8,00 por dia de vale transporte e mais R\$ 15,00 de vale alimentação (22 dias úteis por mês) (EGESTOR, 2017).

Algumas deduções são permitidas de serem descontadas do salário pela legislação vigente, como é o caso do Instituto Nacional Seguro Social (INSS – 9% do salário) e 6% de vale transporte. No entanto, pode haver cobranças adicionais de alíquota de Risco de Acidente de Trabalho (RAT), mais INSS patronal (20% do valor do salário) e ainda Alíquota de Terceiros (5%) (EGESTOR, 2017).

Segue Tabela 11 com cálculo das despesas por funcionário:

Tabela 11- Custos por funcionário.

Custos com funcionários (R\$)	
Salário pago ao funcionário	1178,7
FGTS mensal	94,30
Férias	98,23
13°	98,23
1/3 de férias	32,74
Vale Transporte	176,00
Vale Alimentação	330,00
Desconto INSS	-106,08
Desconto Vale Transporte	-70,72
INSS patronal	235,74
RAT	23,57
Alíquota de Terceiros	58,94
Soma:	2.149,63

A Tabela 12 apresenta os custos totais mensais com funcionários para cada UV:

Tabela 12- Despesas mensais com funcionários

Cenários	Número de funcionários	Custo mensal total (R\$)
UV 1,5	2	4299,263
UV 3	3	6448,90
UV 9	9	19346,69

3.1.2.2 Consumo de água e energia

Considerando a unidade modelo (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017), o consumo total estimado de água foi de 3,5 m³ por semana para a unidade valorizadora com capacidade de tratamento de 3 toneladas por dia, e de 1,8 m³ para metade da capacidade. Proporcionalmente, para a UV 9, foi considerado um consumo de 16 m³ por semana. Salienta-se que a unidade modelo na qual se baseia esta estimativa, utiliza restos de alimentos como substrato de criação das larvas. O consumo poderá variar por se tratar de um substrato diferente do que está sendo proposto neste trabalho.

As tarifas de água para indústria da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) que distribui água em Concórdia (SC) estão na Tabela 13 .

Tabela 13- Tarifa de água para indústria - CASAN

Faixa	Volume (m³)	Água
1	Até 10 m ³	65,00 (mês)
2	Maior que 10 m ³	10,7866 (m ³)

A Tabela 14 mostra o consumo mensal de cada uma das UVs e o custo com água:

Tabela 14- Despesas mensais com água

UV	Consumo de água semanal (m³)	Consumo de água mensal (m³)	Tarifa a ser paga (R\$)
UV 1,5	1,8	7,71	65,00
UV 3	3,5	15,00	161,80
UV 9	16	68,57	739,65

Não foram encontradas referências para o consumo de energia nestas plantas, por este motivo, esse custo não foi considerado. No entanto, salienta-se que os restos digestivos das larvas, que normalmente são aplicados como biofertilizantes, podem também ser utilizados em biodigestores para a geração de energia. Além disso, o óleo obtido na produção da larva também pode ser utilizado como combustível.

3.1.2.3 Custos de impostos

De acordo com o Decreto nº 24.569 de 1997 que consolida e regulamenta a legislação do Imposto Sobre Operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicações (ICMS), e dá outras providências, tem-se que (BRASIL, 1997):

Art. 6º - Ficam isentas do ICMS, sem prejuízo de outras hipóteses previstas na legislação tributária estadual, as seguintes operações:
(...)

LXXIV - interna e de importação de ração para animais, concentrados e suplementos fabricados por indústria de ração animal, devidamente

registrada no Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária, quando for o caso, desde que: os produtos estejam registrados no Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária, quando for o caso, e o número do registro seja indicado no documento fiscal;

haja o respectivo rótulo ou etiqueta identificando o produto;

os produtos se destinem exclusivamente ao uso na pecuária

(...)

LXXVII - interna e de importação de alho em pó, sorgo, sal mineralizado, farinhas de peixe, de ostra, de carne, de osso, de pena, de sangue e de víscera, calcário calcítico, caroço de algodão, farelos e tortas de algodão, de babaçu, de cacau, de amendoim, de linhaça, de mamona, de milho e de trigo, farelos de arroz, de girassol, de glúten de milho e de casca e de semente de uva e de polpa cítrica, glúten de milho, feno e outros resíduos industriais, destinados à alimentação animal ou ao emprego na fabricação de ração animal.

O referido Decreto ainda define ração animal como “*qualquer mistura de ingredientes capaz de suprir as necessidades nutritivas para manutenção, desenvolvimento e produtividade dos animais a que se destinem*” (BRASIL, 1997).

Deste modo, entende-se que a farinha de BSF pode ser considerada ração animal perante a referida legislação e está isenta do pagamento de ICMS. Não foram identificadas alíquotas referentes a outros impostos tais como PIS, IPI, COFINS. A inconstância e recorrentes mudanças nas legislações de impostos referentes a esse tipo de produto, representou uma das limitações de cálculo para o trabalho. Por este motivo, não foram considerados nos cálculos os custos de impostos.

3.2 INVESTIMENTO PARA INSTALAÇÃO

3.2.1.1 Custos de máquinas, materiais e equipamentos

Os custos de instalação foram realizados utilizando como modelo uma unidade modelo, que possui capacidade máxima de tratamento de três toneladas de resíduos (restos de alimento) por dia (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017).

As instalações necessárias para uma unidade de valorização de resíduos incluem (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017):

- Unidade de criação de BSF - berçário
- Unidade de recebimento e processamento do dejetos
- Unidade de tratamento
- Unidade de coleta de larvas
- Unidade de pós-tratamento
- Espaço para armazenamento
- Laboratório
- Escritório
- Área para sanitários e refeitório

A área construída do empreendimento da *Eawag* é de 424 m², conforme Figura 9 adaptada (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017):

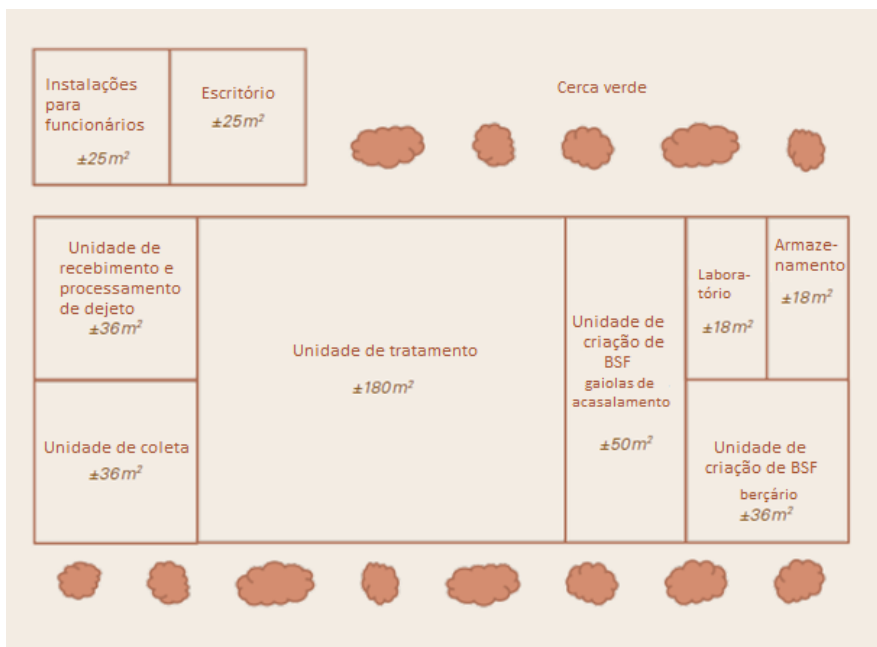


Figura 9- Layout de UV de resíduos orgânicos implantada em Dübendorf. Fonte: Dortmans, Diener e Verstoppen (2017)

A unidade de criação de BSF vai garantir que a unidade valorizadora tenha disponível diariamente a quantidade necessária de larvas em estágio inicial de vida – 5-DOL *Five Days Old Larvae* / Larvas de cinco dias - para serem inoculadas no resíduo.

A unidade de recebimento e processamento do dejeito é o local onde o resíduo que será tratado deve ser recebido e verificado, a fim de avaliar se ele apresenta condições de umidade e tamanho das partículas adequadas e garantir que não tenha materiais perigosos ou substâncias inorgânicas.

A unidade de tratamento é o local onde haverá o tratamento com BSF em si. Neste local, as larvas 5-DOL serão inoculadas nos dejetos dentro de recipientes contenedores, denominados “larveiros”. Ali, as larvas deverão consumir os dejetos, se desenvolverem e reduzir o resíduo.

A unidade de coleta é onde as larvas deverão ser retiradas do material ainda antes de virarem pré-pupa. Além das larvas, os restos

digestivos das larvas também possuem valor por poderem ser utilizados como biofertilizante, devido à concentração de nitrogênio e fósforo.

O pós-tratamento pode consistir em simplesmente matar as larvas escaldadas ou congeladas, ou ainda, na inclusão de algum tipo de processamento que separe o óleo da proteína da larva.

Utilizando como base a unidade modelo instalada em Dübendorf, o instituto *Eawag* disponibilizou a listagem de materiais, máquinas e equipamentos necessários para cada setor da UV. De posse desta listagem foi realizado orçamento de todos os materiais em lojas virtuais e/ou físicas. A listagem completa contendo os itens orçados pode ser consultada no Apêndice B.

O somatório dos valores para as instalações UV para 1,5; 3 e 9 ton/dia, podem ser consultadas na Tabela 15 .

Tabela 15- Tabela de custos de equipamentos, materiais e máquinas para implantação de UV.

Setor	Custo (R\$)		
	UV 1,5	UV 3	UV 9
Setor de procriação	891,05	1.741,90	5.319,45
Setor de pupação	2.578,80	5.157,60	23.209,20
Berçário	1.004,36	2.008,72	9.039,24
Equipamentos em geral	2.055,98	3.529,96	2.717,18
Máquinas	1.450,40	1.450,40	1.450,40
Recebimento de resíduos	5.336,25	10.672,50	48.026,25
Unidade de tratamento	196.926,60	393.853,20	510.299,40
Unidade de coleta	633,20	1.266,40	5.698,80
Pós-tratamento	2.719,00	4.819,00	19.519,00
Equipamentos em geral	3.106,50	3.875,90	6.953,80
Soma	216.702,14	428.375,58	632.232,72

Em todos os casos, o maior custo concentrou-se na Unidade de Tratamento. O elevado custo desse setor se deu pela escolha de utilizar contentores, denominados “larveiros”, que são caixas de polietileno com capacidade de 42l, similar às utilizadas na UV modelo (DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN, 2017). Embora este modelo demande alto investimento pela compra dos contentores e estruturas metálicas, com o tratamento realizado em larveiros empilhados há otimização do espaço

da UV, visto que para boas condições de criação de larvas, a espessura de esterco adicionado não deve ultrapassar 5 cm.

3.2.1.2 Custo de locação do galpão

Para estimar o custo de instalação do galpão das UVs, foi realizado orçamento de preços de locação de galpões na cidade de Concórdia, que é a cidade com maior produção de suínos no Estado de Santa Catarina, conforme apresentado no primeiro capítulo deste trabalho. Os valores obtidos estão na Tabela 16 .

Tabela 16- Orçamentos de galpões para locação em Concórdia

Orçamentos de galpões para aluguel em Concórdia		
m² construído	Valor mensal (R\$)	Preço aluguel por m² construído
500	4700	9,40
740	6250	8,45
848	8000	9,43
630	7300	11,59
400	2290	5,73
Valor médio (R\$/m²)		8,92

Os galpões escolhidos para a cotação eram todos localizados distantes da área central e de áreas residenciais de Concórdia.

As áreas do “galpão UV 1,5 ton” e do “galpão UV 9 ton” correspondentes aos galpões com capacidade de tratamento de 1,5 e 9 tonelada de resíduo por dia, respectivamente, foram obtidas fixando-se as áreas de laboratório, armazenamento, escritório e conveniência, calculando a demanda de área proporcional para as unidades do berçário, pupação, recebimento do resíduo, unidade de tratamento e unidade de coleta. Os valores das dependências podem ser consultados na Tabela 17.

Tabela 17- Áreas das UV 3, UV 1,5 e UV 9

Cômodo	UV 3 ton	UV 1,5 ton	UV 9 ton
	m ²		
Unidade de criação de BSF - berçário	50	25	225
Unidade de criação de BSF - empupa	36	18	162
Unidade de recebimento e processamento do dejetos	36	18	162
Unidade de tratamento	180	90	810
Unidade de coleta	36	18	162
Laboratório	18	18	18
Armazenamento	18	18	18
Escritório	25	25	25
Área de conveniência	25	25	25
Área Total	424	255	1607

Foi estimado, a partir do preço médio de aluguel por metro quadrado construído e as áreas construídas demandadas, os preços para aluguéis dos galpões UV 1,5; 3 e 9 toneladas, respectivamente, conforme Tabela 18 a seguir:

Tabela 18- Preços estimados para aluguéis das UV 1,5; UV 3 e UV9.

Preço estimado de aluguel		
aluguel galpão UV 1,5 ton	2274,20	R\$/mês
aluguel galpão UV 3 ton	3781,42	R\$/mês
aluguel galpão UV 9 ton	14331,94	R\$/mês

Para o cenário de uma UV instalada no próprio estabelecimento de suínos, foi cotado o valor do metro quadrado de construção de galpão industrial. O Custo Unitário Básico de Construção (CUB) é uma média ponderada de indicadores da construção civil, calculado e divulgado pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil de cada Estado do país. O valor estimado para a construção de um metro quadrado de construção de projetos de galpão industrial em Santa Catarina no mês de novembro de 2018 foi cotado a R\$ 928,09 (CBIC, 2018). A UV modelo, demanda uma área de 424 m² para tratar 3 toneladas de resíduos por dia. Foram calculados valores para a construção de galpões para UVs de 1,5

ton/dia e 9 ton/dia. A Tabela 19 apresenta a estimativa de custo para construção dos galpões de cada UV.

Tabela 19- Orçamento para a construção de galpões.

Orçamento para construção de galpões		
preço m ² de construção	928,09	R\$/m ²
galpão UV 1,5 ton	236.662,95	R\$
galpão UV 3 ton	393.510,16	R\$
galpão UV 9 ton	1.491.440,63	R\$

Salienta-se que só foram propostos cenários considerando a construção de galpão para implantação de UV *in loco*, ou seja, na própria propriedade produtora de suíno, sem a pretensão de estabelecer também a compra de um terreno.

No âmbito deste trabalho, pretende-se apenas estimar um valor de investimento em instalação, pois, para a efetivação de um contrato de aluguel ou compra de um galpão para a instalação da UV, o valor final irá variar de acordo com a avaliação de mercado da propriedade escolhida. Na estimativa realizada há limitações para o cálculo exato dos custos de investimento, pois valores apresentados foram obtidos através de busca por propriedades equivalentes ofertadas na internet. Por isso, os valores poderão variar de acordo com características de localização, condições de pavimentação dos acessos, tamanho, topografia, solo, área construída, padrão de construção, entre outros.

3.2.1.3 Custo de aquisição de veículo

Para estimar o custo com transporte para a carga de dejetos de suínos, foram realizados orçamentos buscando valores de caminhões tipo “limpa-fossa” por questões operacionais, para facilitar o carregamento do caminhão, pois, conforme mencionado anteriormente, o esterco de suíno tem em torno de 18% de matéria seca.

O caminhão escolhido foi um “Volkswagen 24280” de 2013, equipado com tanque com capacidade de 15 m³, o valor estimado do veículo foi de R\$ 199.000,00. Pela tabela da Fundação de Pesquisas Econômicas (FIPE), o mesmo veículo (sem os equipamentos adicionais tais como tanque e bomba), foi cotado em R\$ 134.221,00. O valor estimado a ser gasto com Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores para veículos de carga é de 1,00% do valor do veículo,

assim, a taxa de IPVA a ser paga anualmente será de R\$ 1.342,21. Foi orçado também, um valor de seguro para o caminhão. O valor anual cobrado para assegurar um veículo do mesmo modelo com cobertura completa foi de R\$ 9.950,00.

Para cálculo de combustível do caminhão, foi estimado um consumo médio de 4,50 quilômetros por. Estipulando-se um raio de 20 km de um ponto central da cidade de Concórdia, é possível abranger quase toda a área da cidade. Foi adotado então que a distância máxima percorrida para buscar o dejetos para alimentar a UV, seria de 40 km (20 km por trecho, ida e retorno do caminhão). O preço aproximado do litro do diesel cotado em novembro de 2018 foi de R\$ 3,75.

A Tabela 20 apresenta os valores de gastos com transporte:

Tabela 20- Estimativa de gastos com transporte

Custos de transporte		
Custo do veículo	199.000,00	R\$
Custo estimado FIPE	134.221,00	R\$
Seguro	9.950,00	R\$
Imposto	1.342,21	R\$
Combustível (diesel)	3,75	R\$/litro
Consumo	4,50	km/litro
Distância da viagem	40,00	km

Deste modo, para os cenários em que for proposto, a aquisição de veículo, além do investimento de aquisição (R\$ 199.000,00), os gastos com seguro e imposto foram colocados como um custo fixo mensal (de R\$ 941,02 por mês).

Para estimar tais custos, houve limitações de algumas informações como de gastos de manutenção do veículo e de consumo que varia com o carregamento.

3.3 CÁLCULO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DAS UVs

Os fluxos de caixa dos cenários escolhidos foram obtidos através do cálculo do lucro mensal bruto (LMB), dado pela equação 1:

$$LMB = Q * i * C \quad (1)$$

Em que:

Q é a quantidade de dejetos tratados por mês, em toneladas;
 i é a taxa de conversão;
 C é a cotação da farinha de peixe, em reais por toneladas;

Subtraindo-se então, as despesas mensais com mão-de-obra, água, transporte e aluguel (quando utilizados) do LMB.

3.3.1 Cálculo de indicadores econômicos

Visando avaliar a viabilidade econômica da implantação da unidade valorizadora, foram realizados cálculos de indicadores econômicos tais como o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR).

O VPL é utilizado como critério de decisão para investimentos e objetiva determinar o valor econômico atualizado no instante inicial (da implantação) considerando um fluxo de caixa formado por entradas e saídas. Se o valor presente de todo o fluxo de caixa em um dado horizonte de projeto é igual a zero, significa que os benefícios e custos do empreendimento são equivalentes. Se o resultado do VPL é maior que zero, significa que os benefícios são maiores que os custos e, conseqüentemente, para VPL menor que zero, os custos são maiores que os benefícios. O VPL é dado pela equação 2 (ASSAF NETO, 2012):

$$VPL = \frac{F_{t1}}{(1+j)^1} + \frac{F_{t2}}{(1+j)^2} + (\dots) + \frac{F_{tn}}{(1+j)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+j)^t} \quad (2)$$

Em que:

F_{tn} são os fluxos de caixa em um dado período t ;

j é a taxa de juros para determinado período;

t é o período, em meses;

n é o momento final do projeto.

O VPL pode ser obtido subtraindo-se do total do investimento inicial, os fluxos de caixa de cada período trazidos para o valor presente, para um dado horizonte de duração do projeto. O VPL tem como objetivo descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente. Deste modo, se o VPL obtido for igual a R\$ 0, significa que o empreendimento retorna os investimentos, porém, sem lucro. Se o

VPL for maior que R\$ 0, significa que ele poderá gerar riqueza, e o contrário se for menor que R\$ 0 (ASSAF NETO, 2012).

A taxa utilizada para aplicação foi de 1,25% ao mês. Esta taxa foi obtida através de simulações de consultas em cooperativas de crédito.

O horizonte de projeto, ou período final utilizado foi de 10 anos, ou 120 meses, partindo do princípio que os equipamentos adquiridos deverão ter uma vida útil de, no mínimo, 10 anos.

Não foi considerado o valor residual da venda dos equipamentos após os 10 anos de utilização. Ou seja, além do VPL, ao final dos 10 anos de projeto, parte do investimento inicial poderia ainda ser ressarcido através da venda de equipamentos.

O outro indicador econômico utilizado para avaliar a viabilidade de implantação das UVs foi a TIR. A TIR é a taxa de juros que iguala, em um dado momento, os fluxos (entradas e saídas) de caixa. Ou seja, uma taxa de juros a partir da qual, que, se aplicada a uma série de fluxo de caixa o projeto começa a trazer benefícios (ASSAF NETO, 2012).

A TIR é obtida através de um cálculo iterativo que iguala o VPL ao quociente do fluxo de caixa (Ft) por uma taxa juros compostos em um determinado período de tempo, equação 3 (ASSAF NETO, 2012) :

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Em que:
 $i = \text{TIR}$.

Como no VPL, se o resultado obtido para TIR for positivo, indica que o empreendimento gera riqueza. Se igual à zero, significa que paga os custos, sem gerar lucro e que, portanto, se menor que zero, os custos serão maiores que os benefícios.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os cenários propostos estão apresentados separadamente, seguindo-se a discussão comparando os valores obtidos para cada UV.

4.1 CENÁRIO 1

A Tabela 21 apresenta o resumo das variáveis adotadas, o levantamento de custos e os resultados dos indicadores econômicos para a implantação da unidade valorizadora para o cenário 1

Tabela 21- Variáveis do Cenário 1.

Cenário 1	
Capacidade diária:	1,5 ton
Capacidade mensal:	45 ton
Taxa de conversão	0,07
Cotação	R\$ 5.214,38
Lucro Bruto mensal	R\$ 16.425,30
Água	R\$ 65,00
Mão-de-obra	R\$ 4.299,26
Combustível	R\$ -
Gasto fixo caminhão	R\$ -
Aluguel	R\$ -
Lucro Líquido mensal	R\$ 12.061,03
Custo construção galpão	R\$ 236.662,95
Custo equipamentos	R\$ 216.702,14
Aquisição do caminhão	R\$ -
Investimento total	R\$ 453.365,09
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	R\$ 294.212,12
TIR	1,261% a.m.

Para o Cenário 1 foram adotados parâmetros de capacidade diária de tratamento de 1,5 toneladas e taxa de conversão e cotação realistas. Todas as UVs 1,5 foram propostas para implantação na própria

propriedade de criação de suínos. Ou seja, foi estimado um valor de construção de galpão e custo de equipamentos, não foi considerada a aquisição de veículo (uma vez que a UV será alimentada com a própria produção), tampouco de aluguel.

O VPL obtido foi de R\$ 294.212,12, ou seja, com a implantação da UV proposta no cenário 1, poderá gerar esse montante em valor presente. Reafirmando a viabilidade, a TIR obtida também é maior que zero. Isto significa que, em um cenário realista de conversão de biomassa e cotação para a venda da farinha de BSF, a implantação de uma UV 1,5 ton/dia *in loco* é viável, para os parâmetros adotados neste trabalho.

4.2 CENÁRIO 2

Para o Cenário 2, foram adotadas variáveis pessimistas em relação ao Cenário 1, conforme segue tabela:

Tabela 22- Variáveis do Cenário 2.

Cenário 2	
Capacidade diária:	1,5 ton
Capacidade mensal:	45 ton
Taxa de conversão	0,05
Cotação	R\$ 5.214,38
Lucro Bruto mensal	R\$ 11.732,36
Água	R\$ 65,00
Mão-de-obra	R\$ 4.299,26
Combustível	R\$ -
Gasto fixo caminhão	R\$ -
Aluguel	R\$ -
Lucro Líquido mensal	R\$ 7.368,09
Custo construção galpão	R\$ 236.662,95
Custo equipamentos	R\$ 216.702,14
Aquisição do caminhão	R\$ -
Investimento total	R\$ 453.365,09
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	R\$ 3.330,21
TIR	0,016% a.m.

O Cenário 2 proposto se difere do primeiro apenas em relação à taxa de conversão de biomassa e à cotação de venda da farinha de BSF. Os resultados de VPL e TIR indicam que, ainda que o empreendimento seja instalado e não tenha a produtividade esperada (expressa pela taxa de conversão), combinado à uma baixa cotação de venda de farinha de BSF, continuará sendo economicamente viável.

4.3 CENÁRIO 3

Para o Cenário 3 foram utilizados valores realistas de taxa de conversão e de cotação conforme mostrado na Tabela 23.

Tabela 23- Variáveis do Cenário 3.

Cenário 3	
Capacidade diária:	3 ton
Capacidade mensal:	90 ton
Taxa de conversão	0,07
Cotação	R\$ 5.214,38
Lucro Bruto mensal	R\$ 32.850,59
Água	R\$ 161,80
Mão-de-obra	R\$ 6.448,90
Combustível	R\$ -
Gasto fixo caminhão	R\$ -
Aluguel	R\$ -
Lucro Líquido mensal	R\$ 26.239,90
Custo construção galpão	R\$ 393.510,16
Custo equipamentos	R\$ 428.375,58
Aquisição do caminhão	R\$ -
Investimento total	R\$ 821.885,74
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	R\$ 804.537,91
TIR	1,839% a.m.

Os Cenários 3 e 4 propuseram a avaliação de UV com capacidade diária de tratamento de 3 toneladas, para instalação construída *in loco*, dentro da área do estabelecimento produtor de suínos. Por este motivo, não foram considerados gastos de aluguel e veículo.

Os resultados obtidos para o Cenário 3 indicaram que a implantação de uma UV 3 é viável economicamente. Observa-se ainda que, o potencial de retorno do investimento em valor presente é de R\$ 804.537,91. Os resultados do fluxo de caixa deste empreendimento indicaram ainda que o valor investido retorna em 39 meses (3 anos e 3 meses).

4.4 CENÁRIO 4

Conforme mencionado no item anterior, o Cenário 4 se difere do Cenário 3 apenas nas variáveis de taxa de conversão e cotação, que foram colocadas como a composição mais pessimista possível para uma UV 3. Segue tabela com variáveis do Cenário 4:

Tabela 24- Variáveis do Cenário 4.

Cenário 4	
Capacidade diária:	3 ton
Capacidade mensal:	90 ton
Taxa de conversão	0,05
Cotação	R\$ 4.315,55
Lucro Bruto mensal	R\$ 19.419,98
Água	R\$ 161,80
Mão-de-obra	R\$ 6.448,90
Combustível	R\$ -
Gasto fixo caminhão	R\$ -
Aluguel	R\$ -
Lucro Líquido mensal	R\$ 12.809,28
Custo construção galpão	R\$ 393.510,16
Custo equipamentos	R\$ 428.375,58
Aquisição do caminhão	R\$ -
Investimento total	R\$ 821.885,74
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	-R\$ 27.930,09
TIR	-0,074% a.m.

Os resultados indicaram, tanto pelo VPL quanto pela TIR, que, caso uma UV 3 seja implantada em um estabelecimento produtor de suínos e as condições de criação das larvas não proporcionem uma taxa

de conversão maior que 0,05; combinadas com uma cotação de venda da farinha de BSF de R\$ 4.315,55 – pessimista; o empreendimento, então, não é viável.

4.5 CENÁRIO 5

Os cenários 5, 6 e 7 propuseram a mesma UV com capacidade de 3 toneladas por dia, porém, em um galpão alugado. Segue tabela com valores:

Tabela 25- Variáveis do Cenário 5.

Cenário 5	
Capacidade diária:	3 ton
Capacidade mensal:	90 ton
Taxa de conversão	0,07
Cotação	R\$ 5.214,38
Lucro Bruto mensal	R\$ 32.850,59
Água	R\$ 161,80
Mão-de-obra	R\$ 6.448,90
Combustível	R\$ 100,00
Gasto fixo caminhão	R\$ 941,02
Aluguel	R\$ 3.781,42
Lucro Líquido mensal	R\$ 21.417,46
Custo construção galpão	R\$ -
Custo equipamentos	R\$ 428.375,58
Aquisição do caminhão	R\$ 199.000,00
Investimento total	R\$ 627.375,58
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	R\$ 700.139,66
TIR	2,072% a.m.

Destaca-se que como foi proposto um cenário realista, foi adotado também que os caminhões percorreriam até 6 viagens por mês de até 20 km para buscar os dejetos, resultando em um custo de R\$ 100,00 por mês com combustível.

Os resultados de VPL e TIR obtidos indicaram que a implantação de uma UV 3 em um galpão alugado, com aquisição de um caminhão e

equipamentos necessários é viável do ponto de vista econômico. O investimento deve retornar em até 37 meses (3 anos e 1 mês), podendo trazer de benefício cerca de R\$ 700.139,66 em valor presente.

4.6 CENÁRIO 6

O sexto cenário proposto para análise, objetiva mostrar a viabilidade do mesmo empreendimento apresentado no Cenário 5, porém, com condições pessimistas de taxa de conversão e despesas com combustível. Segue tabela com variáveis:

Tabela 26 - Variáveis do Cenário 6.

Cenário 6	
Capacidade diária:	3 ton
Capacidade mensal:	90 ton
Taxa de conversão	0,05
Cotação	R\$ 5.214,38
Lucro Bruto mensal	R\$ 23.464,71
Água	R\$ 161,80
Mão-de-obra	R\$ 6.448,90
Combustível	R\$ 200,00
Gasto fixo caminhão	R\$ 941,02
Aluguel	R\$ 3.781,42
Lucro Líquido mensal	R\$ 11.931,58
Custo construção galpão	R\$ -
Custo equipamentos	R\$ 428.375,58
Aquisição do caminhão	R\$ 199.000,00
Investimento total	R\$ 627.375,58
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	R\$ 112.177,57
TIR	0,373% a.m.

Os resultados indicaram que, ainda que se obtenha uma taxa de conversão pessimista, e que seja necessário percorrer cerca de 240 km por mês para buscar dejetos o suficiente, a implantação da UV 3 em um galpão alugado, com aquisição de um caminhão e equipamentos necessários é viável do ponto de vista econômico.

4.7 CENÁRIO 7

O Cenário 7 proposto buscou mostrar o potencial de uma UV 3 como a dos Cenários 5 e 6, mas, com uma combinação de fatores otimistas de taxa de conversão e cotação, conforme Tabela 27.

Tabela 27 - Variáveis do Cenário 7.

Cenário 7	
Capacidade diária:	3 ton
Capacidade mensal:	90 ton
Taxa de conversão	0,09
Cotação	R\$ 6.005,64
Lucro Bruto mensal	R\$ 48.645,68
Água	R\$ 161,80
Mão-de-obra	R\$ 6.448,90
Combustível	R\$ 200,00
Gasto fixo caminhão	R\$ 941,02
Aluguel	R\$ 3.781,42
Lucro Líquido mensal	R\$ 37.112,55
Custo construção galpão	R\$ -
Custo equipamentos	R\$ 428.375,58
Aquisição do caminhão	R\$ 199.000,00
Investimento total	R\$ 627.375,58
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	R\$ 1.672.966,03
TIR	4,602% a.m.

O resultado para a implantação de uma UV 3, em um galpão alugado, com aquisição de um caminhão e equipamentos necessários, se combinados boa taxa de conversão e alta cotação para venda da farinha de larva, apresenta-se como uma ótima oportunidade de negócio.

O retorno do investimento poderá ocorrer em 1 ano e 7 meses, com lucro líquido do horizonte de projeto em valor presente estimado em R\$ 1.672,966,03.

4.8 CENÁRIO 8

Para os cenários 8, 9 e 10 foram adotados capacidade de tratamento diário da UV de 9 toneladas. Os cenários 8 e 9 propõem a implantação em galpão alugado e o 10 em galpão construído *in loco*.

Segue tabela com parâmetros adotados e resultados obtidos para o Cenário 8:

Tabela 28 - Variáveis do Cenário 8.

Cenário 8:	
Capacidade diária:	9 ton
Capacidade mensal:	270 ton
Taxa de conversão	0,07
Cotação	R\$ 5.214,38
Lucro Bruto mensal	R\$ 98.551,78
Água	R\$ 739,65
Mão-de-obra	R\$ 19.346,69
Combustível	R\$ 1.833,33
Gasto fixo caminhão	R\$ 1.833,33
Aluguel	R\$ 14.331,94
Lucro Líquido mensal	R\$ 60.466,84
Custo construção galpão	R\$ -
Custo equipamentos	R\$ 632.232,72
Aquisição do caminhão	R\$ 199.000,00
Investimento total	R\$ 831.232,72
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	R\$ 2.916.674,21
TIR	5,948% a.m.

Destaca-se que para alimentar a UV, foi estimado que seriam realizadas por semana 5 viagens de até 20 km cada, resultando em um custo de combustível de R\$ 1.833,33 por mês.

Portanto, para um cenário que considera valores realistas de taxa de conversão e cotação para venda de farinha, a implantação de uma UV 9 em galpão alugado, com aquisição de veículo e equipamentos, é viável e tem potencial de obtenção de lucro de até R\$ 2.916.674,21 em valor presente para um horizonte de projeto de 10 anos.

4.9 CENÁRIO 9

O Cenário 9 combina valores pessimistas de taxa de conversão e cotação de venda de farinha de BSF. Segue tabela de resultados:

Tabela 29 - Variáveis do Cenário 9.

Cenário 9	
Capacidade diária:	9 ton
Capacidade mensal:	270 ton
Taxa de conversão	0,05
Cotação	R\$ 4.315,55
Lucro Bruto mensal	R\$ 58.259,93
Água	R\$ 739,65
Mão-de-obra	R\$ 19.346,69
Combustível	R\$ 3.666,67
Gasto fixo caminhão	R\$ 3.666,67
Aluguel	R\$ 14.331,94
Lucro Líquido mensal	R\$ 16.508,32
Custo construção galpão	R\$ -
Custo equipamentos	R\$ 632.232,72
Aquisição do caminhão	R\$ 199.000,00
Investimento total	R\$ 831.232,72
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	R\$ 191.999,75
TIR	0,478% a.m.

Salienta-se que para alimentar a UV, foi estimado que seriam realizadas por semana 5 viagens de até 40 km cada, resultando em um custo de combustível de R\$ 3.666,67 por mês.

Como no Cenário 8, para o 9, foi proposto uma UV 9 em galpão alugado. Os resultados indicaram que mesmo se a UV 9 implantada obtiver baixa taxa de conversão e a cotação de venda de farinha de BSF for baixa, ainda assim o empreendimento é viável economicamente. No entanto, para recuperar o investimento realizado nas condições do Cenário 9, seria necessário um tempo de 6 anos e 7 meses.

4.10 CENÁRIO 10

Por fim, para o Cenário 10 foi proposto a implantação *in loco* de uma UV com valores realistas de taxa de conversão e cotação. Optou-se por apresentar esse cenário também porque, embora seja uma UV com grande capacidade, a demanda de área para um galpão da UV 9 não chega à 0,2 hectares, que pode ser comumente uma área disponível em grandes propriedades de criação de suínos. Segue tabela:

Tabela 30 - Variáveis do Cenário 10.

Cenário 10	
Capacidade diária:	9
Capacidade mensal:	270
Taxa de conversão	0,07
Cotação	R\$ 5.215,38
Lucro Bruto mensal	R\$ 98.570,68
Água	R\$ 739,65
Mão-de-obra	R\$ 19.346,69
Combustível	R\$ -
Gasto fixo caminhão	R\$ -
Aluguel	R\$ -
Lucro Líquido mensal	R\$ 78.484,35
Custo construção galpão	R\$ 1.491.440,63
Custo equipamentos	R\$ 632.232,72
Aquisição do caminhão	R\$ -
Investimento total	R\$ 2.123.673,35
Taxa aplicada	1,25% a.m
VPL	R\$ 2.741.009,94
TIR	2,366% a.m.

Os resultados de VPL e TIR apresentados indicam que é viável do ponto de vista econômico a implantação de uma UV 9 em uma propriedade produtora de suínos em condições realistas de taxa de conversão e cotação para venda da farinha de BSF. O tempo necessário para retorno do investimento é de 2 anos e nove meses.

4.11 COMPARAÇÃO ENTRE OS CENÁRIOS AVALIADOS

A tabela sintetiza os resultados apresentados nos itens anteriores:

Tabela 31- Resumo de resultados

Cenários	ton dejetos por dia	Taxa de conversão	Cotação	G.P. ou Aluguel?	Tempo de retorno do investimento (meses)
1	1,5	0,07	R\$ 5.214,38	G.P.	51
2	1,5	0,05	R\$ 5.214,38	G.P.	118
3	3	0,07	R\$ 5.214,38	G.P.	39
4	3	0,05	R\$ 4.315,55	G.P.	Inviável economicamente
5	3	0,07	R\$ 5.214,38	Aluguel	36
6	3	0,05	R\$ 5.214,38	Aluguel	86
7	3	0,09	R\$ 6.005,64	Aluguel	19
8	9	0,07	R\$ 5.214,38	Aluguel	15
9	9	0,05	R\$ 4.315,55	Aluguel	79
10	9	0,05	R\$ 5.215,38	G.P.	33

*G.P. - Galpão Próprio

Foi possível observar que na maioria dos cenários propostos, a implantação das UVs com diferentes variáveis são viáveis economicamente. A única exceção foi da implantação de uma unidade com capacidade de 3 toneladas por dia em estabelecimento próprio caso a taxa de conversão e a cotação de venda de farinha de BSF sejam pessimistas conforme valores estipulados na metodologia durante todo o horizonte de 10 anos de projeto.

De maneira similar, a UV 1,5 em estabelecimento próprio, com as estimativas de taxa de conversão e cotação pessimistas, apresentou baixo retorno financeiro, com tempo estimado para retomada do valor investido de 9 anos e 10 meses. Apesar disso, considera-se que por se tratar de uma unidade com menor capacidade suporte, o controle sob a produção deverá ser maior, fazendo com que seja pouco provável uma taxa de conversão tão baixa.

Nos estabelecimentos produtores, o ideal seria que a cama de suíno fosse coletada e encaminhada para outro local para prosseguir o

tratamento. Também por questões de biossegurança, não é recomendável que a coleta de esterco de suíno se realize em mais de uma propriedade por trajeto, por haver possibilidade de contaminação da propriedade ao se transitar com material com risco biológico oriundo de outros estabelecimentos.

A ausência de informações complementares o suficiente para calcular a taxa de esterco de suíno bruto convertido em farinha seca de BSF foi um dos fatores limitantes para este trabalho. Como não foi possível obter dados mais claros de taxa de conversão de dejetos de suínos em farinha seca de BSF e, sabendo que o tipo de substrato é um dos fatores que influem na taxa de conversão, podem ocorrer variações nos montantes produzidos.

Cabe salientar também que este empreendimento não visa apenas o lucro, mas a aplicação de uma tecnologia sustentável para minimização de impactos ambientais ocasionados pela geração de dejetos de suínos. Portanto, sob este ponto de vista, por se apresentar como uma solução sustentável que além de tratar dejetos ainda produz alimentos e biofertilizantes, a implantação da UV é vantajosa.

Para os cenários de UV 9, mesmo na pior situação, o retorno financeiro deverá ocorrer em pouco mais da metade da vida útil do projeto. Neste caso, vale lembrar ainda que não foi contabilizada a possível venda de equipamentos, do veículo e máquinas adquiridas, bem como os custos de finalização do empreendimento. Portanto, principalmente para os cenários em que o investimento para implantação é maior, no fim da vida útil do projeto, parte do investimento inicial deverá ser retornado pelo valor residual dos equipamentos, máquinas e veículo.

Para a concretização de um projeto como este no Brasil, seria necessário a revisão das imposições de leis que ainda não permitem o uso da farinha de BSF, principalmente oriunda do tratamento de resíduos para fabricação de ração animal.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou apresentar o potencial poluidor dos grandes volumes de dejetos de suínos gerados no estado de Santa Catarina. De maneira complementar, foi discorrido sobre a problemática global da necessidade de aumentar a produção de alimentos no mundo para atender uma demanda futura. Então, foi apresentada a mosca *Hermetia illucens* que já é produzida em grande escala em outros países como alternativa para a fabricação de ração para peixe, frango e suínos.

Devido aos altos índices de proteína, aminoácidos e gorduras, diversas pesquisas apresentaram o potencial de substituição da farinha de peixe, que atualmente é muito utilizada, pela farinha de BSF. Embora a taxa de conversão de resíduo orgânico em BSF dependa de boas condições de temperatura, umidade, luminosidade e oferta de alimento, as boas condições operacionais da criação de larvas não são muito difíceis de serem alcançadas. Os dejetos digeridos pela larva, concentram altos índices de nitrogênio e fósforo, podendo ser utilizado como biofertilizantes.

Assim sendo, a criação de larvas para produção de ração animal se mostra uma solução sustentável sob a ótica que trata resíduos com alto potencial poluidor produzindo, ainda, proteína animal e biofertilizante.

A proposição de cenários para a implantação de UVs no oeste de Santa Catarina, onde tem um polo produtor de suínos, e, conseqüente polo gerador de dejetos, buscou avaliar se a implantação desse tipo de empreendimento é viável mesmo para questões mais extremas de taxa de conversão, cotação e gastos operacionais. De modo geral, os resultados foram positivos em quase todos os cenários avaliados, com exceção de um, no qual foi combinado baixa capacidade de quantidade de dejetos, com baixa conversão e ainda baixa cotação para venda de farinha de BSF. Com exceção deste, todos os outros 9 cenários resultaram em valores positivos dos fluxos de caixa para um valor presente. Destaque ainda para os empreendimentos de maior porte, que, mesmo com valores realistas de taxa de conversão e cotação, apresentaram alto valor para lucro potencial.

Cabe mencionar também que para nenhum cenário foi contabilizada a possível venda de equipamentos, do veículo e máquinas adquiridas. Portanto, principalmente para os cenários em que se propôs maior investimento para implantação, ao fim da vida útil do projeto, parte do investimento inicial deverá ser retornado pelo valor residual dos

equipamentos, máquinas e veículo. Do mesmo modo, não foram contabilizados possíveis gastos decorrentes do encerramento e finalização do empreendimento.

Por fim, cabe destacar também que este tipo de empreendimento não visa apenas o lucro, mas a aplicação de uma tecnologia sustentável para minimização de impactos ambientais ocasionados pela geração de dejetos de suínos. Portanto, sob este ponto de vista, por se apresentar como uma solução sustentável que além de tratar dejetos ainda produz alimentos e biofertilizantes, a implantação de UV de bioconversão de dejetos em proteína animal e biofertilizantes é vantajosa não só pela ótica do lucro mas, principalmente, pelo ganho ambiental. No entanto, as limitações impostas por leis que regulamentam sobre a qualidade dos alimentos utilizados para criação de animais, pode representar um obstáculo na concretização de um projeto como este.

REFERÊNCIAS

- AGRIPROTEIN. **About Us**. Disponível em: [<https://agriprotein.com/about-us/>](https://agriprotein.com/about-us/). Acesso em: 10 nov. 2018.
- AL-QAZZAZ, Mohammed Farooq Abdulhameed et al. Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 45, n. 9, p.518-523, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902016000900003>.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Matemática Financeira e suas aplicações**. 12. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2012. 287 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (Distrito Federal). **MANUAL BRASILEIRO DE BOAS PRÁTICAS AGROPECUÁRIAS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS**. Brasília: Abcs, 2011. Disponível em: <http://www.abcs.org.br/producao/manual-de-boas-praticas>>. Acesso em: 22 out. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA) (São Paulo). **RELATÓRIO ANUAL 2018**. São Paulo: Abpa, 2018. 176 p. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em: 22 out. 2018.
- BARROS, Luana Machado. **Bionomia e morfologia dos estágios imaturos de Hermetia Illucens (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae) de interesse forense em Manaus, Amazonas, Brasil**. 2017. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2017.
- BAUMANN, Verena. **Potential of fly larvae from biogenous waste as a source of protein to replace soybean in Austria**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economics And Social Sciences, University Of Natural Resources And Life Sciences, Viena, 2012.
- BEHRE, Eike et al. **INSECTS AS LIVESTOCK FEED**. Wageningen: Un Policy Analysis Branch, Division For Sustainable Development, 2017. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/12867Policy_brief_Insects.pdf>. Acesso em: 22 out. 2018.
- BRASIL. Constituição (1997). Decreto nº 24.569, de 31 de julho de 1997. Consolida e regulamenta a legislação do Imposto Sobre Operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicações (ICMS). **Decreto Nº 24.569 de 1997**. Brasília, 31 jul. 1997. Disponível

em:

<http://www.legiscenter.com.br/minha_conta/bj_plus/direito_tributario/atos_legais_estaduais/ceara/decretos/1997/decreto_24569_de_04-08-97.htm>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CAGED. **Classificação Brasileira de Ocupações**. Disponível

em:

<<http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/pesquisas/BuscaPorTitulo.jsf;jsessionid=NDQG1NYwCcJvK5sLviaCRnA7.slave20:mte-cbo>>.

Acesso em: 10 nov. 2018.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC (Org.). **CUB Médio Brasil: Custo Unitário Básico de Construção por m²**. 2018. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/custo-da-construcao/cub-medio-brasil-custo-unitario-basico-de-construcao-por-m2>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CRISTINA VIEIRA (Brasil). Globo (Ed.). **Falta de milho para ração prejudica criadores de frangos e suínos em SC**. 2016. Disponível em:

<<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/05/falta-de-milho-para-racao-prejudica-criadores-de-frangos-e-suinos-em-sc.html>>.

Acesso em: 06 nov. 2018.

DIENER, Stefan et al. Biological Treatment of Municipal Organic Waste using Black Soldier Fly Larvae. **Waste And Biomass Valorization**, [s.l.], v. 2, n. 4, p.357-363, 18 jun. 2011. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s12649-011-9079-1>.

DORTMANS; DIENER; VERSTAPPEN. **Black Soldier Fly Biowaste Processing: A Step-by-Step Guide**. Dübendorf: Eawag: Swiss Federal Institute Of Aquatic Science And Technology, 2017. Disponível em:

<https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/publikationen/SWM/BSF/BSF_Biowaste_Process>. Acesso em: 03 out. 2018.

DOSSEY, Aaron T.; MORALES-RAMOS, Juan A.; ROJAS, M. Guadalupe. **Insects as Sustainable Food Ingredients: Production, Processing and Food Applications**. Usa: Elsevier Inc., 2016. 52 p.

EGESTOR. **Como calcular o custo de um funcionário na sua empresa?** 2017. Disponível em: <<https://blog.egestor.com.br/como-calcular-o-custo-de-um-funcionario-na-sua-empresa/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

EMBRAPA (Org.). **Produção Suínos: Nutrição**.. 2003. Disponível em:

<<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/nutricao.html>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

EMBRAPA (Org.). **Recomendações técnicas para a produção, abate, processamento e comercialização de frangos de corte**: Alimentação. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/frangos/index.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

EMBRAPA (Santa Catarina). **Sistemas de Produção**: Sistema de Produção de Leitões baseado em Planejamento, Gestão e Padrões Operacionais. Concórdia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Suínos e Aves, 2013. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/leitoeos/sp4.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

ENTERRA. **Your partner in the future of feed**. 2018. Disponível em: <<http://enterrafeed.com/about/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (Roma). United Nations. **The State of food and agriculture: LEVERAGING FOOD SYSTEMS FOR INCLUSIVE RURAL TRANSFORMATION**. Rome: Fao, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-I7658e.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2018.

GOSMANN, Hugo Adolfo. **Estudos Comparativos com Bioesterqueira e Esterqueira para Armazenamento e Valorização dos Dejetos de Suínos**. 1997. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

GUANGZHOU UNIQUE. **Perfil da Empresa**. 2018. Disponível em: <<http://gzunique.com.cn/#about>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

HOLMES, Leslie. **Role of Abiotic Factors on the Development and Life History of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae)**. 2010. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biological Sciences, University Of Windsor, Windsor, 2010.

IBGE. **Síntese de Indicadores 2013 - 2ª edição**. 2013. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimen/to/pnad2013/default_sintese.shtm>. Acesso em: 10 nov. 2018.

INDEXMUNDI (Ed.). **Fishmeal Monthly Price - Brazilian Real per Metric Ton**. 2018. Disponível em: <<https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=fish-meal&months=12&cy=brl>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

IQBAL, S. Duckweed Aquaculture. Potentials, Possibilities and Limitations, for Combined Wastewater Treatment and Animal Feed Production in Developing Countries. Switzerland. SANDEC report n.6 91pp. mar.1999.

KONZEN, LA Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejadas em forma líquida. Belo Horizonte: UFMG, 1980. 56p. Tese Mestrado.

LALANDER, C. et al. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black sold. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 208, p.211-219, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.017>.

LALANDER, Cecilia et al. Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) — From a hygiene aspect. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 458-460, p.312-318, ago. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.033>.

LALANDER, Cecilia H. et al. High waste-to-biomass conversion and efficient *Salmonella* spp. reduction using black soldier fly for waste recycling. **Agronomy For Sustainable Development**, [s.l.], v. 35, n. 1, p.261-271, 2 jul. 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s13593-014-0235-4>.

MAGALHÃES, Rui et al. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a fish meal replacement in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, [s.l.], v. 476, p.79-85, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.04.021>.

MAKKAR, H. P. S. et al. 'State-of-the-art on use of insects as animal feed', *Animal Feed Science and Technology*, 197, (2014) pp. 1-33.

MARQUES, C. A. Microgeração de energia elétrica em uma propriedade rural utilizando biogás como fonte primária de energia elétrica. 2012. 81p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel, 2012.

MFRURAL. Farinha de Peixe. Disponível em: <<http://www.mfrural.com.br/busca.aspx?palavras=farina+peixe>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

MIRANDA, Cláudio Rocha de. **Avaliação de Estratégias para Sustentabilidade da Suinocultura.** 2005. 264 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MOMENTO DO CAMPO. CRIAÇÃO DE SUÍNOS. 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zbdPBBgALdM>>. Acesso em: 22 out. 2018.

NEWTON, G. L.; SHEPPARD, D. C.; WATSON, W.. The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool. **Resource Recovery Tool**, Georgia, p.2-7, jan. 2005a. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237345975_The_black_soldier_fly_Hermetia_illucens_as_a_manure_managementresource_recovery_tool>. Acesso em: 01 nov. 2018.

NEWTON, Larry et al. **USING THE BLACK SOLDIER FLY, *Hermetia illucens*, AS A VALUE-ADDED TOOL FOR THE MANAGEMENT OF SWINE MANURE**. Georgia: University Of Georgia, 2005b.

NYAKERI, E.m. et al. An open system for farming black soldier fly larvae as a source of proteins for smallscale poultry and fish production. **Journal Of Insects As Food And Feed**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.51-56, 25 mar. 2017. Wageningen Academic Publishers. <http://dx.doi.org/10.3920/jiff2016.0030>.

OLIVEIRA, Paulo Armando V. de. **Manual de Manejo e Utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Suínos e Aves, 1993. 96 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/434003/manual-de-manejo-e-utilizacao-dos-dejetos-de-suinos>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

OLIVEIRA, P. A. V. de (Coord.). **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p.

Organização das Nações Unidas (Org.). **FAO participa de semana nacional de conscientização sobre desperdício de alimentos**. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/fao-participa-de-semana-nacional-de-conscientizacao-sobre-desperdicio-de-alimentos/>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Onu (Org.). **Objetivo 2. Fome zero e agricultura sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods2/>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

PORTAL SUÍNOS E AVES. **Alta do milho e soja encarece produção de frangos e suínos**. 2012b. Disponível em: <<https://www.portalsuinoeaves.com.br/alta-do-milho-e-soja-encarece-producao-de-frangos-e-suinos/>>. Acesso em: 22 out. 2018.

PORTAL SUÍNOS E AVES. **Aumenta o custo de produção para suínos e aves.** 2016. Disponível em: <<https://www.portalsuinoseaves.com.br/aumenta-o-custo-de-producao-para-suinos-e-aves/>>. Acesso em: 22 out. 2018.

PORTAL SUÍNOS E AVES. **Falta de ração para frangos e suínos atinge Santa Catarina.** 2012a. Disponível em: <<https://www.portalsuinoseaves.com.br/falta-de-racao-para-frangos-e-suinos-atinge-santa-catarina/>>. Acesso em: 22 out. 2018.

SCHIAVONE, Achille et al. Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat i. **Italian Journal Of Animal Science**, Turin, v. 16, n. 1, p.1-9, out. 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1828051X.2016.1249968>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

SCHIAVONE, Achille et al. Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat in broiler diets: effect on growth performances, feed-choice, blood traits, carcass characteristics and meat quality. **Italian Journal Of Animal Science**, [s.l.], v. 16, n. 1, p.93-100, 21 nov. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/1828051x.2016.1249968>.

SIDRA. **Pesquisa Pecuária Municipal: Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho.** 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SMET, Jeroen de et al. Microbial Community Dynamics during Rearing of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) and Impact on Exploitation Potential. **Applied And Environmental Microbiology**, [s.l.], v. 84, n. 9, p.1-17, 23 fev. 2018. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/aem.02722-17>.

SOUZA, Giuliano Eugênio de et al. **GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS: SUSTENTABILIDADE EM PROPRIEDADE PRODUTORA DE SUÍNOS. Mix Sustentável**, [s.l.], v. 2, n. 2, p.1-10, 12 set. 2016. Mix Sustentável. <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.mix2016.v2.n2.10-19>.

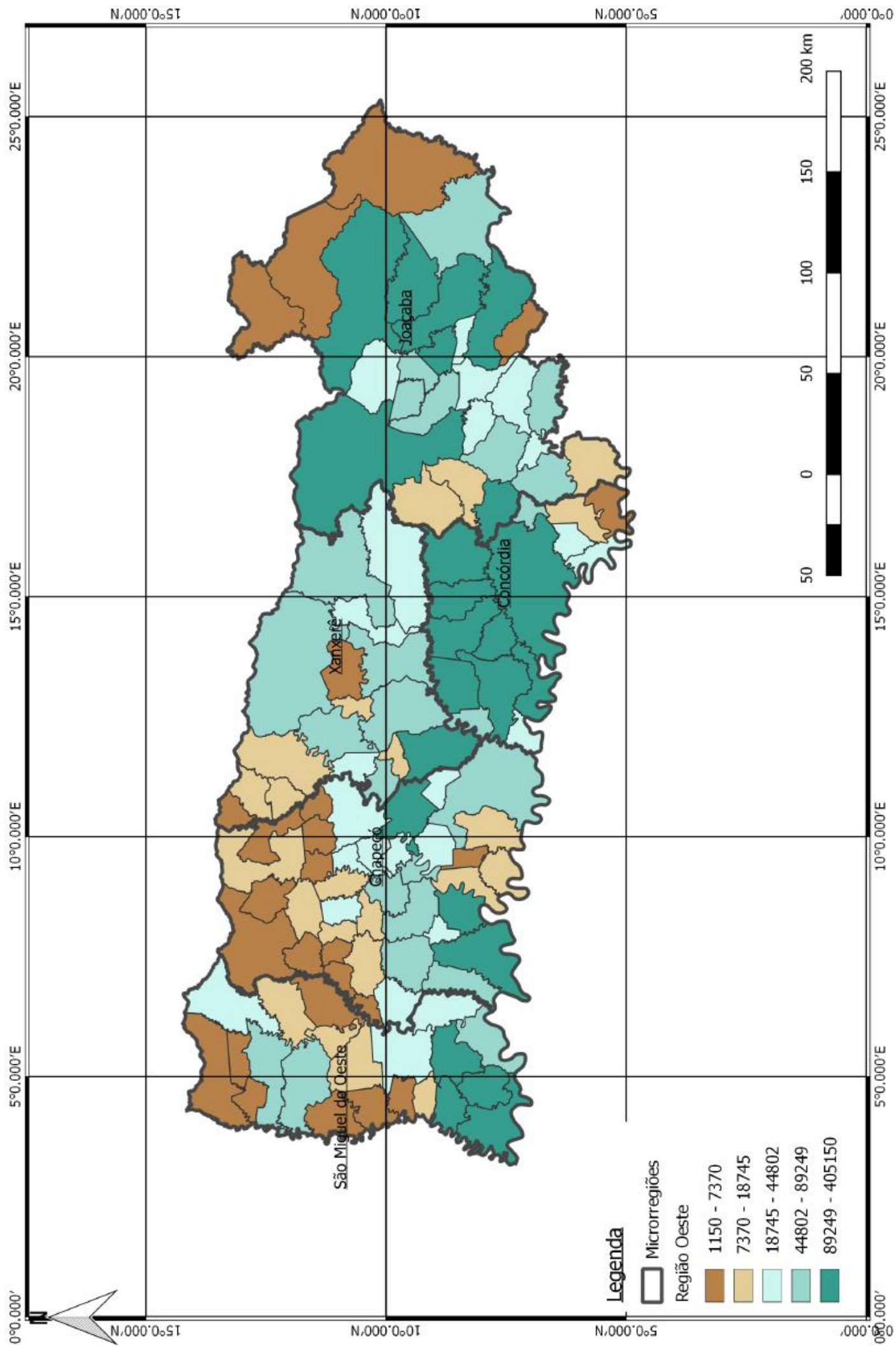
VIDOTTI, Rose Meire; GONÇALVES, Giovani Sampaio. **PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE SILAGEM, FARINHA E ÓLEO DE TILÁPIA E SUA UTILIZAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.** São José do Rio Preto: Fapesp, 2006. 19 p. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/producao_caracterizacao.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2018.

VON SPERLING, Marcos; CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. **Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions**. Londres: Iwa, 2005. 856 p.

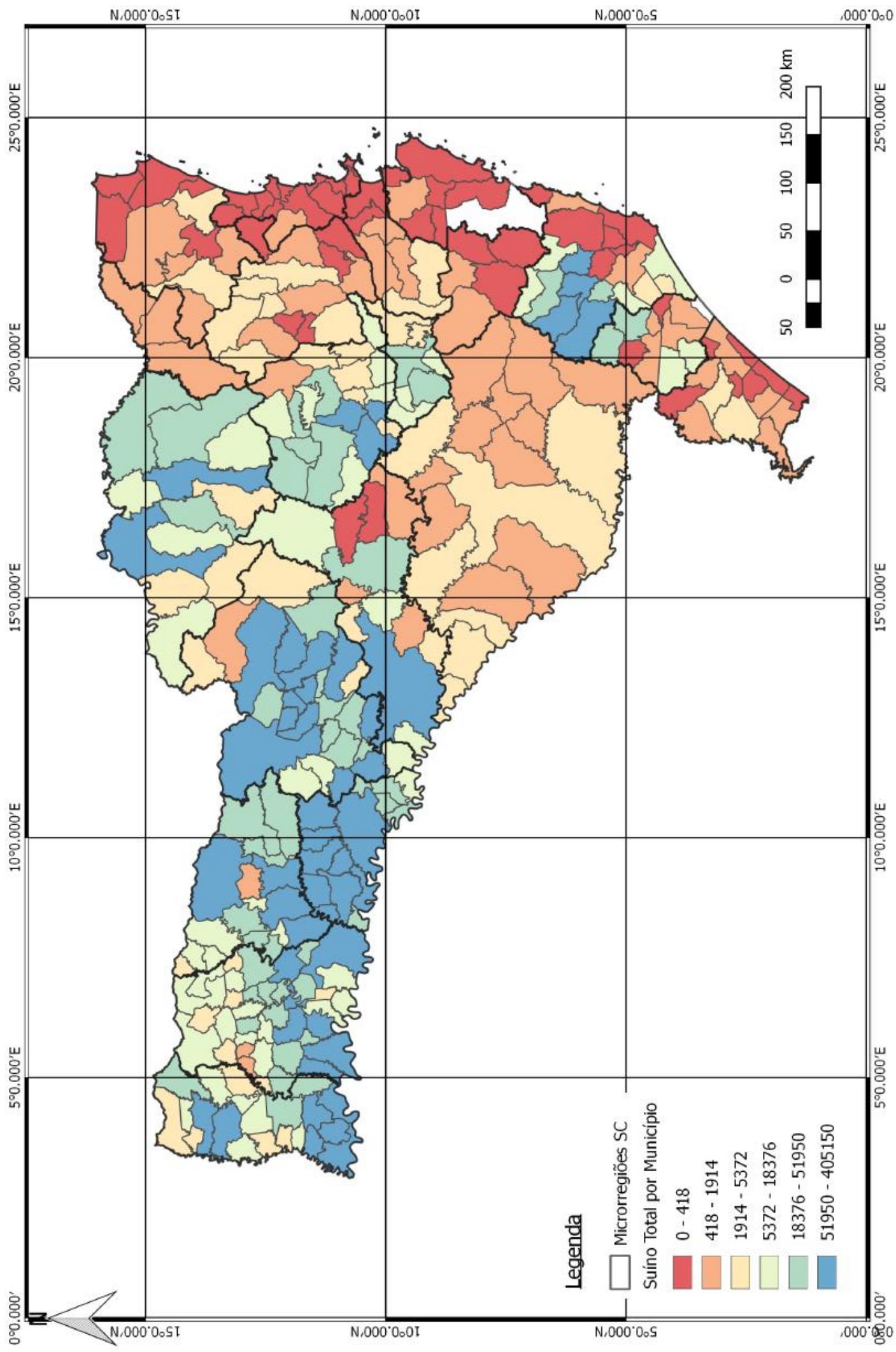
YANG, Yu et al. Biodegradation and Mineralization of Polystyrene by Plastic-Eating Mealworms: Part 2. Role of Gut Microorganisms. **Environmental Science & Technology**, [s.l.], v. 49, n. 20, p.12087-12093, out. 2015. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.5b02663>.

APÊNDICE A – Mapas de total de suínos em Santa Catarina e de Total de suínos nas microrregiões do oeste de Santa Catarina. Os dados foram obtidos no SIDRA (2017).

Total de Suínos (cabeça) no oeste de Santa Catarina



Total de Suínos (cabeça) no oeste de Santa Catarina



APÊNDICE B- Tabelas de equipamentos para cada uma das três UVs.

- Tabela de equipamentos para a UV 1,5:

Capacidade: 1,5 toneladas de resíduo por dia			
Componentes das gaiolas de procriação			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Tecido para Gaiola	4	R\$ 14,70	R\$ 58,80
Zíperes	4	R\$ 5,50	R\$ 22,00
Mão de Obra	4	R\$ 20,00	R\$ 80,00
Ganchos para gaiola	1	R\$ 22,85	R\$ 22,85
Estrutura para gaiolas	2	R\$ 150,00	R\$ 300,00
Recipiente do "atrativo"	4	R\$ 7,00	R\$ 28,00
Cesto de sombreamento	4	R\$ 15,00	R\$ 60,00
Recipiente para água	4	R\$ 22,00	R\$ 88,00
Pano de algodão	4	R\$ 8,90	R\$ 35,60
Tela	2	R\$ 12,00	R\$ 24,00
Cabide da Gaiola	4	R\$ 20,00	R\$ 80,00
Luz de atração	1	R\$ 11,80	R\$ 11,80
Conjunto para oviposição	40	R\$ 2,00	R\$ 80,00
Componentes das gaiolas de pupação			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Recipiente para pupação	64	R\$ 27,90	R\$ 1.785,60
Estrutura para pupação	3	R\$ 170,00	R\$ 510,00
Black out	18	R\$ 8,90	R\$ 160,20
Zíperes	6	R\$ 5,50	R\$ 33,00
Mão de Obra	3	R\$ 30,00	R\$ 90,00
Componentes do berçário			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Estantes para recipientes	1	R\$ 165,00	R\$ 165,00
Recipientes menores	12	R\$ 2,00	R\$ 24,00
Peneira (malha de 1mm)	2	R\$ 106,00	R\$ 212,00
Potes de porções de larvas	36	R\$ 1,26	R\$ 45,36
Recipiente berçário	10	R\$ 27,90	R\$ 279,00
Recipiente de transferência	10	R\$ 27,90	R\$ 279,00
Equipamentos e material (geral)			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Balança de precisão	1	R\$ 1.437,00	R\$ 1.437,00
Balança 15 kg precisão 0,5g	1	R\$ 554,00	R\$ 554,00
Pinças	2	R\$ 13,54	R\$ 27,08
Cronômetro	1	R\$ 9,90	R\$ 9,90
Vassoura, pá, pano	1	R\$ 28,00	R\$ 28,00
Máquinas			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Betoneira	1	R\$ 1.099,00	R\$ 1.099,00
Jato de pressão	1	R\$ 351,40	R\$ 351,40
Unidade de processamento de resíduos			
Unidade de recebimento dos resíduos			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Contentor de resíduos	65	R\$ 39,00	R\$ 2.535,00
Baldes de desaguamento	65	R\$ 23,25	R\$ 1.511,25
Tecido de algodão ou voal	100	R\$ 12,90	R\$ 1.290,00

Unidade de tratamento			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Larveiros	1404	R\$ 27,90	R\$ 39.171,60
Estrutura de metal	234	R\$ 670,00	R\$ 156.780,00
Pallet	39	R\$ 25,00	R\$ 975,00
Unidade de coleta			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Tela	30	R\$ 5,50	R\$ 165,00
Balde	6	R\$ 23,25	R\$ 139,50
Bandejas de secagem	3	R\$ 105,00	R\$ 315,00
Peneira de agitação	1	R\$ 13,70	R\$ 13,70
Unidade de pós-tratamento			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Fogão a gás	1	R\$ 399,00	R\$ 399,00
Panela industrial	1	R\$ 220,00	R\$ 220,00
Mesa de secagem	3	R\$ 700,00	R\$ 2.100,00
Equipamentos e material (geral)			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Triturador	1	R\$ 1.139,00	R\$ 1.139,00
Carrinho de pallets	1	R\$ 1.202,50	R\$ 1.202,50
Balança de precisão	1	R\$ 110,00	R\$ 110,00
Forno de secagem	1	R\$ 655,00	R\$ 655,00
Copos de aluminio	30	R\$ 10,99	R\$ 329,70
Soma total			R\$ 216.702,14

- Tabela de equipamentos para a UV 3:

Capacidade: 3 toneladas de resíduo por dia			
Componentes das gaiolas de procriação			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Tecido para Gaiola	7	R\$ 14,70	R\$ 102,90
Zíperes	7	R\$ 5,50	R\$ 38,50
Mão de Obra	7	R\$ 20,00	R\$ 140,00
Ganchos para gaiola	2	R\$ 22,85	R\$ 45,70
Estrutura para gaiolas	4	R\$ 150,00	R\$ 600,00
Recipiente do "atrativo"	8	R\$ 7,00	R\$ 56,00
Cesto de sombreamento	8	R\$ 15,00	R\$ 120,00
Recipiente para água	8	R\$ 22,00	R\$ 176,00
Pano de algodão	8	R\$ 8,90	R\$ 71,20
Tela	4	R\$ 12,00	R\$ 48,00
Cabide da Gaiola	8	R\$ 20,00	R\$ 160,00
Luz de atração	2	R\$ 11,80	R\$ 23,60
Conjunto para oviposição	80	R\$ 2,00	R\$ 160,00
Componentes das gaiolas de pupação			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Recipiente para pupação	128	R\$ 27,90	R\$ 3.571,20
Estrutura para pupação	6	R\$ 170,00	R\$ 1.020,00
Black out	36	R\$ 8,90	R\$ 320,40
Zíperes	12	R\$ 5,50	R\$ 66,00
Mão de Obra	6	R\$ 30,00	R\$ 180,00
Componentes do berçário			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Estantes para recipientes	2	R\$ 165,00	R\$ 330,00
Recipientes menores	24	R\$ 2,00	R\$ 48,00
Peneira (malha de 1mm)	4	R\$ 106,00	R\$ 424,00
Potes de porções de larvas	72	R\$ 1,26	R\$ 90,72
Recipiente berçário	20	R\$ 27,90	R\$ 558,00
Recipiente de transferência	20	R\$ 27,90	R\$ 558,00
Equipamentos e material (geral)			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Balança de precisão	2	R\$ 1.437,00	R\$ 2.874,00
Balança 15 kg precisão 0,5g	1	R\$ 554,00	R\$ 554,00
Pinças	4	R\$ 13,54	R\$ 54,16
Cronômetro	2	R\$ 9,90	R\$ 19,80
Vassoura, pá, pano	1	R\$ 28,00	R\$ 28,00
Máquinas			
Item	Quantidade 1 ton	Preço Unitário	Preço Total
Betoneira	1	R\$ 1.099,00	R\$ 1.099,00
Jato de pressão	1	R\$ 351,40	R\$ 351,40
Unidade de processamento de resíduos			
Unidade de recebimento dos resíduos			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Contentor de resíduos	130	R\$ 39,00	R\$ 5.070,00
Baldes de desaguamento	130	R\$ 23,25	R\$ 3.022,50
Tecido de algodão ou voal	200	R\$ 12,90	R\$ 2.580,00
Unidade de tratamento			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Larveiros	2808	R\$ 27,90	R\$ 78.343,20
Estrutura de metal	468	R\$ 670,00	R\$ 313.560,00
Pallet	78	R\$ 25,00	R\$ 1.950,00

Unidade de coleta			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Tela	60	R\$ 5,50	R\$ 330,00
Balde	12	R\$ 23,25	R\$ 279,00
Bandejas de secagem	6	R\$ 105,00	R\$ 630,00
Peneira de agitação	2	R\$ 13,70	R\$ 27,40
Unidade de pós-tratamento			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Fogão a gás	1	R\$ 399,00	R\$ 399,00
Panela industrial	1	R\$ 220,00	R\$ 220,00
Mesa de secagem	6	R\$ 700,00	R\$ 4.200,00
Equipamentos e material (geral)			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Triturador	1	R\$ 1.139,00	R\$ 1.139,00
Carrinho de pallets	1	R\$ 1.202,50	R\$ 1.202,50
Balança de precisão	2	R\$ 110,00	R\$ 220,00
Forno de secagem	1	R\$ 655,00	R\$ 655,00
Copos de alumínio	60	R\$ 10,99	R\$ 659,40
Soma Total			R\$ 428.375,58

- Tabelas de equipamentos para a UV 9:

Capacidade: 9 toneladas de resíduo por dia			
Componentes das gaiolas de procriação			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Tecido para Gaiola	36	R\$ 14,70	R\$ 529,20
Zíperes	36	R\$ 5,50	R\$ 198,00
Mão de Obra	36	R\$ 20,00	R\$ 720,00
Ganchos para gaiola	9	R\$ 22,85	R\$ 205,65
Estrutura para gaiolas	18	R\$ 150,00	R\$ 2.700,00
Recipiente do "atrativo"	36	R\$ 7,00	R\$ 252,00
Cesto de sombreamento	36	R\$ 15,00	R\$ 540,00
Recipiente para água	36	R\$ 22,00	R\$ 792,00
Pano de algodão	36	R\$ 8,90	R\$ 320,40
Tela	18	R\$ 12,00	R\$ 216,00
Cabide da Gaiola	36	R\$ 20,00	R\$ 720,00
Luz de atração	9	R\$ 11,80	R\$ 106,20
Conjunto para oviposição	360	R\$ 2,00	R\$ 720,00
Componentes das gaiolas de pupação			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Recipiente para pupação	576	R\$ 27,90	R\$ 16.070,40
Estrutura para pupação	27	R\$ 170,00	R\$ 4.590,00
Black out	162	R\$ 8,90	R\$ 1.441,80
Zíperes	54	R\$ 5,50	R\$ 297,00
Mão de Obra	27	R\$ 30,00	R\$ 810,00
Componentes do berçário			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Estantes para recipientes	9	R\$ 165,00	R\$ 1.485,00
Recipientes menores	108	R\$ 2,00	R\$ 216,00
Peneira (malha de 1mm)	18	R\$ 106,00	R\$ 1.908,00
Potes de porções de larvas	324	R\$ 1,26	R\$ 408,24
Recipiente berçário	90	R\$ 27,90	R\$ 2.511,00
Recipiente de transferência	90	R\$ 27,90	R\$ 2.511,00
Equipamentos e material (geral)			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Balança de precisão	1	R\$ 1.437,00	R\$ 1.437,00
Balança 15 kg precisão 0,5g	2	R\$ 554,00	R\$ 1.108,00
Pinças	2	R\$ 13,54	R\$ 27,08
Cronômetro	9	R\$ 9,90	R\$ 89,10
Vassoura, pá, pano	2	R\$ 28,00	R\$ 56,00
Máquinas			
Item	Quantidade 1 ton	Preço Unitário	Preço Total
Betoneira	1	R\$ 1.099,00	R\$ 1.099,00
Jato de pressão	1	R\$ 351,40	R\$ 351,40
Unidade de processamento de resíduos			
Unidade de recebimento dos resíduos			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Contentor de resíduos	585	R\$ 39,00	R\$ 22.815,00
Baldes de desaguamento	585	R\$ 23,25	R\$ 13.601,25
Tecido de algodão ou voal	900	R\$ 12,90	R\$ 11.610,00
Unidade de tratamento			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Larveiros	12636	R\$ 27,90	R\$ 352.544,40
Estrutura de metal	234	R\$ 670,00	R\$ 156.780,00
Pallet	39	R\$ 25,00	R\$ 975,00

Unidade de coleta			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Tela	270	R\$ 5,50	R\$ 1.485,00
Balde	54	R\$ 23,25	R\$ 1.255,50
Bandejas de secagem	27	R\$ 105,00	R\$ 2.835,00
Peneira de agitação	9	R\$ 13,70	R\$ 123,30
Unidade de pós-tratamento			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Fogão a gás	1	R\$ 399,00	R\$ 399,00
Panela industrial	1	R\$ 220,00	R\$ 220,00
Mesa de secagem	27	R\$ 700,00	R\$ 18.900,00
Equipamentos e material (geral)			
Item	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Triturador	1	R\$ 1.139,00	R\$ 1.139,00
Carrinho de pallets	1	R\$ 1.202,50	R\$ 1.202,50
Balança de precisão	9	R\$ 110,00	R\$ 990,00
Forno de secagem	1	R\$ 655,00	R\$ 655,00
Copos de aluminio	270	R\$ 10,99	R\$ 2.967,30
Soma Total			R\$ 634.932,72