

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



COMUNICADO
TÉCNICO

587

Concórdia, SC
Abril, 2022

Embrapa

Estudo prospectivo para coleta e transporte de dejetos suínos visando seu tratamento centralizado em uma bacia hidrográfica

Airton Kunz
Eduardo Lando Bernardo
Marco Antônio Ramme
Marcelo Miele

Estudo prospectivo para coleta e transporte de dejetos suínos visando seu tratamento centralizado em uma bacia hidrográfica¹

¹ Airtton Kunz, Químico industrial, doutor em Química, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. Eduardo Lando Bernardo, Biólogo, Engenheiro sanitário e ambiental, doutor em Engenharia Ambiental, analista ambiental da Ekodata Tecnologia e Saneamento Ambiental, Concórdia, SC. Marco Antônio Ramme, Engenheiro ambiental, responsável técnico da Ekodata Tecnologia e Saneamento Ambiental, Concórdia, SC. Marcelo Miele, Economista, doutor em Agronegócio, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

Introdução

O plantel suinícola brasileiro é composto por 1,9 milhões de matrizes alojadas, ocupando o quarto lugar no ranking mundial de produção de proteína de origem suína, com 4,4 milhões ton/ano. Desse total, 66% são produzidos na região Sul do Brasil, tendo Santa Catarina como o líder nacional, com 1,1 milhão de ton/ano (CIAS, 2021).

Em Santa Catarina, os polos de produção de suínos estão localizados nas microrregiões de Concórdia, Joaçaba e Tubarão, destacando-se o município de Concórdia com o maior rebanho estadual, totalizando 451,7 mil cabeças (Miranda et al., 2021).

Em função da alta concentração e maior rebanho de SC, algumas micro-bacias hidrográficas do município de Concórdia têm sido objeto de estudos (Rocha et al. 2021). É o caso da Bacia Hidrográfica do Lajeado Fragosos

(BHLF), localizada em Concórdia/SC (Figura 1), que possui área total de 57,6 km², subdividida em 21 sub-bacias hidrográficas, mais a calha do rio principal, totalizando 424 estabelecimentos rurais (CAR, 2019)².

A produção agropecuária na BHLF apresenta grande diversificação de sistemas produtivos, com 31 unidades de produção de aves comerciais, com uma capacidade total de alojamento de 852.600 aves. Para bovinos, 253 estabelecimentos rurais em criação no sistema extensivo, perfazendo um total de 7.853 cabeças, sendo grande parte desse rebanho dedicado à produção leiteira.

A suinocultura é a atividade agropecuária de maior relevância, em termos econômicos e também em relação ao plantel animal. No total de unidades de produção de suínos levantadas,

² Disponível em: <http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads>.

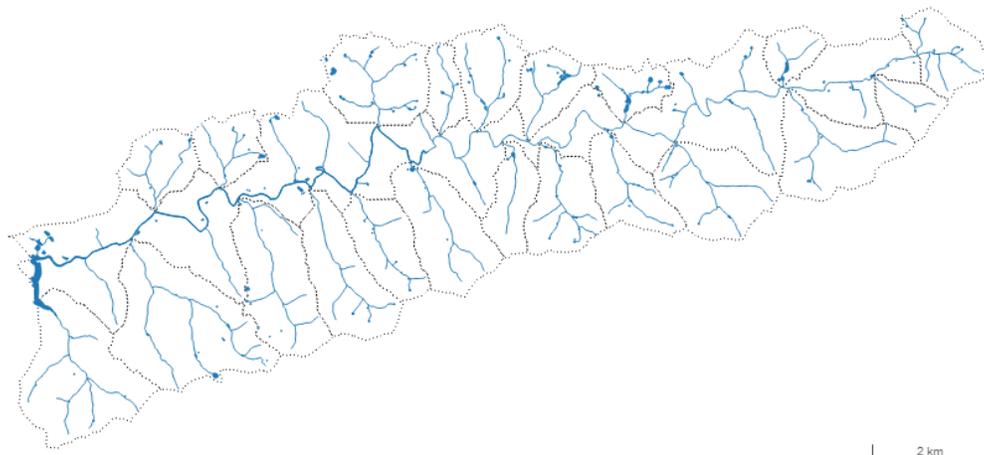


Figura 1. Bacia Hidrográfica do Lajeado Fragosos (BHLF) no município de Concórdia/SC.

identificou-se 65 estabelecimentos produtores industriais (mais de 50 cabeças), que se dividem em 41 terminadores (que juntos possuem capacidade de alojamento de 39.235 cabeças), 17 unidades de produção de leitões (UPL) (com capacidade de alojamento de 17.655 matrizes), 4 unidades de creche (com capacidade total de alojamento de 7.262 cabeças) e 3 unidades de ciclo completo - CC (com capacidade de alojamento total de 1.178 matrizes).

Esse quantitativo animal produz, de acordo com os coeficientes técnicos de geração de dejetos contidos na Instrução Normativa 11 (IN 11 - IMA/SC)³, um total de 677 m³/dia de dejetos da suinocultura, onde mais de 90% deste montante são manejados na forma líquida e aplicados como biofertilizante em áreas de produção agrícola.

Entretanto, a disponibilidade de áreas aptas para receber os dejetos como biofertilizante, seguindo-se as recomendações agrônômicas, é de 555,3 hectares, ou seja, 67,7% do total desta classe de uso da terra (885 hectares) (Miranda, et al 2020; Nicoloso et al. 2020). Destaca-se aqui que este fato é uma realidade da suinocultura também em outras regiões brasileiras, como, por exemplo, em algumas microbacias hidrográficas do Oeste do Paraná, fato que pode limitar a expansão da atividade caso novos arranjos e tecnologias de manejo dos dejetos não sejam adotados.

A IN 11 orienta o uso de dejetos suíno como biofertilizante, por meio do Limite Crítico Ambiental de Fósforo (LCA-P). Porém, grande parte das lavouras temporárias que recebem dejetos como fertilizante na BHLF não possuem análise de solo ou informações confiáveis para a correta recomendação agrônômica.

³ Disponível em: <http://in.ima.sc.gov.br>

Por conta disso, a estimativa de demanda de nutrientes pelas culturas agrícolas tradicionalmente praticadas na área de estudo e as ofertas locais em termos de nutrientes presentes nos dejetos de cada unidade de produção tornam-se os indicadores de capacidade de aproveitamento. Ambas também demonstram os excedentes produtivos.

Neste sentido, reconhece-se a necessidade e a importância de alternativas que integrem o manejo adequado dos dejetos, bem como possibilitem a sua utilização como fertilizante de solo, garantindo ao mesmo tempo o tratamento adequado dos excedentes.

O Sistrates⁴ (Sistema de Tratamento de Efluentes da Suinocultura) é um processo que permite obter um alto nível de tratabilidade dos efluentes da suinocultura. A tecnologia baseia-se na separação física de sólidos, seguida da digestão anaeróbia, remoção biológica de nitrogênio por nitrificação e desnitrificação e precipitação química de fósforo. As principais vantagens da tecnologia estão no controle da poluição do ar, do solo e da água; produção de biogás para geração de energia elétrica e calor; recuperação de fósforo de alta pureza para utilização como fertilizante (pode ser comercializado e transportado a grandes distâncias); e reúso da água ou lançamento do efluente nos corpos d'água.

Assim, desenvolveu-se um estudo prospectivo das alternativas tecnológicas e de manejo dos dejetos para a BHLF, integrando os custos para o transporte e o projeto da rede de coleta e esgotamento de efluentes da suinocultura em diferentes cenários.

Os resultados do presente trabalho estão alinhados ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 e contribuem para o atingimento da meta 2.4.

Estudo prospectivo

Os dados utilizados no estudo foram obtidos em nível de estabelecimento rural e a obtenção das informações foi realizada por meio da aplicação de questionário estruturado para cada unidade de produção de suínos na área da BHLF.

A construção do questionário seguiu alguns critérios básicos que possibilitaram uma lógica no processo, permitindo a tabulação e a interpretação dos dados de forma clara e objetiva. A formulação das perguntas considerou o grau de conhecimento e informação dos entrevistados, a utilização de perguntas fechadas, alternativas e de escala.

Os dados coletados foram divididos em duas classes: socioeconômicos e ambientais. Os dados socioeconômicos dizem respeito às atividades agropecuárias desenvolvidas no estabelecimento rural, além do detalhamento do sistema de produção, plantel animal, manejo dos dejetos, instalações e informações

⁴ Disponível em: [youtube.com/watch?v=xn5p1CMnH3s](https://www.youtube.com/watch?v=xn5p1CMnH3s)

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113825>

da propriedade (localização, identificação, condição, uso, etc.). Os dados ambientais dizem respeito às questões legais de licenciamento ambiental e do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Além do questionário, as ferramentas de geoprocessamento e dados de sensoriamento remoto foram a base para organização e estruturação do estudo para concepção do projeto. A base de dados obtida através do questionário foi aplicada em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) juntamente com dados já disponíveis das seguintes fontes: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE⁵), Agência Nacional de Águas (ANA⁶), Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR⁷), Sistema de Informação Geográfica de Santa Catarina (SIGSC⁸) e Portal Nacional de Licenciamento Ambiental (PNLA⁹). Todas essas bases possibilitaram a formação de uma geodatabase¹⁰.

A entrada dos dados de campo na geodatabase deu-se a partir da estruturação de um banco de dados geográfico, a partir da criação de uma camada

vetorial que continha as informações socioeconômicas e ambientais de cada estabelecimento produtor de suínos que integra a área de estudo. Para armazenamento, recuperação, manipulação e análise dos dados utilizou-se o software QuantumGis¹¹ (QGIS) e o complemento PostgreSQL¹² para gerenciamento do banco de dados. Os critérios base para as alternativas do estudo foram definidos a partir do estabelecimento da base de dados em ambiente SIG.

A base de dados referencial balizou-se na Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, e tem a referência da bacia hidrográfica (nas suas mais diversas escalas) como a unidade territorial para o planejamento e gestão dos recursos naturais, pois entende-se que, no âmbito rural, as propriedades agropecuárias são subsistemas inseridos no sistema bacia hidrográfica, onde se expressam as características de organização socioeconômica e a sua distribuição na paisagem. Desta forma, o estudo integra a divisão hidrográfica da BHLF a partir de suas microbacias, como referência territorial e de gestão dos dejetos como unidades individuais.

5 Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>

6 Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>

7 Disponível em: <http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads>

8 Disponível em: <http://sigsc.sds.sc.gov.br/download/index.jsp>

9 Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/pesquisa-de-licenciamento-ambiental>

10 Modelo de gestão/gerenciamento de dados geográficos baseado em arquivos ou arquivos

11 É um SIG de código aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. O QGIS é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Funciona em Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android, e, suporta inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados e funcionalidades. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html

12 É um sistema gerenciador de banco de dados objeto relacional (SGBDOR), que utiliza a Linguagem de Consulta Estruturada (SQL), desenvolvido como projeto de código aberto, desenvolvido pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia em Berkeley (EUA). Disponível em: <https://www.postgresql.org/download/>

Inicialmente, realizou-se a vetorização das áreas de lavoura temporária e dos arruamentos (ruas e acessos) dentro do recorte espacial de análise, a fim de possibilitar a análise e prospecção das redes e transporte de dejetos, bem como das estimativas de uso de dejetos como biofertilizante e/ou dos excedentes (Figura 2).

Para as estimativas de uso de dejetos como biofertilizante, utilizou-se o balanço simplificado de nutrientes via dejetos animais e das informações obtidas em cada unidade de produção de suínos com relação às práticas de uso de dejetos como fertilizante e dos planejamentos de rotação de culturas agrícolas praticadas tradicionalmente na área da SBHLF (rotação de culturas, sazonal, forragem/pastagem de inverno e milho/silagem no verão).

O modelo simplificado do balanço de nutrientes utilizado segue a proposta da IN 11, que se estrutura no balanço de oferta e demanda de nutrientes, considerando os seguintes dados e critérios:

- 1) Área total e área efetiva agrícola (incluindo as rotações de cultura).
- 2) Número de cabeças animais e sistemas de criação.
- 3) Tipo de culturas praticadas, com expectativa de rendimento médio de produção (demandas).
- 4) Condição de uso dos dejetos e taxas de excreção média de nutrientes diária dos animais, por espécie e fase de produção (ofertas).

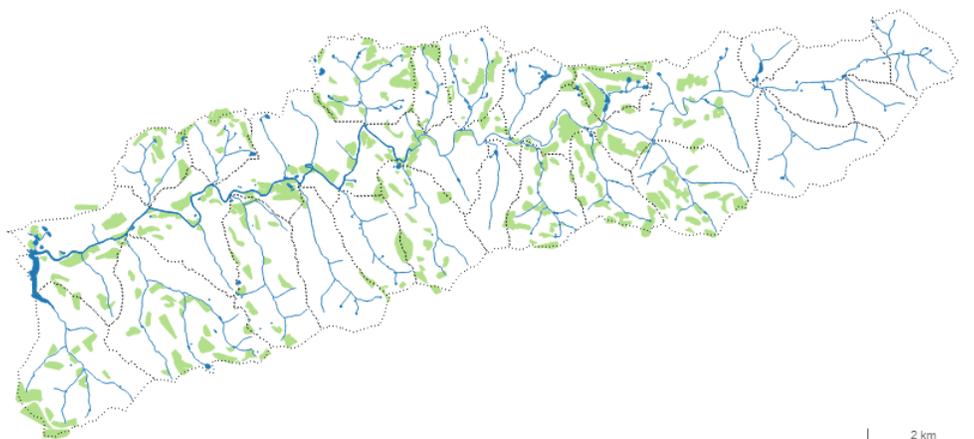


Figura 2. Áreas agrícolas efetivas (lavouras temporárias).

Os dados acerca das demandas (necessidades nutricionais das plantas) são baseados no conceito de adubação de manutenção, apresentados no manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Já os valores referentes às ofertas (taxas de excreção média de nutrientes via dejetos animais) foram extraídos da IN 11/IMA, que fornece as diretrizes e orienta o licenciamento ambiental da atividade da suinocultura no estado de Santa Catarina.

Utilizou-se o nutriente fósforo (P_2O_5) como indicador para o balanço de nutrientes, interpretando-se que valores negativos indicam oferta maior que a demanda (traduzem-se em excedente do nutriente em relação à extração via as culturas agrícolas utilizadas) e valores positivos expressam a falta do nutriente para o atendimento médio das plantas em rendimento referência e produtividade. O cálculo do balanço foi aplicado em nível de microbacia hidrográfica.

Para o dimensionamento da rede coletora, adotou-se o volume total de produção de dejetos com base na capacidade de alojamento de cada unidade de produção e do sistema de produção de suínos desenvolvido. Outro item levado em consideração foi o excedente de dejetos de cada propriedade. Definiu-se o uso de um sistema de tratamento dos efluentes centralizado (Tapparo et al, 2021¹³; Candido et al, 2022¹⁴), pois

apresenta maiores benefícios, dentre eles a redução dos custos de implantação e de operação do sistema, melhor controle e destino final adequado, aplicação de processo único para agregação de valor ao biofertilizante (podendo ser exportado da região) e processo de produção e controle de biogás mais eficiente e seguro.

Os critérios adotados para determinação do traçado da rede de transporte de dejetos teve como ponto de partida as características topográficas e a conformação dos terrenos em cada microbacia que compõe a BHLF, optando-se pela menor distância e declividade necessária para o transporte, bem como as opções de menor intervenção em obras de engenharia, tanto para escavações como para a utilização das estradas como traçado base (Figura 3).

Os critérios para transporte dos dejetos levaram em consideração o traçado mais curto até a unidade de tratamento proposta e/ou um ponto de inserção na rede de coleta e transporte de dejetos.

Os pontos de coleta/entrada dos dejetos nos sistemas de coleta (tubulações) foram determinados nas estruturas de armazenamento de dejetos (esterqueiras) de cada unidade de produção de suínos, considerando-se as melhores alternativas de ligação na rede.

Para os locais onde não foi encontrado um traçado viável, indicou-se transporte via caminhão tanque até o ponto de rede mais próximo para transposição de dejetos de uma microbacia para outra.

13 <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100716>

14 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113825>



Figura 3. Detalhamento do trecho da rede coletora.

A extração das declividades e dos perfis longitudinais e os cálculos de distância dos traçados (trechos) de rede e demais grandezas territoriais foram executadas em ambiente digital, por meio de ferramentas de geoprocessamento (software QuantumGis).

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento da rede coletora e de transporte de dejetos foram definidos com base na norma ABNT NBR 9.649 - Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário.

Os critérios para a determinação dos traçados de transporte de dejetos foram definidos com base na distância, seguindo também as condições das vias de transporte e de coleta nas estruturas de armazenamento de cada propriedade produtora de suínos.

Foram elaborados três cenários base para a proposta apresentada.

- **Cenário 1:** Compreende a coleta e transporte via rede coletora e tratamento de todo dejetos gerado na BHLF.
- **Cenário 2:** Diz respeito apenas ao transporte dos dejetos via veículos acoplados com tanque de distribuição, considerando duas alternativas:
 - a) Transporte de todo dejetos produzido, ida e volta de cada unidade de produção independente.
 - b) Transporte do excedente de dejetos por unidade de produção em cada microbacia, considerando logística de viagem.
- **Cenário 3:** Compreende rede coletora mais transporte via caminhão, com duas alternativas:

- a) Coleta e transporte total dos dejetos.
- b) Rede de coleta e transporte via caminhão tanque do excedente dos dejetos.

Os custos de implantação foram obtidos em consulta ao mercado local, planilha desonerada de composições e insumos disponibilizada pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI¹⁵), com referência a abril de 2020, e planilha do Departamento Estadual de Infraestrutura (DEINFRA/SC¹⁶), com referência a janeiro de 2018. Ambos foram atualizados pela inflação (IPCA) até a presente data.

Para o levantamento dos custos dos diferentes cenários adotou-se o conceito de custo total (CT), que inclui não apenas as despesas operacionais de custeio (manutenção e serviços de transporte), mas também a depreciação e o custo do capital investido, considerando-se 15 anos de vida útil, valor residual zero e taxa de juros de 5,25% ao ano, praticada no programa ABC¹⁷, conforme Plano Safra 2019-2020 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Estima-se manutenção de 5,0% dos equipamentos de rede de coleta e transporte de dejetos por ano, referente à substituição de tubulação, conexões e ligações. Para as estimativas do custo de transporte de dejetos, utilizou-se o valor base praticado por empresas e/ou pessoas físicas que praticam a atividade de transporte via caminhão ou trator acoplado com tanque de distribuição na cidade de Concórdia (SC).

Principais resultados do estudo

A BHLF possui 65 unidades de produção industrial de suínos. Destas, apenas 11 possuem capacidade de reciclagem total dos dejetos produzidos, com base nas áreas de lavoura temporária disponíveis e dos ciclos produtivos (grãos/pastagem). Os volumes de dejetos calculados que integram os diferentes cenários apresentam variação total de 1,8%, devido à metodologia para determinação dos excedentes, pois considera-se a bacia hidrográfica como unidade territorial de manejo dos dejetos, e não apenas as propriedades. As principais informações dos 3 cenários avaliados estão detalhadas na Tabela 1.

¹⁵ Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>

¹⁶ Disponível em: <https://www.sie.sc.gov.br/referencialdepreco>

¹⁷ Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/programa->

Tabela 1. Síntese comparativa de alternativas de projeto de sistema de coleta de dejetos suínos de acordo com os 3 cenários estudados.

| Cenário | 1 | | | 2 | | 3 | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| | Unidade | | | A | B | A | B |
| Descrição | Somente rede coletora | Somente transporte (total) | Somente transporte (excedente) | Misto - rede + transporte (total) | Misto - rede + transporte (total) | Misto - rede + transporte (excedente) | |
| Propriedades | 65 | 65 | 54 | 65 | 65 | 54 | |
| Comprimento rede | km | 42,47 | 0 | 10,91 | 10,91 | 0 | 10,91 |
| Distância transporte | km/dia | 0,00 | 1132,2 | 480,4 | 480,4 | 0 | 105,4 |
| Rede coletora | m³/dia | 614,10 | 0 | 412,4 | 412,4 | 0 | 401,65 |
| Veículo de transporte | m³/dia | 55,1 | 669,2 | 504,7 | 256,8 | 0 | 124,6 |
| Total | m³/dia | 669,20 | 669,2 | 504,7 | 669,15 | 0 | 526,25 |
| Investimento | Rede coletora | R\$ 6.523.618,94 | 0 | 0 | R\$ 1.676.330,87 | 0 | R\$ 1.676.330,87 |
| Taxa (% ao ano) | % | 5,25% | 0 | 0 | 5,25% | 0 | 5,25% |
| Vida útil | anos | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | 15 |
| Capital | R\$/mês | R\$ 17.021,47 | 0 | 0 | R\$ 4.373,89 | 0 | R\$ 4.373,89 |
| Depreciação | R\$/mês | R\$ 36.242,33 | 0 | 0 | R\$ 9.312,95 | 0 | R\$ 9.312,95 |
| Manutenção | R\$/mês | R\$ 41.655,13 | 0 | 0 | R\$ 11.398,31 | 0 | R\$ 11.398,31 |
| Total | R\$/mês | R\$ 94.918,93 | 0 | 0 | R\$ 25.085,15 | 0 | R\$ 25.085,15 |
| Veículo de transporte | R\$/mês | R\$ 8.893,22 | R\$ 146.405,19 | R\$ 50.229,15 | R\$ 68.633,35 | R\$ 19.051,73 | |
| Total | R\$/mês | R\$ 103.812,15 | R\$ 146.405,19 | R\$ 50.229,15 | R\$ 93.718,51 | R\$ 44.136,88 | |
| Rede coletora | R\$/m³ | R\$ 5,07 | 0 | 0 | R\$ 1,99 | 0 | R\$ 2,05 |
| Transporte | R\$/m³ | R\$ 5,29 | R\$ 7,17 | R\$ 3,26 | R\$ 8,76 | 0 | R\$ 5,01 |
| Geral | R\$/m³ | R\$ 5,09 | R\$ 7,17 | R\$ 3,26 | R\$ 4,59 | R\$ 2,75 | |

Para o **Cenário 1**, que considera o transporte de dejetos somente via rede de coleta, o custo de implantação (investimento) dos sistemas de coleta e transporte de dejetos para atendimento de 65 estabelecimentos produtores é de R\$ 6,524 milhões, com extensão total de 42,5 km de rede coletora e capacidade de transporte de 669,2 m³/dia, a um custo de R\$ 5,09/m³.

O **Cenário 2** compreende a alternativa de transporte via caminhão, considerando o transporte de 669,2 m³/dia (Cenário 2A) e do excedente 504,7 m³/dia (Cenário 2B). Para ambas alternativas não há custo de investimento, porém, os custos de transporte são de R\$ 146,4 mil/mês e R\$ 50,2 mil/mês respectivamente, representando um custo de R\$ 7,17/m³ e R\$ 3,26/m³, respectivamente.

Já para o **Cenário 3**, com uma alternativa mista de transporte (rede coletora e caminhão) e considerando o volume

total de 669,2 m³/dia (Cenário 3A) e do excedente de 526,2 m³/dia (Cenário 3B), os custos de transporte são de R\$ 93,7 mil/mês e R\$ 44,1 mil/mês, representando um custo de R\$ 4,59/m³ e R\$ 2,75/m³, respectivamente.

Em resumo, a alternativa mista (Cenário 3B), que compreende o transporte do excedente de dejetos via caminhão em conjunto com rede de coleta, apresenta o menor custo por m³ de dejetos transportados, considerando-se as características locais dos estabelecimentos produtores de suínos, bem como as capacidades de reciclagem dos dejetos como biofertilizante nas sub-bacias estudadas.

A visualização dos dados cartográficos (Figura 4) também pode ser consultada em maiores detalhes através do link: https://qgiscloud.com/eduardolbernardo/CLOUD_BD_EKODATA_FRAGOSOS_SIG/.

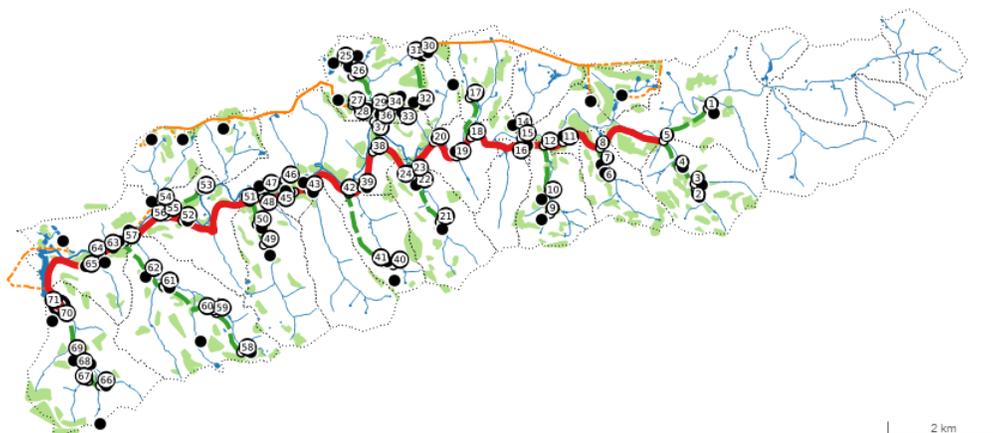


Figura 4. Layout dos dados cartográficos do estudo.

Aplicabilidade e replicabilidade do trabalho

A metodologia empregada neste estudo permite sua replicação em outras regiões do Brasil, com especial interesse às bacias hidrográficas com alta densidade animal. As informações aqui obtidas podem servir de subsídios para embasamento de políticas públicas contribuindo para o ordenamento da produção no território considerando-se as realidades de cada bacia hidrográfica.

Cabe ainda ressaltar que este estudo pode ser aplicado à outras alternativas ou rotas tecnológicas, e não apenas ao Sistrates. São exemplos dessa possibilidade unidades de compostagem e plantas centralizadas de biogás em que a logística de coleta dos resíduos é igualmente importante na viabilidade técnica e econômica do negócio.

O estudo aqui realizado contempla os aspectos logísticos para o transporte dos dejetos e os desafios inerentes a esta prática cada vez mais necessária na suinocultura e produção animal brasileira. Por fim, este trabalho gera indicadores para novos modelos de negócio, contemplando unidades centralizadas de tratamento dos resíduos da produção animal.

Referências

CÂNDIDO, D.; BOLSAN, A. C.; HOLLAS, C. E.; VENTURIN, B.; TÁPPARO, D. C.; BONASSA, G.; ANTES, F. G.; STEINMETZ, R. L. R.; BORTOLI, M.; KUNZ, A. Integration of swine manure anaerobic digestion and digestate nutrients removal/recovery under a circular economy concept. **Journal of Environmental Management**, v. 301, 113825, Jan. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113825>.

CIAS. Central de Inteligência de Aves e Suínos. Estatísticas. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 05 de set. de 2021.

MANUAL de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 376 p.

MIRANDA, C. R. de; MONTICELLI, C. J.; MATTHIENSEN, A.; SEGANFREDO, M. A. (ed.). **Produção intensiva de animais e serviços ambientais**: estratégias e indicadores. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2020. 365 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 211).

MIRANDA, C. R. de; BERNARDO, E. L.; MONTICELLI, C. J. Distribuição espacial da suinocultura brasileira: uma análise a partir do censo agropecuário de 2017. **Suinocultura Industrial**, Itu, ed. 302, ano 44, n. 5, p. 14-18, 2021.

NICOLOSO, R. da S.; DALMEDICO, G.; BARROS, E. C. **Software de gestão ambiental da suinocultura**: manual do usuário. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2020. 78 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 212).

ROCHA, J. D.; FONSECA, M. F.; MIELE, M.; MIRANDA, C. R. de; MONTICELLI, C. J.; BERNARDO, E. L.; VIEIRA, G. DE. A.; PEDRÃO, R. S. **Inteligência territorial aplicada ao manejo de resíduos da pecuária**. Campinas, SP: Embrapa Territorial, 2021. 49 p. (Embrapa Territorial. Documentos, 137).

TÁPPARO, D. C.; CÂNDIDO, D.; STEINMETZ, R. L. R.; ETZKORN, C.; AMARAL, A. C. do; ANTES, F. G.; KUNZ, A. Swine manure biogas production improvement using pre-treatment strategies: lab-scale studies and full-scale application. **Bioresource Technology Reports**, v. 15, n. 100716, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100716>.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves
Rodovia BR 153 - KM 110
Caixa Postal 321
89.715-899, Concórdia, SC
Fone: (49) 3441 0400
Fax: (49) 3441 0497
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Versão eletrônica (2022)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Suínos e Aves

Presidente

Franco Muller Martins

Secretária-Executiva

Tânia Maria Biavatti Celant

Membros

Clarissa Silveira Luiz Vaz, Cláudia Antunez Arrieche, Gerson Neudi Scheuermann, Jane de Oliveira Peixoto, Monalisa Leal Pereira e Rodrigo da Silveira Nicoloso

Suplentes

Estela de Oliveira Nunes

Fernando de Castro Tavernari

Supervisão editorial

Tânia Maria Biavatti Celant

Revisão técnica

Evandro Carlos Barros

Ricardo Luiz Radis Steinmetz

Revisão de texto

Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza

Revisão bibliográfica

Cláudia Antunez Arrieche

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Vivian Fracasso