

ISBN 978-65-00-23054-3

ISSNe 2596-237X



ENSUS

ANAIS

V.9, N.3
2021

SUSTENTABILIDADE GERAL & RESÍDUOS



IX Encontro de Sustentabilidade em Projeto
19, 20, 21 e 28 de Maio, 04 e 11 de Junho

Realização:



Apoio Institucional:



ORGANIZAÇÃO

Organizadores

Profa. Lisiane Ilha Librelotto, Dra. | PósARQ/UFSC
Prof. Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. | EGR/UFSC
Profa. Rachel Magnago, Dra. | PPGCA/UNISUL

Comissão Científica

Prof. Miguel Aloysio Sattler, Dr. | NORIE/UFRGS
Prof. Amilton José Vieira de Arruda, Ph.D | Design/UFPE
Profa. Ana Veronica Pazmino, Dra. | Design/UFSC
Prof. Carlo Franzatto, Dr. | Design/UNISINOS
Prof. Ivan Luiz de Medeiros, Dr. | EGR/UFSC
Profa. Regiane Trevisan Pupo, Dra. | EGR/UFSC
Profa. Sofia Bessa, Dra. | Arquitetura/UFGM
Prof. Cláudio Sampaio Dr. | Design/UFL
Prof. Aguinaldo dos Santos Dr. | Design/UFPR
Prof. Jose Manuel Baroso Couceiro Frade Dr. | Design/ IPLeiria/ Portugal
Profa. Gheysa Prado, Dr. | Design/ UFPR
Profa. Gerusa de Cássia Salado, Dra. | Faculdade de Tecnologia / UNICAMP
Profa. Aline Eyng Savi, Dra. | Arquitetura e Urbanismo/ UNESC
Jairo da Costa Junior, Dr. | Delft /University of Western Australia

Prof. Roberto Bologna, Ph.D. | Arquitetura/UNIFI
Profa. Carolina Daros, Dr. | Design/ UTFPR
Profa. Andréa Cristina Trierweiler, Dr. | Programa de Pós-graduação em TICs/ UFSC
Prof. Carlo Franzato, Dr. | Design/UNISINOS
Prof. Gilberto Carbonari, Dr. | Engenharia Civi/UFL
Profa. Luciana Londero Brandli, Dra. | Engenharia Civil/UPF
Prof. Naotake Fukushima, Dr. | Design/UFPR
Prof. Rita Engler, Dra. | Design/UFGM
Prof. Fabiano Ostapiv, Dr. | Engenharia/UTFPR
Prof. Celso Salamon, Dr. | Engenharia/UTFPR
Prof. Luiz Salomão Ribas Gomes, Design, Dr. | UFSC
Pro. Joel Dias, Eng., Dr. | FURB
Prof. Vicente Cerqueira, Dr. | UFRJ
Prof. Juliana Cortez Barbosa, Dr. | UNESP

Comissão de Infraestrutura e Apoio

Luana Toralles Carbonari, Dr. | PósArq/UFSC
Cláudia Vasconcelos Dr. | UNIFESSPA – Pósdoc PósARQ UFSC
Ialê Ziegler Libanio da Silva | VirtuHab/ UFSC
Tamara Olivo | PósARQ/UFSC
Emisvaldo Pereira da Silva | UNIFESPA
Thais Santa Cruz Nolio | VirtuHab/ UFSC
Nadieli de Araújo | VirtuHab / UFSC

Design

Natália Geraldo | VirtuHab/ UFSC

FICHA CATALOGRÁFICA

ENSUS “Encontro de Sustentabilidade em Projeto” (IX.: 2021 : Florianópolis, Anais [do] ENSUS 2021 - IX “Encontro de Sustentabilidade em Projeto”/ Universidade Federal de Santa Catarina, realizado em 19, 20, 21 e 28 de Maio de 2021, 04 e 11 de Junho de 2021- VIRTUHAB - Grupo de Pesquisa, (LAQUE - Grupo de Pesquisa convidado) ; [organizado por Lisiane Ilha Librelotto, Paulo César Machado Ferroli]. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB - 2021]

412p (VOLUME 9, NÚMERO 3). ISSN 2596-237X. ISBN 978-65-00-23054-3

1. Sustentabilidade. 2. Projeto. 3. Arquitetura. 4. Design. 5. Engenharia.
I. Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. VIRTUHAB - Grupo de Pesquisa.
II. Ferroli, Paulo César Machado. III. Librelotto, Lisiane Ilha. IV. ENSUS

Dimensionamento de uma unidade de compostagem automatizada para tratamento de dejetos suínos

Sizing of an automated composting unit for the treatment of swine manure

Juliana Picoloto, Engenheira Civil, Universidade do Contestado - UnC

E-mail: ju_picoloto@hotmail.com

Julio Cesar Rech, Professor e Mestre em Engenharia Civil, Sanitária e Ambiental, Universidade de Contestado - UNC

E-mail: aline.schuck@unc.br

Aline Schuck Rech, Professora e Doutora em Engenharia Ambiental, Universidade de Contestado - UNC

E-mail: juliocesar@unc.br

Jakcemara Caprario, Doutoranda em Engenharia Ambiental, Universidade de Federal de Santa Catarina

E-mail: jakcemara@hotmail.com

Cláudio da Rocha Miranda, Doutor em Engenharia Ambiental e Pesquisador da EMBRAPA – Suínos e Aves

E-mail: miranda.claudio57@gmail.com

Resumo

O estado de Santa Catarina é o maior produtor de proteína suína do Brasil. Essa atividade resulta na produção de grande quantidade de dejetos que necessitam de manejo e destinação ambientalmente correta. Essa é uma preocupação para todos os produtores locais, haja vista a intensa concentração de animais em pequenas áreas. Nesse contexto, esta pesquisa tem o objetivo propor uma unidade coletiva para o tratamento dos dejetos excedentes nas propriedades suinícolas do município de Presidente Castello Branco – SC. A metodologia utilizada inclui o levantamento dos sistemas de criação e do manejo dos dejetos empregados nas propriedades que se dedicam à atividade suinícola, estimativa dos dejetos gerados e o cálculo dos excedentes, ou seja, da quantidade de dejetos que não pode ser aproveitado como fertilizante orgânico no âmbito das propriedade e a elaboração de um do projeto de uma unidade coletiva de compostagem para dejetos suínos, com o seu respectivo orçamento. Por meio de informações de 42 licenças de unidades suinícolas, contabilizou-se 38.449 animais, os quais geram uma produção diária de dejetos de 171.77 m³. O projeto da unidade coletiva de compostagem considerou 3 opções: 1) capacidade de tratamento de 95,5m³/dia (55%); 2) capacidade de 68,7m³/dia (40%) e 3) capacidade de tratamento de 51,5m³/dia (30%).

Palavras-chave: Unidade coletiva de compostagem; dejetos de suínos; viabilidade econômica

Abstract

The state of Santa Catarina is biggest in the production of swine protein in Brazil. Resulting in a large amount swine manure, with the need for handling and environmentally correct disposal. This is a concern for all pig producers, because of the intense productivity of animals in small areas. In this research provides information on the design of a composting unit, with the receipt manure from swine properties in the municipality of President Castello Branco in Santa Catarina. The execution includes a sorting of pig farm data, project and budget for a collective composting unit for swine manure. Using information from 40 pig-producing licenses, it accounted for 38,449 animals with a daily manure production of 171.77 m³ and a monthly production of 5,153.01 m³. The 3 project options were simulated, the first with 95.5m³/day (55%), the second with 68.7m³/day (40%) and the third with 51.5m³/day (30%). The projections showed good financial alternatives.

Keywords: Collective composting unit; swine manure; economic viability.

1. Introdução

O aumento na população mundial levou os setores industrial e agropecuário a aumentarem as suas produções de proteína animal a fim de suprir a crescente demanda (KUNZ et al., 2005). No Brasil destaca-se a produção e exportação de bovinos, frangos e suínos, garantindo respectivamente segundo, terceiro e quarto lugar na posição no ranking mundial de produção, e na exportação encontra-se em primeiro lugar bovinos e frangos, e na quarta posição suínos (EMBRAPA, 2019).

Na região sul do Brasil, a suinocultura é a atividade econômica de maior expressão, em especial no estado de Santa Catarina. O estado tem uma produção estimada de 3.983 milhões de toneladas de carne, contando com 2.017.645 matrizes alojadas. Em relação a 2018 o crescimento na produção nacional obteve 0,22% e na exportação aumento de 16% conforme a ABPA (2020).

Segundo Berto (2004) a região Oeste do Estado de Santa Catarina possui reconhecimento nacional quando se trata agricultura familiar, e essas propriedades são as principais produtoras para as agroindústrias. A produção intensiva e concentrada de animais nessas áreas, resultam em quantidades expressivas de resíduos os quais podem ocasionar poluição de águas superficiais, solo e água subterrânea.

Os dejetos líquidos de suínos apresentam em sua composição cargas elevadas de fósforo, nitrogênio, matéria orgânica, sedimentos, patógenos, metais pesados (cobre e zinco encontrados em rações como promotores de crescimento) e antibióticos. Muito utilizado como fertilizante orgânico em solos agrícolas, quando apresenta manejo inadequado pode ocasionar a contaminação de rios, de lençóis subterrâneos, do solo e do ar devido às emissões gasosas (SEGANGREDO, 2020).

No entanto, deve-se destacar que existem diversas alternativas técnicas que possibilitam que o manejo dos dejetos seja realizado de maneira ambientalmente correta. A opção mais utilizada para o manejo dos dejetos suínos é o seu armazenamento em esterqueiras e a sua posterior destinação como fertilizante em áreas de lavouras ou pastagens.

As esterqueiras têm como finalidade o armazenamento e estabilização dos dejetos líquidos de suínos para que posteriormente possam ser empregados como fertilizante orgânico. A legislação define que as estruturas de armazenamento dos dejetos, tenham um tempo de retenção que seja compatível com os ciclos das culturas agrícolas onde os dejetos serão aplicados, mas nunca inferior a 40 (quarenta) dias.

Outra alternativa de manejo dos dejetos é o processo de compostagem, que consiste na decomposição da matéria orgânica, adicionando os dejetos suínos (fonte de nitrogênio) a uma fonte de carbono até que o material se estabilize e reduza a quantidade de líquidos. No processo de compostagem é possível aproveitar os sólidos, pois reduz a quantidade de líquido do dejetos (evaporação) e permite a comercialização destes produtos para outras de interesse.

A presente pesquisa está inserida no contexto de uma das atividades do projeto “Desenvolvimento de um modelo de gestão ambiental para áreas com produção intensiva de animais no Sul do Brasil” (2019-2021) desenvolvido pela Embrapa Suínos e Aves no município de Presidente Castello Branco – SC, e tem como objetivo principal dimensionar e projetar uma unidade coletiva de compostagem de dejetos suínos que possibilite tratar o excedente que não podem ser aproveitados como fertilizante orgânico no âmbito dos estabelecimentos rurais analisados, constituindo-se uma alternativa ambientalmente correta para a destinação final desse resíduo agropecuário.

2. Materiais e Métodos

Esta pesquisa apresenta o dimensionamento de uma unidade coletiva de compostagem, como uma alternativa para a gestão adequada dos dejetos suínos produzidos no município de Presidente Castello Branco em Santa Catarina. Para compreender melhor a proposta das atividades desenvolvidas, a seguir, na figura 1, são apresentadas em um infográfico as informações gerais, contemplando a área de estudo e até o dimensionamento de unidade de compostagem.

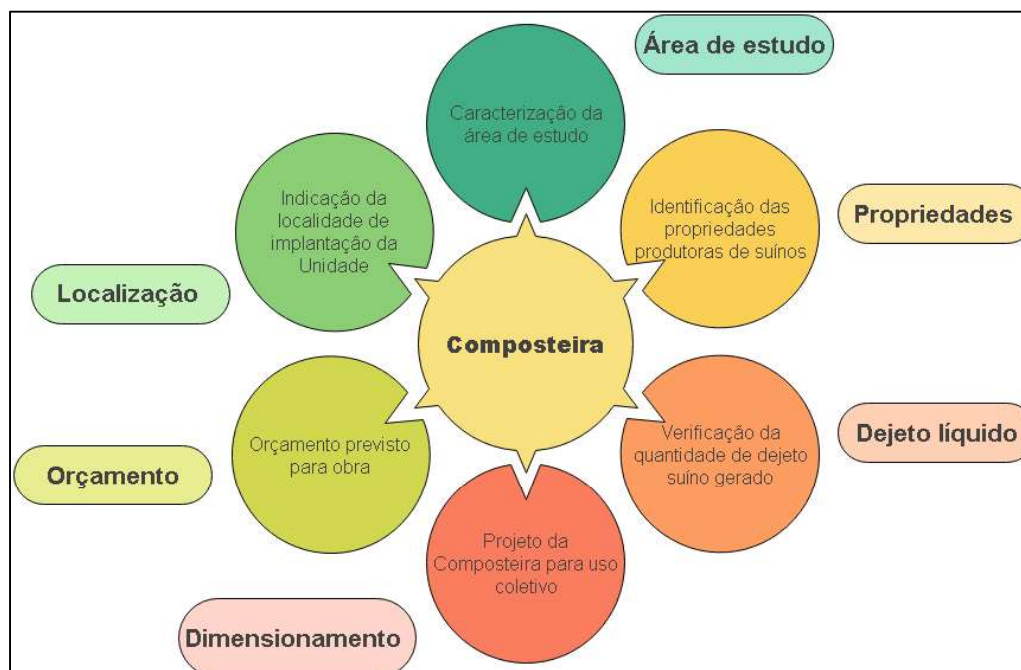


Figura 1. Infográfico de indicação das atividades realizadas nesta pesquisa. Fonte: elaborado pelos autores.

2.1 Caracterização das atividades suinícolas no município de Presidente Castello Branco – SC

Nesta pesquisa utilizou-se de informações levantadas no âmbito do projeto *Desenvolvimento de um modelo de gestão integrada voltada para bacia hidrográfica com produção intensiva de animais* (2019/2021) liderado pela Embrapa Suínos e Aves, no município de Presidente Castello Branco. Esse projeto tem como objetivo desenvolver um modelo de gestão ambiental integrada voltado para bacias hidrográficas com produção intensiva de animais na região Sul do Brasil.

O município possui área de 65,433 km² com população de 1.725 habitantes de acordo com o IBGE (2010). Considerado um município pequeno em relação ao território e também à população, tem sua economia baseada na atividade agropecuária que é constituída por pequenas propriedades de base familiar. Atualmente possui 261 estabelecimentos rurais, com produção de 455 mil aves, 52 mil suínos e 2,4 mil vacas de ordenha (CARDOSO, 2019). A seguir na figura 2 é apresentada a localização do município de Presidente Castello Branco.

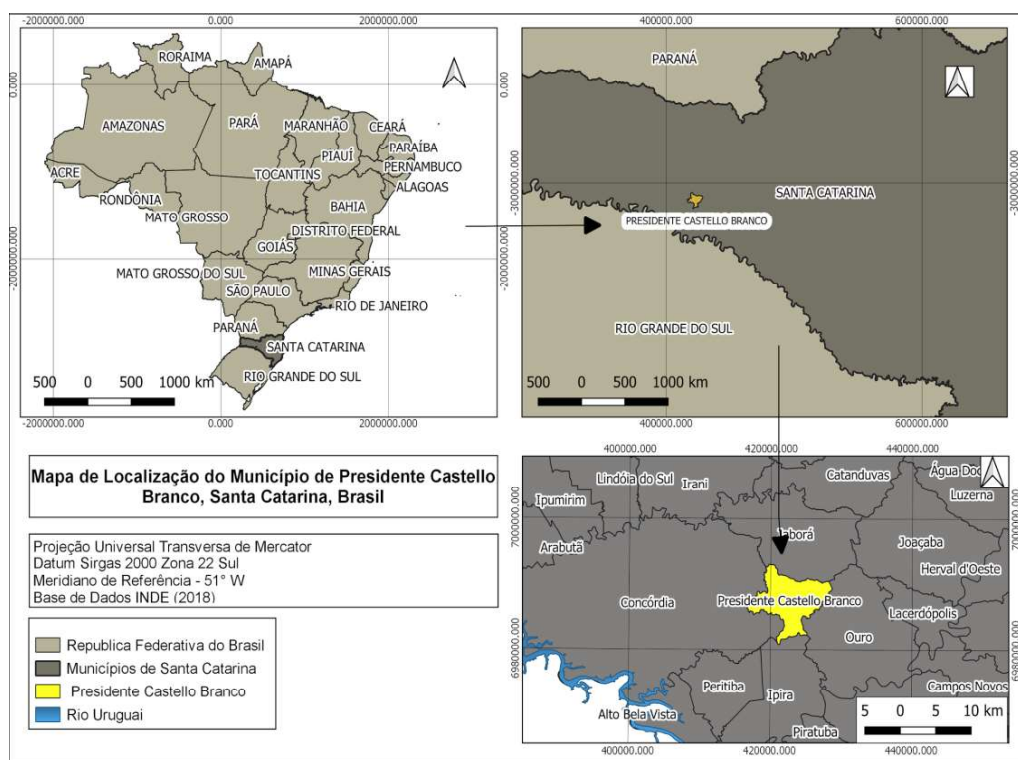


Figura 2. Localização de Presidente Castello Branco. Fonte: elaborado pelos autores.

2.2 Localidades produtoras de suínos

O levantamento das informações sobre os estabelecimentos com atividades suinícola foi realizado por meio de consulta ao Portal Nacional de Licenciamento Ambiental (PNLA)¹, tendo sido identificadas 42 unidades produtoras de suínos licenciadas. As atividades do sistema de produção de suínos estão divididas em três tipos de unidade de criação, que são as seguintes: fase de produção, que são elas: unidade de produção de leitões, crechário e terminação. A figura 3 ilustra a localização das propriedades produtoras de suínos do município de Presidente Castello Branco, com destaque para a sub-bacia hidrográfica do lajeado São Francisco (SBHLSF), a qual apresenta maior concentração da produção suinícola.

¹ <http://pnla.mma.gov.br/pesquisa-de-licenciamento-ambiental>

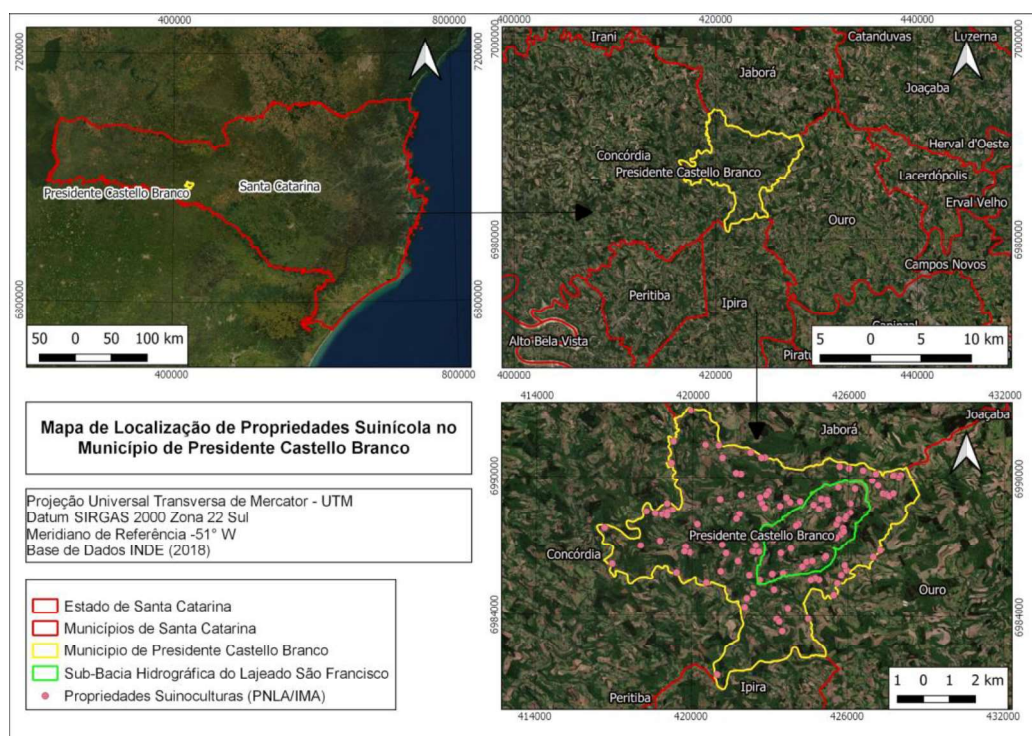


Figura 3. Localização das unidades produtoras de suínos. Fonte: elaborado pelos autores.

2.3 Dimensionamento da Unidade Coletiva de Compostagem

Para o dimensionamento da unidade de compostagem considerou-se como referência os índices técnicos sugeridos pela Embrapa Suínos e Aves, através de Oliveira et al. (2017). A tabela 1 ilustra as equações utilizadas para o dimensionamento da unidade de compostagem, considerando-se o aproveitamento dos dejetos que não conseguem ser totalmente aproveitados como fertilizante orgânico no âmbito das propriedades geradoras, ou seja, das propriedades que necessitam realizar a transferência de parte dos dejetos gerados para a áreas de terceiro (cedências).

$U = ((A.x) + (B.y) + (C.z)) / (x + y + z)$	U= unidade (%); A= dejetos suínos; B= substrato 1 (serragem) C= substrato 2 (palha) x, y e z= respectivas massas, de dejetos e dos substratos;
$Qdp = Ns \times Pd \times D$	Qdp= quantidade de dejetos produzidos no período (L) Ns= número de suínos Pd= produção de dejetos (L/dia) D= período de produção (dias)
$Qs = Qdp / R$	Qs= quantidade necessária de serragem (kg) Qdp= quantidade de dejetos produzidos no período (L) R= relação dejetos/ serragem, valor indicado pelo autor (10:1)
$VTL = Qs / \gamma$	VTL= quantidade de serragem necessária (m³) Qs= quantidade necessária de serragem (kg) γ = peso específico da serragem (kg), indicado pelo autor 200
$VTL = (A \times B \times C) + Ae$	VTL= volume total da leira (m³)

	A= altura da leira de compostagem (m)
	B= largura da máquina (m)
	C= comprimento da leira de compostagem (m)
	Ae= área de escape (m) 3,0
Q= Ns x Pd	Q= volume (litros dejetos/ dia)
	Ns= número de suínos
	Pd= produção de dejetos (L/dia)

***Dados em negrito são adaptações utilizadas no projeto conforme indicação de Oliveira et al. (2017).**
Tabela 1. Equações utilizadas para o dimensionamento da unidade de compostagem. Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2017).

Para o dimensionamento da unidade coletiva de compostagem, para apresentação da estrutura e/ imagem em 3D foi utilizado o software SketchUp. Para o orçamento da unidade, utilizou-se de informações fornecidas por empresas construtoras locais e também pelo orçamento do Custo Unitário Básico (CUB) representando o custo de construção por m² para galpão industrial em Santa Catarina. Esses valores são informados mensalmente através dos sindicatos estaduais da indústria da construção civil (MATTOS, 2006). Junto ao orçamento da unidade pelo CUB/SC foi solicitado informações de empresa referência na área para a realização do comparativo de custos. Além dos cálculos de dimensionamento da área da unidade de compostagem e orçamento, apresenta-se algumas relacionadas ao local para a sua construção.

3. Resultados e Discussões

3.1 Definição da quantidade de dejetos utilizados

Constatou-se que das 123 licenças de propriedades rurais que possuem registros licença disponíveis no Portal Nacional de Licenciamento Ambiental - PNLA (incluindo avicultura e suinocultura), apenas 42 possuíam informações necessárias dados para dimensionamento da unidade de compostagem. Os números das licenças municipais são baixados no PNLA e consultadas no site do IMA – SC (Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina). Ressalta que algumas licenças de propriedades suínícolas anteriores a 2017 não apresentaram dados, pois não estão cadastradas no sistema do IMA – SC.

Ao analisar as informações descritas nas licenças das 42 propriedades selecionadas nesse estudo, contabilizou-se três fases de produção de suínos, ou seja, a produção de leitões (2 unidades), creche (2 unidades) e a de terminação (38 unidades), totalizando e 38.449 animais, os quais estima-se que gerem o montante diário de 171,77 m³ de dejetos líquido ou 5.153,01 m³ ao mês. Dividindo-se a produção de dejetos pelos números de animais constata-se uma produção média de dejetos suínos por dia de em 22 L (produção de leitões), 2,3 L (creche) e 4,68 L (terminação). Esses resultados de produção de dejetos por fase de produção são estimados, de acordo com os dados apresentados na licença. Os dados sobre suínos e produção de dejetos extraídos das licenças são apresentados na tabela 2.

Licença/ Propriedade	Quantidade de suínos	Produção dejetos (m ³ ao dia)	Produção dejetos (m ³ ao mês)	Área própria (ha)	Área cedida (ha)	Área total (ha)
2060/2019	1000,00	4,50	135,00	2,50	31,50	34,00

3521/2018	452,00	2,03	61,02	11,70	0,00	11,70
8559/2018	320,00	1,44	43,20	7,40	0,00	7,40
2945/2018	1095,00	4,93	147,83	30,00	12,00	42,00
9030/2018	53,00	1,21	36,24	3,00	0,00	3,00
6618/2018	475,00	2,14	64,13	5,80	0,90	6,70
608/2019	600,00	2,70	81,00	5,70	8,90	14,60
3759/2019	1360,00	6,12	183,60	12,30	19,20	31,50
7442/2019	875,00	3,94	118,13	19,30	0,00	19,30
9354/2018	700,00	3,15	94,50	6,80	11,60	18,40
3547/2017	800,00	3,60	108,00	14,00	10,00	24,00
618/2017	750,00	3,38	101,25	7,10	8,50	15,60
734/2016	1200,00	5,40	162,00	8,00	25,75	33,75
1959/2019	250,00	1,13	33,75	6,50	0,00	6,50
5673/2018	330,00	1,49	44,55	12,00	0,00	12,00
4421/2019	640,00	2,88	86,40	10,81	4,55	15,36
1214/2017	4000,00	9,20	276,00	9,40	6,20	15,60
850/2019	560,00	2,52	75,60	6,84	8,09	14,93
940/2018	1230,00	5,54	166,05	10,00	14,30	24,30
908/2020	1150,00	5,17	155,10	10,70	39,00	49,70
913/2020	450,00	2,02	60,60	6,90	5,00	11,90
7919/2019	350,00	1,26	37,80	0,00	8,30	8,30
2693/2018	230,00	1,04	31,05	3,10	2,90	6,00
6474/2018	300,00	1,35	40,50	3,20	2,40	5,60
5095/2016	770,00	3,47	103,95	15,70	0,00	15,70
6006/2018	1700,00	7,65	229,50	11,14	19,24	30,38
4631/2019	1480,00	6,66	199,80	11,56	24,30	35,86
849/2019	450,00	2,03	60,75	10,37	4,12	14,49
8896/2015	2600,00	5,98	179,40	16,74	0,00	16,74
5241/2016	1000,00	4,50	135,00	16,30	0,00	16,30
1087/2020	654,00	2,94	88,20	9,70	0,00	9,70
3449/2018	1200,00	5,40	162,00	9,70	11,30	21,00
3376/2018	1000,00	2,79	83,70	10,93	12,48	23,41
3785/2017	350,00	7,98	239,40	16,00	15,00	31,00
2202/2011	500,00	3,50	105,00	-	-	-
1788/2017	620,00	2,79	83,70	10,00	0,00	10,00
3759/2018	1950,00	8,78	263,25	14,90	26,60	41,50
3430/2019	1760,00	14,60	438,00	19,05	21,70	40,75
5549/2017	600,00	2,70	81,00	-	-	-
6023/2018	495,00	2,23	66,83	3,60	10,00	13,60
5218/2017	1000,00	4,50	135,00	18,00	17,00	35,00
7446/2019	1150,00	5,18	155,25	7,00	18,80	25,80

TOTAL	38449,00	171,77	5153,01	413,74	399,63	813,37
-------	----------	--------	---------	--------	--------	--------

- Sem informação na licença.

Tabela 2. Relação das licenças e suas respectivas produções de dejetos e área para aplicação. Fonte: elaborado pelos autores.

A área total do município é de 6543,3 ha e área total das 42 propriedades consideradas é de 813,37 ha, ou seja, 12 % da área total do município de Presidente Castello Branco. De acordo com os dados das licenças é possível se obter a produção diária de dejetos suínos, número de animais, quantidade de esterqueiras e área total (própria e cedida) para destinação do dejetos. Após consulta verificou-se que apenas 40 destas propriedades têm registrado nas licenças a quantidade de hectares (ha) disponíveis para a aplicação de dejetos como fertilizante, quer sejam em áreas próprios ou de cedentes (complementação de área necessária referente à outras propriedades).

Considerando-se os dados da tabela 2 observa-se que as em duas licenças não constam informações relacionadas a área disponível, 29 propriedades necessitam de área cedente e 11 propriedades possuem área suficiente para disposição do dejetos no solo. A relação de dependência entre o total de dejetos gerados e área disponível varia de um mínimo de 13% a uma situação extrema onde a dependência de área de cedência para a deposição dos dejetos é de 100%, ou seja, a propriedade não possui área própria para aplicação dos dejetos.

Considerando-se a situação das 29 propriedades que necessitam de áreas complementares para a destinação final dos dejetos produzidos (13% a 100%), constata-se que 55% do total de dejetos gerados nessas propriedades precisam ser transferidos para áreas de terceiros. Assim, considerou-se que este valor representaria a porcentagem de dejetos que poderiam ser direcionados ao sistema de tratamento pelo processo de compostagem. Portanto, considerando-se uma produção total de a de 5.153 m³ de dejetos mês, estima-se que 2.867 m³ poderiam ser direcionados para a unidade de compostagem.

A justificativa técnica para a proposição de uma unidade de compostagem deve-se ao fato que em determinados períodos do ano, mesmo considerando-se a existência de propriedades agrícolas interessadas no aproveitamento dos dejetos suínos como fertilizante, as áreas disponíveis estão muito distantes das fontes de geração dos dejetos, aspecto esse que do ponto de vista econômico se torna inviável. Outro motivo é que em determinadas épocas do ano, especialmente no período de verão, torna-se muito difícil encontrar áreas aptas para a deposição dos dejetos como fertilizante, pois essas já estão ocupadas com as culturas agrícolas da estação, que no caso do município de Presidente Castello Branco é predominantemente é o milho. Por isso, a unidade de compostagem, além de contemplar esse período de baixa disponibilidade de área, permite melhorias na composição fertilizante, reduz o custo de distribuição comparativamente aos dejetos líquidos, possibilita a redução do odor e outros benefícios no seu manejo. Além disso, existe a possibilidade de comercialização do composto para locais mais distantes onde a oferta de adubos fertilizantes orgânicos não seja tão abundante, podendo assim gerar uma renda adicional para os suinocultores. No entanto, essa possibilidade requer uma análise da relação custo benefício e da identificação de potenciais compradores para o composto.

3.2 Projeto da Unidade de Compostagem

Para o projeto da unidade de compostagem, considerou-se que a quantidade de dejetos seja constante, haja vista a existência da produção de suínos em diferentes fases do ciclo da

produção (produção de leitões, creche e terminação) nas propriedades analisadas. Assim, para o dimensionamento da unidade de compostagem considerou-se que a oferta de dejetos mensal seria da ordem de 171,77 m³, montante o qual poderia ter três opções de aproveitamento, ou seja, 95,5m³/dia (55% de aproveitamento), 67,8m³/dia (40%) e 51,5m³/dia (30%). A tabela 3 demonstra os valores de dimensionamento para as três simulações. Esse dimensionamento seguiu as orientações do Oliveira et al. (2017) em que o volume é representado em L.

Parâmetros	55%	40%	30%
Umidade – U (%)	Dado recomendado entre: 40% e 60%*		
Quantidade de dejetos produzidos no período – Qdp (L)	2.867.000	2.061.204	1.545.903
Quantidade necessária de serragem – Qs (Kg)	286.700	206.120	154.590
Quantidade necessária de serragem – VTL (m ³)	1.434	1.031	773
Comprimento total da leira (m)	112	75	57
Largura (adotado) m	12	12	12
Volume – Q (L dejetos/dia)	95.567	68.707	51.531

* Dado informado por: Sediayama et al. (2008).

Tabela 3. Equações utilizadas para o dimensionamento da unidade de compostagem. Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com as recomendações de Oliveira et al. (2017) a largura do galpão pode ser de 12m, podendo dividir em duas leiras (6m cada) até 4 leiras (3m cada). No presente projeto optamos por 12 m de largura, com 4 leiras de 3m. Na representação da figura 4 é composto por uma construção menor (centro de apoio), reservatórios e a construção da unidade/galpão de compostagem. No centro de apoio, a construção poderá ter área total definida em função de seus usos, mas deverá considerar a necessidade de estocar insumos tais como serragem, ferramentas, bem como banheiros e outras acomodações para os funcionários. Os reservatórios de armazenamento dos dejetos, os quais serão distribuídos sobre os substratos de serragem ou maravalha que constituem as leiras de compostagem, devem ser dimensionados em função da frequência em que o dejetos é transportando das propriedades até a unidade de compostagem, bem como da capacidade do veículo que irá efetuar o transporte. A unidade de compostagem simulada na figura 10 possui 112 m de comprimento, 12 m de largura com 4 leiras, e altura de 1,20m com recepção de 55% de dejetos excedente.

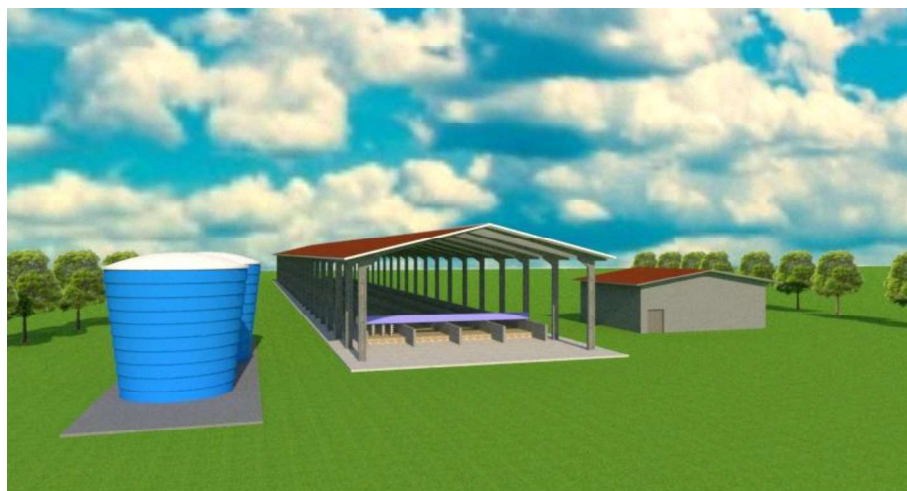


Figura 6. Unidade coletiva de compostagem. Fonte: elaborado pelos autores.

3.3 Análise orçamentária

O primeiro orçamento, foi realizado considerando-se o CUB/m² de SC (Tabela 4), na sequência apresenta-se o orçamento fornecido pela empresa especializada (Tabela 5). Por sua vez, a tabela 6 apresenta a comparação entre os dois orçamentos. Esse cálculo representa o custo de construção por m² para construção de galpão industrial. A área utilizada para o cálculo considera somente a área do galpão de compostagem.

Estimativa	55%	40%	30%
Área	112mx12m	75mx12m	57mx12m
Valor do CUB/m ² para galpão industrial SC (mês de set/2020)	1.007,61	1.007,61	1.007,61
Valor estimado	1.354.227,84	906.849,00	689.205,24

Tabela 4. Estimativa de custo pelo CUB-SC. Fonte: elaborado pelos autores.

Descrição	55%	40%	30%
Instalação inicial (R\$)	3.360,00	2.250,00	1.710,00
Infraestrutura (R\$)	38.582,10	26.839,20	20.132,40
Estrutura (R\$)	93.552,00	64.706,00	48.224,00
Muretas em alvenaria (R\$)	22.484,00	15.300,00	11.628,00
Piso armado (R\$)	128.436,00	85.995,00	65.241,00
Cobertura (R\$)	153.717,16	103.650,83	79.292,37
Limpeza (R\$)	3.112,80	2.070,00	1.573,20
Total (R\$)	443.608,06	300.811,03	227.800,97

Tabela 5. Orçamento de empresa especializada. Fonte: elaborado pelos autores.

Estimativa	55%	40%	30%
Área	112mx12m	75mx12m	57mx12m
Valor estimado (CUB/m ²) SC	1.354.227,84	906.849,00	689.205,24
Valor estimado – empresa especializada	443.608,06	300.811,03	227.800,97

Diferença de custos (%)	67,24	66,82	66,94
-------------------------	-------	-------	-------

Tabela 6. Estimativa de custo pelo CUB-SC e o orçamento da empresa especializada. Fonte: elaborado pelos autores.

No orçamento realizado segundo o CUB/m² SC deve se considerar, que o mesmo leva em consideração a média do valor de três tipos de insumos (materiais, mão de obra e equipamentos utilizados durante a construção). Após a obtenção da média é feita a multiplicação pela área de construção. O valor do CUB/m² SC é disponibilizado mensalmente por meio dos sindicatos estaduais da indústria da construção civil.

A relação entre o valor calculado através do CUB/m² SC e do orçamento de uma empresa da região teve grande diferença, ou seja, o valor informado pela empresa especializada é 67,24% inferior ao orçado pelo CUB/m² SC para o galpão com uso de 55% de dejetos excedente, 66,82% para 40% e 66,94% para 30%. Essa diferença pode ser justificada, pois o CUB/m² SC considera todos os itens construtivos para o galpão (área administrativa, banheiros, vestiário e depósito), conforme especificação de galpão industrial na NBR 12721/05. Outro quesito destacado é que a média de valor do CUB/m² SC é calculada através dos insumos de Florianópolis, assim não representando a realidade do Oeste de Santa Catarina, em que os valores dos materiais são inferiores ao ofertado na capital.

Para o cálculo de custo da unidade de compostagem, vários itens precisam ser considerados, tais como, localização de terreno, funcionários, veículos para o transporte, manutenção e reservatórios de armazenamento dos dejetos. Na tabela 7 são apresentados os principais itens considerados na composição de custos da unidade de compostagem, considerando-se os preços obtidos por meio de consultas no mercado da região de Concórdia, SC. no mês de setembro de 2020.

Descrição	Qnt.	Orçamento – Empresa			CUB-SC		
		Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	%	Valor (R\$)	Total	%
Revolvedor de composto orgânico	01	63.500,00	63.500,00	7,17	63.500,00		3,54
Carrinho para movimentação do revolvedor entre as leiras	01	3.500,00	3.500,00	0,40	3.500,00		0,20
Serragem (m ³)	1.434	8,00	11.472,00	1,29	11.472,00		0,63
Casa de apoio 12m x 10m	01	66.000,00	66.000,00	7,45	66.000,00		3,67
Caixas de água	04	6.100,00	24.400,00	2,75	24.400,00		1,35
Composteira (Galpão)	01	443.608,06	443.608,06	50,02	1.354.227,84		75,35
Veículo (caminhão pipa)	01	220.000,00	220.000,00	24,80	220.000,00		12,24
Funcionário	01	3.000,00	3.000,00	0,34	3.000,00		0,17
Área do empreendimento (ha)	2 ha	20.661,00	41.322,00	4,65	41.322,00		2,30
Taxas de cartório	1	10.000,00	10.000,00	1,13	10.000,00		0,55
Total de investimento	-	-	886.802,06	100	1.797.421,84		100

*Qnt. – Quantidade.

Tabela 7. Estimativa de custo de implantação da unidade de compostagem. Fonte: elaborado pelos autores.

O valor total, segundo o orçado pela empresa especializada em pré moldado, incluindo todos os itens da unidade de compostagem foi de R\$886.802,06. Por sua vez, o valor total da unidade de compostagem, considerando-se CUB/m² de Santa Catarina foi o de R\$ 1.797.421,84. Ou seja, um acréscimo no valor da obra de R\$910.619, 78, cujos diferença tão acentuada, pode ser entendida pela metodologia mais criteriosa levada em consideração no caso do CUB/SC.

A estimativa da área total necessária para instalação da unidade de compostagem é de aproximadamente 2.064m², compostos da seguinte maneira: 1.344 m² para o galpão das leiras de compostagem, 120 m² da casa de apoio, 100 m² área de colocação dos reservatórios de armazenamento dos dejetos e 500m², considerando 30% sobre a área da unidade (1.564m²), destinados ao acesso às instalações, deslocamento de veículos e cercamento.

3.4 Local de implantação da obra

Após a análise orçamentária do empreendimento, é necessário fazer a escolha do local onde a unidade de compostagem poderá ser instalada. Visando-se reduzir os custos para a instalação da unidade de compostagem, sugere-se três alternativas para a escolha do local: a) conseguir a cedência de uma área junto ao poder público municipal; b) construção da unidade de compostagem por meio do arrendamento da área; c) formação de uma associação de agricultores e aquisição de um terreno em condomínio pelo grupo.

No caso, em que a prefeitura seja a cedente da área, haveria a redução de custos, todavia torna-se necessário também identificar e analisar o local cedente, em termos da logística de transporte dos dejetos desde as propriedades até a unidade de compostagem, bem como em termos de transporte do composto até o seu local de destino. No caso de aquisição de terreno para a instalação, deve-se considerar que a área mínima para o registro de imóvel rural no estado de Santa Catarina é de 2 ha. Considerando-se o preço médio de terras agrícolas no município de Presidente Castello Branco, segundo informações disponibilizadas pela EPAGRI (2019) é de R\$ 20.661,00 o hectare, seriam necessários um investimento da ordem de R\$ 41.322,00 para a aquisição do terreno. Ao construir a unidade em um terreno cedente, seria necessário analisar a propriedade, com localização estratégica e que considere a menor necessidade de deslocamento para ao transporte dos dejetos entre as propriedades e a unidade de compostagem

4. Considerações Finais

A finalidade deste trabalho foi dimensionar uma unidade para o tratamento dos dejetos suínos, por meio do sistema de leiras de compostagem, que permitisse reduzir a dependência dos suinocultores de Presidente Castello Branco da cedência de área de terceiros para darem o destino dos dejetos suínos que não conseguem ser aproveitados nas propriedades agrícolas como fertilizante orgânico.

O custo para execução do projeto é admissível, contando com galpão, revolvedor, serragem, reservatório para armazenamento dos dejetos e casa de apoio para estoque de

serragem. O valor total do empreendimento considerou o aproveitamento de 55% do excedente de dejetos produzido ao mês (2.834,15 m³/mês). Com base no CUB-SC o total para implantação da unidade de compostagem é de R\$ 1.797.421,84, já o orçamento fornecido pela empresa especializada o total é de R\$ 886.802,06. Esta grande diferença de preços é devido ao valor dos insumos cálculos empregados no CUB-SC, os quais não contemplam a realidade da região Oeste de Santa Catarina.

Como sugestões para continuidade do projeto sugere-se que o mesmo seja completado com estudo sobre os seguintes aspectos:

- Aproveitamento energético através da instalação de painéis fotovoltaicos;
- Captação da água de chuva para usos de limpeza e manutenção da unidade;
- Pesquisa de mercado para comercialização do produto, analisando de maneira mais detalhada a relação do custo/benefício de implantação de uma unidade de compostagem, bem como outros aspectos econômicos que permitam melhor subsidiar o processo de tomada de decisão pelos seus eventuais interessados.

Referências

ABPA. Estatísticas. **Embrapa**, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suínos-e-aves/cias/estatísticas>>. Acesso em: 10 de out. de 2020.

BERTO, J. L. **Balanco de nutrientes em uma sub-bacia com concentração de suínos e aves como instrumento de gestão ambiental**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

CARDOSO, Lucas Scherer. Embrapa e município de Presidente Castello Branco – SC assinam acordo para desenvolvimento de projeto em gestão ambiental. **Embrapa**, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46335855/embrapa-e-municipio-de-presidente-castello-branco-sc-assinam-acordo-para-desenvolvimento-de-projeto-em-gestao-ambiental>>. Acesso em: 17 de out. de 2020.

CONSEMA – CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Define critérios para o licenciamento ambiental e monitoramento das atividades relativas à suinocultura**. (Resolução nº 143). Florianópolis, 2019.

CRECI/SC – CONSELHO REGIONAL DE CORRETORES DE IMÓVEIS DE SANTA CATARINA. **Legislação de empreendimentos imobiliários em Santa Catarina**. 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama de Presidente Castello Branco**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/presidente-castello-branco/panorama>>. Acesso em 11 de out. de 2020.

IMA – INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE. **Suinocultura**. (Instrução normativa nº 11). 2014.

KUNZ, A. et al. **Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/download/PRODUCAO%20ANIMAL%20X%20IMPACTO%20AMBIENTAL/leitura%20anexa%206.pdf>> Acesso em: 20 de out. de 2020.



MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo. Pini. 2006.

OLIVEIRA, P. A. V.; BARROS, E. C.; FILHO, J. I. S.; SCHELL, D. F.; TURMINA, L.P. **Dimensionamento de unidade de compostagem automatizada para tratamento dos dejetos suínos**. Concórdia. Embrapa Suínos e Aves, p. 10, 2017. (Embrapa Suínos e Aves. Cartilha)

SEDIYAMA, Maria AN et al. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, p. 638-644, 2008.