

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

LUCAS ZANONI DE OLIVEIRA

POTENCIAL DA PRODUÇÃO DE *PELLETS* A PARTIR DA LÃ DE OVELHA

Lages
Fevereiro 2025

LUCAS ZANONI DE OLIVEIRA

POTENCIAL DA PRODUÇÃO DE *PELLETS* A PARTIR DA LÃ DE OVELHA

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão do Agronegócio no Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Gestão do Agronegócio.

Orientador: Prof^o. José Mecabô Júnior
Coorientador: Prof^a. Gesieli Priscila Buba

Lages
Fevereiro de 2025

ESPAÇO DA FICHA CATALOGRÁFICA OU FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRA

Zanoni de Oliveira, Lucas
ALTERNATIVA PARA A DESTINAÇÃO E A UTILIZAÇÃO DA LÃ DE OVELHA, DA
REGIÃO SERRANA DO ESTADO DE SANTA CATARINA / Lucas Zanoni de
Oliveira ; orientador, José Mecabô Junior, coorientador, Gesieli
Priscila Buba , 2025.
45 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Campus Lages, Graduação em Gestão do
agronegócio, Lages, 2025.

Inclui referências.

1. Gestão do agronegócio. 2. pellets de lã de ovelha. 3.
fertilizantes orgânicos. 4. sustentabilidade. 5. nutrição do
solo. I. Mecabô Junior, José. II. Priscila Buba , Gesieli . III.
Instituto Federal de Santa Catarina. Graduação em Gestão do
agronegócio. IV. Título.

LUCAS ZANONI DE OLIVEIRA

POTENCIAL DA PRODUÇÃO DE *PELLETS* A PARTIR DA LÃ DE OVELHA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em Gestão do Agronegócio, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Lages, 24 de Fevereiro de 2025.

Prof. José Mecabô Júnior,
Orientador - Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC
Dr. Engenheiro Agrônomo

Gesieli Priscila Buba
Coorientador
Dr^a. Engenheira Agrônoma
Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc/CAV

Prof^a. Paula Iaschitzki Ferreira ,
Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC
Dr^a Engenheira Agrônoma

"A verdadeira inovação surge quando olhamos para o que já temos e descobrimos
novas formas de aproveitá-lo."
(Autor desconhecido)

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho não teria sido possível sem o apoio e incentivo de diversas pessoas, às quais expresso minha mais profunda gratidão.

Primeiramente, agradeço a Deus e à Nossa Senhora Aparecida, que me deram saúde e força para não desistir em cada passo desta caminhada. Sem essa fé e proteção, os desafios teriam sido ainda maiores.

À minha família e à minha esposa, minha gratidão eterna por estarem sempre ao meu lado, compreendendo as exigências e desafios dos estudos e me apoiando incondicionalmente. Seu carinho, paciência e incentivo foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente com determinação e motivação, tornando essa jornada possível e ainda mais significativa.

Expresso minha profunda gratidão ao meu orientador, Professor José Mecabô Júnior, por sua dedicação, paciência e valiosas orientações ao longo de toda essa jornada. Sua experiência e conhecimento foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto, proporcionando direcionamento e incentivo em cada etapa.

Também sou imensamente grato à minha co-orientadora, Professora Gesieli Priscila Buba, pelo suporte técnico e acadêmico, sempre disposta a compartilhar seu conhecimento e contribuir significativamente para o aprimoramento deste estudo. Seu auxílio foi indispensável para a construção deste trabalho, tornando todo o processo mais enriquecedor e produtivo.

À professora Martha Andreia Brand, do campus UDESC (CAV), expresso meu sincero agradecimento por viabilizar o acesso aos laboratórios e equipamentos essenciais para a realização dos testes. Sua disposição e apoio foram fundamentais para que a pesquisa pudesse ser conduzida com rigor e precisão, garantindo resultados sólidos e confiáveis. Seu comprometimento com o avanço do conhecimento foi indispensável para a concretização deste trabalho.

Aos meus colegas, expresso minha sincera gratidão pelo incentivo constante, pelas ideias enriquecedoras e pelas trocas construtivas ao longo desta jornada. O apoio de cada um foi essencial para tornar este processo mais leve e significativo, transformando desafios em oportunidades de aprendizado e crescimento. A colaboração e o compartilhamento de conhecimento tornaram essa experiência acadêmica ainda mais enriquecedora, meu muito obrigado!

"No geral, os *pellets* de lã apresentaram desempenho muito semelhante ao fertilizante orgânico comercial para ambas as culturas e podem ser uma alternativa promissora que pode abrir oportunidades para maior integração de sistemas vegetais e animais em fazendas diversificadas."

Bradshaw e Hagen, 2022.

RESUMO

A lã de ovelha é um recurso valioso que muitas vezes acaba sendo pouco aproveitado e com baixo valor de mercado. No entanto, ela tem um grande potencial para ser usada na agricultura, especialmente na produção de *pellets* orgânicos. Este trabalho buscou desenvolver um processo eficiente para transformar a lã em *pellets*, analisando como a secagem afeta a umidade do material e avaliando sua viabilidade na produção, considerando parâmetros técnicos e operacionais. Foram realizados testes de secagem da lã tanto em temperatura ambiente quanto em estufa, a 60°C e 45°C, por 24 horas. A secagem em estufa a 45°C foi a mais eficiente, permitindo que a lã atingisse a umidade ideal de 15% para a produção dos *pellets*. Os experimentos mostraram que controlar corretamente a secagem da lã é essencial para garantir a qualidade dos *pellets* e sua viabilidade na produção. Além de ser um material biodegradável, a lã se destaca como um fertilizante de liberação lenta, fornecendo nitrogênio e enxofre ao solo, contribuindo para a retenção de água e estimulando a atividade biológica do solo. A fabricação de *pellets* de lã surge como uma alternativa sustentável e economicamente viável para o agronegócio, ajudando a reduzir a dependência de fertilizantes químicos e dando um novo propósito a um subproduto da ovinocultura. Este estudo destaca o potencial da lã como uma opção ecológica para fertilização do solo, incentivando práticas agrícolas mais sustentáveis e rentáveis. Além disso, seu uso na agricultura se destaca como uma alternativa promissora, oferecendo vantagens tanto ambientais quanto econômicas. Para dar continuidade à pesquisa, futuros estudos podem explorar a eficiência agrônoma dos *pellets* no solo e analisar seu potencial de mercado para comercialização.

Palavras-Chave: fertilizantes orgânicos; sustentabilidade; secagem; nutrição do solo.

ABSTRACT

Sheep wool is a valuable resource that is often underutilized and has low market value. However, it has great potential for use in agriculture, particularly in the production of organic *pellets*. This study aims to develop an efficient process for transforming wool into *pellets* by analyzing how drying affects the material's moisture content and evaluating its feasibility in production, considering technical and operational parameters. Drying tests were conducted both at room temperature and in an oven at 60°C and 45°C for 24 hours. The most efficient drying process was at 45°C, allowing the wool to reach the ideal moisture level of 15% for *pellet* production. The experiments demonstrated that properly controlling wool drying is essential to ensuring *pellet* quality and production viability. In addition to being a biodegradable material, wool stands out as a slow-release fertilizer, providing nitrogen and sulfur to the soil, enhancing water retention, and stimulating soil biological activity. The production of wool *pellets* emerges as a sustainable and economically viable alternative for agribusiness, reducing dependence on chemical fertilizers and giving new purpose to a byproduct of sheep farming. This study highlights the potential of wool as an eco-friendly soil fertilization option, promoting more sustainable and profitable agricultural practices. Furthermore, its application in agriculture proves to be a promising alternative, offering both environmental and economic benefits. To further this research, future studies could explore the agronomic efficiency of wool *pellets* in the soil and analyze their market potential for commercialization.

Keywords: organic fertilizers; sustainability; drying; soil nutrition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Lã selecionada em secagem no ambiente natural, exposta ao sol...	26
Figura 2: Umidade da Lã medida antes da secagem natural, exposta ao sol.	26
Figura 3: Umidade da lã medida em %, após a secagem natural por 24 horas..	27
Figura 4: Lã acondicionada na estufa a 60°C para secagem mecanizada, por 24hrs.....	27
Figura 5: Lã após a secagem mecânica (estufa) a 60°C, umidade medida em %.....	28
Figura 6: Lã acondicionada na estufa, para secagem, temperatura de 45°C, por 24 hrs.....	28
Figura 7: Lã após a secagem mecânica (estufa) a 45°C, umidade medida em %.....	29
Figura 8: máquina de peletização, com controles e ajustes no processo de fabricação.....	31
Figura 10: Equipamento de friabilidade (resistência) do material produzido em forma de pellets.....	33
Figura 11: bandeja onde é depositado o material para análise de resistência....	34
Figura 12: Bandeja com material de ensaio, sem a separação dos resíduos.	34
Figura 13: Bandeja com material de ensaio, com a separação dos resíduos.	35
Figura 14: peneira de ensaio e separação de partículas menores que os pellets.....	35
Figura 15: Separação do material armazenado, com as partículas pequenas...	36
Tabela 1 - Comparação de amostragem de umidade.....	37
Figura 16: Peso do material após teste de resistência, sem a separação das partículas.....	40
Figura 17: Peso da peneira sem material, antes do processo de resistência.	40
Figura 18: Peso do material após teste de resistência, com a separação das partículas.....	41
Figura 19: Peso material (lã) antes da peletização.....	42
Figura 20: Peso do material após fabricação da peletização.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
4 METODOLOGIA.....	20
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	23
5.1 Coleta do material para o experimento.....	24
5.2 Preparo material.....	24
5.3 Elaboração do pellet.....	29
5.4 Testes realizados.....	30
6 INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....	36
6.1 Elaboração do pellets.....	37
6.2 Viabilidade econômica.....	43
7 CONCLUSÃO.....	45
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A lã de ovelha, apesar de ser um subproduto de origem animal, que é um produto gerado de tosas anuais das ovelhas por seus produtores e com potencial de reutilização, enfrenta desafios significativos no mercado. Em muitos casos, a lã de baixa qualidade ou considerada inadequada para a indústria têxtil é descartada, gerando desperdício e problemas ambientais (Sharma 2019). Além disso, o custo associado ao processamento, transporte e comercialização dessa lã limita sua viabilidade econômica, especialmente em regiões onde a demanda é reduzida ou onde a competição com fibras sintéticas e alternativas mais baratas é intensa. Essa situação reforça a necessidade de encontrar usos inovadores e sustentáveis para a lã descartada, aproveitando seu valor intrínseco em outras áreas, como na agricultura.

Esta matéria-prima, muitas vezes, vem sendo armazenada por muito tempo na propriedade, gerando custos de estocagem e diminuindo a disponibilização de espaço útil, pois devido a baixa procura nas exportações para confecção de vestuário, o valor agregado apresentou queda. Muitos dos produtores não efetuam um descarte correto desse subproduto, e que, muitas vezes, estava sendo queimada ou utilizada como aterro. Embora a lã de ovelha enfrente desafios relacionados ao descarte inadequado e à baixa viabilidade comercial de alguns de seus tipos, ela também apresenta um grande potencial para contribuir com práticas sustentáveis e inovadoras. Como um recurso natural e renovável, a lã descartada pode ser transformada em um insumo valioso em diversas áreas, especialmente na agricultura, onde seu uso como fertilizante ou condicionador de solo já demonstra benefícios significativos.

Do ponto de vista da sustentabilidade, reaproveitar a lã não comercializável contribui para a redução de resíduos e para a mitigação de impactos ambientais associados ao seu descarte. Ao invés de ser considerada um problema, a lã pode ser integrada a práticas agrícolas que promovam a fertilidade do solo, melhoram a retenção de água e aumentem a eficiência no uso de nutrientes pelas plantas. Além disso, iniciativas de valorização desse subproduto criam oportunidades para a geração de novas cadeias de valor, beneficiando pequenos produtores e comunidades rurais.

As possibilidades rentáveis vão além do setor agrícola. A lã pode ser explorada em aplicações como isolamento térmico, produtos biodegradáveis e até mesmo em tecnologias de biorretenção. No decorrer deste trabalho, serão detalhadas essas possibilidades, com foco em sua viabilidade técnica e econômica, reforçando o papel da lã como uma solução prática e alinhada aos princípios da economia circular e da agricultura sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar e desenvolver a fabricação de *pellets* confeccionados a partir de lã de ovelha e avaliar a viabilidade econômica do processo como uma solução inovadora para o aprimoramento do solo e o cultivo de plantas.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a viabilidade técnica da produção de *pellets* a partir da lã de ovelha;
- Identificar e aprimorar os procedimentos de limpeza, desengorduramento e trituração da lã, assegurando que a matéria-prima esteja adequadamente preparada para a peletização;
- Definir as condições ideais de pressão e temperatura durante o processo de pelotização para a obtenção de *pellets* de alta qualidade;
- Avaliar a viabilidade econômica de início de projeto, para futuros custos de produção e receitas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com o registro de ovinocultores cadastrados na região da Amures que contempla 18 municípios, registrou-se um total de 33.958 (trinta e três mil, novecentos e cinquenta e oito) na data de 30/06/2024, de animais cadastrados e aptos na produção de lã, dados catalogados pela Cidasc (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina) (Cidasc, s/d.2024).

A ovinocultura tem um papel essencial na economia da Serra Catarinense, destacando-se tanto na produção de carne quanto na de lã. O clima e as pastagens da região favorecem a criação de ovinos, tornando-a um dos principais polos dessa atividade no estado. Para fortalecer ainda mais essa cadeia produtiva, iniciativas da associação de ovinicultores vêm promovendo políticas públicas e incentivos que impulsionam o desenvolvimento sustentável do setor. Essas ações ajudam a melhorar a qualidade dos produtos, ampliar mercados e garantir mais competitividade para os produtores locais, segundo a Associação Catarinense de Criadores de Ovinos (ACCO). Dentre os manejos executados em rebanho de ovelhas está a tosquia que gera a lã como seu subproduto.

A tosquia das ovelhas é um cuidado fundamental para o bem-estar dos animais e, geralmente, acontece uma vez por ano, antes da chegada das estações mais quentes. O momento exato do procedimento varia de acordo com a região, o clima e o sistema de criação. No hemisfério sul, por exemplo, a tosquia costuma ser realizada entre outubro e dezembro, durante a primavera, para que os animais estejam mais confortáveis no verão. A tosquia é essencial para garantir a saúde, o conforto e a produtividade do rebanho, como a lã cresce continuamente, se não for removida, pode causar superaquecimento no verão, comprometendo o conforto térmico segundo Siqueira (2008, p.45).

A tosquia regular melhora a ventilação da pele, reduzindo a ocorrência de infecções cutâneas e contribuindo para a saúde geral do animal. Além de ser um cuidado fundamental para o bem-estar dos animais, a tosquia também gera um subproduto valioso: a lã. Esse material pode ser utilizado de forma sustentável em diversas aplicações, como na produção de *pellets* agrícolas. Para isso, é essencial um controle adequado do processo, garantindo um melhor aproveitamento da lã e contribuindo para soluções mais sustentáveis no agronegócio, como a produção de *pellets* agrícolas. Para obter os melhores resultados, a tosquia deve ser realizada no período mais adequado para cada região, sempre priorizando o bem-estar dos animais e o aproveitamento eficiente da lã (Siqueira, 2008)

Além disso, o acúmulo de lã suja nos animais favorece a infestação de parasitas, como bernes e piolhos, e aumenta o risco de miíase (bicheira), causada por moscas que depositam ovos na lã contaminada. O excesso de lã também pode

prejudicar a mobilidade das ovelhas e dificultar sua alimentação, impactando diretamente sua qualidade de vida (SILVA, J. A.; SOUZA, M. R. 2020)

A tosquia também é utilizada como uma medida higiênico-sanitária essencial para o bem-estar dos animais, especialmente para ovelhas prenhes, machos em estação de monta e fêmeas em período pré-cobertura. Além de contribuir para a higiene e a saúde do rebanho, esse manejo auxilia no aumento da ingestão de alimentos, favorecendo o desempenho reprodutivo e produtivo dos animais (Carvalho, Oliveira e Domingues, 2004)

A fibra da lã de ovelha é considerada uma escolha sustentável e ecologicamente correta. A estrutura e a composição química da fibra de lã distinguem-se de outros tipos de fibras. Sua enorme diversidade, a heterogeneidade de suas características e suas vantagens são incomparáveis, tanto em comparação com outras fibras naturais quanto com fibras artificiais (Laitala, Klepp e Henry 2018).

No entanto, o descarte inadequado da lã pode gerar resíduos sem valor comercial. Nesse contexto, a utilização desse material surge como uma alternativa sustentável, permitindo seu reaproveitamento em diversas aplicações, como na produção de *pellets*, agregando valor ao subproduto e reduzindo impactos ambientais

Os *pellets* de lã emergem como uma alternativa inovadora e sustentável na agricultura moderna, desempenhando um papel significativo na melhoria da eficiência da absorção de nutrientes pelas plantas. Esses *pellets*, produzidos a partir de subprodutos da lã, oferecem não apenas um suprimento de nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio, mas também contribuem de maneira significativa para a saúde e fertilidade do solo.

A produção de *pellets* de lã de ovelha como insumo para o melhoramento do solo e cultivo de plantas representa uma inovação promissora dentro da gestão do agronegócio, especialmente em regiões onde a ovinocultura é uma atividade tradicional. A utilização de subprodutos da produção pecuária, como a lã, de forma sustentável e econômica, reflete as crescentes demandas por práticas agrícolas que conciliam produtividade e respeito ao meio ambiente.

Quando incorporados ao solo, os *pellets* de lã agem como uma fonte de nutrientes de liberação lenta, garantindo que as plantas possam absorvê-los de maneira mais eficaz e ao longo de um período prolongado. Essa característica evita perdas por lixiviação, comuns em fertilizantes químicos convencionais, além de reduzir impactos ambientais negativos associados ao excesso de nutrientes em corpos hídricos. Assim, os *pellets* promovem uma nutrição mais equilibrada para as plantas, permitindo que elas atinjam seu potencial máximo de crescimento e produtividade (BERTOLLO, 2013)

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2021), entre 20% e 40% da produção agrícola mundial é perdida anualmente devido à ação de pragas, doenças e plantas daninhas nas lavouras comerciais. No Brasil, essa perda gira em torno de 8%, impactando diretamente a produtividade e a economia do setor agrícola.

Segundo Oligos Biotec (2025) o termo 'praga' é utilizado para definir insetos, aracnídeos (como ácaros) e moluscos (como lesmas) que causam danos às plantas cultivadas, seja em lavouras ou florestas. Esses organismos podem prejudicar as plantas ao se alimentarem delas ou ao transmitirem doenças e viroses, resultando em alterações patológicas que reduzem sua produtividade. A queda na produção final depende da espécie infestante, do estágio de desenvolvimento da cultura e da intensidade do ataque. Em casos extremos, as perdas podem ultrapassar 80%, tornando o controle dessas pragas fundamental para evitar prejuízos significativos

Além disso, os *pellets* de lã têm um impacto direto na atividade biológica do solo. À medida que se decompõem, eles liberam matéria orgânica que serve de alimento para microrganismos benéficos, como bactérias e fungos. Essa atividade microbiana intensificada enriquece o ecossistema do solo, melhorando sua estrutura, porosidade e capacidade de retenção de água. Um solo mais ativo biologicamente também favorece o desenvolvimento das raízes, permitindo que as plantas explorem melhor os nutrientes disponíveis e cresçam de forma mais vigorosa.

Outro benefício importante é que os *pellets* de lã ajudam a regular a temperatura e a umidade do solo, criando um ambiente mais estável para o desenvolvimento das plantas e microrganismos. Isso é especialmente valioso em

regiões onde as condições climáticas podem ser desafiadoras, como períodos de seca ou de chuvas excessivas.

Do ponto de vista da sustentabilidade, o uso de *pellets* de lã oferece uma solução ecologicamente correta para a gestão de resíduos da indústria têxtil e pecuária. Em vez de descartada, a lã que não atende aos padrões de comercialização pode ser transformada em um recurso valioso para a agricultura, fechando um ciclo sustentável. Além disso, seu uso pode reduzir a dependência de fertilizantes sintéticos, cuja produção consome altos níveis de energia e contribui para a emissão de gases de efeito estufa.

Em resumo, os *pellets* de lã representam uma ferramenta multifuncional para a agricultura sustentável, combinando benefícios diretos para a absorção de nutrientes pelas plantas com melhorias significativas na saúde do solo. Sua capacidade de aumentar a atividade biológica do solo, aliada a impactos ambientais positivos, posiciona-os como uma solução viável para agricultores que buscam práticas mais eficientes e alinhadas com os princípios da economia circular.

Segundo Carus et al. (2018), a lã de ovelha possui propriedades únicas, como alta capacidade de retenção de água e lenta decomposição, o que a torna um excelente condicionador de solo. Estudos indicam que a utilização de *pellets* de lã pode melhorar a aeração e a estrutura do solo, contribuindo para um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, das plantas (Jiang et al., 2020). Esses benefícios são particularmente relevantes em cultivos orgânicos e frutíferos, onde a qualidade do solo é um fator determinante para a produtividade. Assim, a produção de *pellets* de lã de ovelha não apenas oferece uma solução inovadora para o manejo sustentável do solo, mas também agrega valor a um subproduto muitas vezes subutilizado, promovendo a diversificação das fontes de renda no setor agropecuário. Embora esses estudos não tratem especificamente de *pellets* de lã, eles demonstram que materiais orgânicos peletizados podem melhorar a aeração e a estrutura do solo, beneficiando o desenvolvimento das plantas.

O nitrogênio (N) é essencial para todas as formas de vida e desempenha um papel fundamental no aumento da produção de alimentos para atender às necessidades das populações humanas e animais, que estão em constante crescimento. Em muitos ecossistemas terrestres e aquáticos, o fornecimento de nitrogênio regula a diversidade e a abundância da vegetação, a dinâmica das

populações de herbívoros e seus predadores, além de processos ecológicos cruciais, como a produtividade das plantas e a ciclagem de carbono e minerais no solo (Campbell-Nelson, K.E. Ed. 2020–2021).

Desde o início do século passado, as atividades humanas têm liberado quantidades crescentes de nitrogênio reativo no ambiente. Isso ocorre tanto de forma intencional, por meio do uso de fertilizantes, quanto acidentalmente, como subproduto da queima de combustíveis fósseis. Essas alterações no ciclo do nitrogênio têm gerado impactos significativos, incluindo a perda de biodiversidade, agravamento do aquecimento global, comprometimento da qualidade da água, riscos à saúde humana e até influências nas taxas de crescimento populacional em diversas regiões do mundo.

Para garantir uma produção agrícola sustentável e economicamente viável, a gestão do nitrogênio deve priorizar a sincronização entre a oferta de nitrogênio (N) e a demanda das culturas. Isso significa que, para melhorar a eficiência do uso de nitrogênio em sistemas agrícolas intensivos, é necessário buscar estratégias que maximizem os rendimentos com a menor quantidade possível de fertilizantes nitrogenados.

Nos últimos anos, diversos fertilizantes alternativos à base de bio-resíduos têm demonstrado benefícios significativos para a nutrição das plantas. Entre eles estão os *pellets* de lã, que apresentam potencial promissor. No entanto, os efeitos combinados desses *pellets* no crescimento das plantas e na atividade biológica do solo ainda são pouco explorados. Com o objetivo de preencher essa lacuna, investigamos a possibilidade de utilizar *pellets* de lã ricos em nitrogênio em conjunto com inoculações de solo, buscando oferecer alternativas mais sustentáveis e ambientalmente responsáveis aos fertilizantes convencionais

O aumento significativo nos preços dos fertilizantes tornou a pesquisa sobre os fatores relacionados à vida do solo e ao desenvolvimento das plantas, que influenciam a eficiência da fertilização com nitrogênio (N), uma questão de grande relevância. Essa investigação é crucial tanto para reduzir custos quanto para promover práticas agrícolas mais sustentáveis (Abrol et al., 2012).

O nitrogênio (N) é um macronutriente indispensável para as plantas, desempenhando um papel **crucial** no seu crescimento, desenvolvimento e no

aumento da produtividade agrícola. Sua presença no solo é fundamental, influenciando diretamente processos como a fotossíntese líquida, a síntese de clorofila e a taxa de transpiração. Esses fatores, por sua vez, impactam diretamente o rendimento das culturas, tornando o nitrogênio um elemento-chave para a eficiência e sustentabilidade da produção agrícola (Evans & Terashima, 1987; W. J. Huang et al., 2014).

Segundo a pesquisadora Magda Benavides (2024), em entrevista à revista *A Granja Total Agro*, da Embrapa Pecuária Sul, a lã de ovelha pode se tornar um recurso valioso para o cultivo de árvores frutíferas. Ela destaca que essa aplicação tem potencial para aumentar a produtividade, promover a sustentabilidade, reduzir custos e, ao mesmo tempo, oferecer uma solução para o uso de tipos de lã que hoje não têm demanda no mercado. Magda ressalta ainda uma característica interessante da lã: sua capacidade de absorver a água da chuva e liberá-la gradualmente para as mudas, favorecendo o desenvolvimento das plantas. "Além disso, a lã é biodegradável e contém 16% de nitrogênio e 3% de enxofre, o que a torna um excelente fertilizante natural", acrescenta a pesquisadora.

Algumas culturas agrícolas exigem uma quantidade maior de água, segundo Rosana Vieira (2017) nitrogênio (N), enxofre (S) e hidrogênio (H) para se desenvolverem adequadamente. Isso ocorre devido ao seu ciclo de crescimento e às necessidades nutricionais específicas de cada planta. As plantas que precisam de mais água geralmente possuem ciclos de crescimento mais longos, uma grande área foliar ou produzem frutos maiores e mais volumosos, já o nitrogênio é um nutriente fundamental para o crescimento das plantas, pois está diretamente envolvido na formação de proteínas e clorofila, essenciais para o desenvolvimento vegetativo. O enxofre desempenha um papel fundamental na formação de aminoácidos e compostos secundários, que influenciam tanto o sabor das plantas quanto sua resistência a doenças. O hidrogênio, que é absorvido pela água (H₂O), é essencial para a fotossíntese e para a formação de compostos orgânicos nas plantas. Como todas as plantas precisam de hidrogênio, aquelas com alta taxa de fotossíntese e metabolismo acelerado acabam exigindo mais desse elemento.

São culturas que se encaixam nesses requisitos, pois apresentam alta demanda de necessidade nutricionais como:

*Morango, necessita de irrigação frequente devido ao sistema radicular raso e sensibilidade ao estresse hídrico, nitrogênio sendo essencial para o crescimento

vegetativo e formação de frutos, enxofre auxilia na síntese de compostos que melhoram a qualidade dos frutos e resistência a doenças, hidrogênio necessário para a fotossíntese e transporte de nutrientes.

*Cenoura, exige irrigação constante para evitar rachaduras na raiz, nitrogênio importante na fase inicial, mas excesso pode prejudicar a formação das raízes, seguido do enxofre que melhora a qualidade da raiz e resistência a doenças, enquanto o hidrogênio participa na absorção de água e crescimento celular.

A produção de pellets a partir da lã de ovelha é um tema ainda pouco explorado na literatura científica e técnica. Há escassez de estudos detalhados que abordem tanto os aspectos metodológicos do processo de peletização quanto sua viabilidade técnica e econômica. A falta de pesquisas nesta área resulta em um conhecimento limitado sobre as condições ideais de produção, como temperatura, pressão e umidade da lã, bem como sobre os impactos agronômicos desses pellets no solo e nas plantas. Além disso, não há dados concretos sobre os custos envolvidos na fabricação, dificultando a análise da viabilidade financeira do processo e sua inserção no mercado agrícola. Dessa forma, este estudo busca contribuir para o preenchimento dessa lacuna, oferecendo informações que possam fundamentar futuras pesquisas e o desenvolvimento sustentável desse produto inovador.

4 METODOLOGIA

Por meio de uma imersão empreendedora em um evento chamado “Reuni Experience” que aconteceu nos dias 6 à 9 do mês de Maio de 2024, no centro de inovação Órion Parque, localizado na cidade de Lages-SC, foram propostos desafios que tinham como propósito aguçar a imaginação dos participantes, promovendo a troca de experiências e, dentre eles, estavam alunos do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Campus Lages e da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), que foram desafiados a pensar em soluções para os problemas encontrados no agronegócio da Região Serrana e, um desses desafios, era a destinação da lã de ovelha, na qual alguns produtores cadastrados no Núcleo de Ovinocultores vinham encontrando dificuldades em utilizar essa matéria-prima para uma utilização eficiente, ecológica e rentável.

Nesta pesquisa, adotou-se um método científico de natureza qualitativa, que segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 269), "*a pesquisa qualitativa preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na interpretação dos fenômenos e na atribuição de significados*" e no entanto quantitativa "*a pesquisa caracteriza-se pelo uso de técnicas padronizadas para a obtenção e análise de informações, permitindo a generalização dos resultados*" (Lakatos e Marconi, 2003, p. 270), centrado inicialmente na exploração do tema por meio de uma revisão bibliográfica abrangente, seguida pela condução de experimentos práticos voltados à produção de *pellets* a partir de lã de ovelha (quantitativa).

O estudo iniciou-se com uma fase exploratória, segundo Gil (2002, p. 41), "*a pesquisa exploratória tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, com vistas à formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.*", na qual se analisou a literatura existente sobre a utilização de subprodutos da ovinocultura, com ênfase particular na lã e suas potenciais aplicações agrícolas. Essa investigação contou teórica permitiu identificar lacunas no conhecimento vigente, proporcionando uma base sólida para a hipótese de que a lã de ovelha pode ser convertida em *pellets* de alta qualidade, aptos para uso como condicionador de solo. No entanto, não há evidências científicas que comprovem que esses *pellets* atuem diretamente na redução de infestações de doenças e pragas ou na diminuição do uso de agrotóxicos em culturas específicas.

Uma das principais fontes utilizadas foi o Google Acadêmico, sites internacionais e especializados em agronomia, documentos disponibilizados no site da Embrapa. Essa abordagem permitiu reunir dados mais completos e diversificados, garantindo uma base sólida para a construção deste estudo.

Para a realização deste estudo, utilizou-se a lã de ovelhas da raça Île-de-France, proveniente de um rebanho localizado na região serrana de Santa Catarina. A escolha dessa raça deve-se à sua dupla aptidão, sendo amplamente reconhecida tanto pela produção de carne quanto pela geração de lã de qualidade intermediária. Embora a principal finalidade da criação de Île-de-France seja a carne, a lã, que é frequentemente subaproveitada, apresenta características que podem

torná-la viável para novas aplicações sustentáveis, como a produção de pellets para uso agrícola. A lã utilizada no experimento foi obtida a partir da tosquia anual dos animais, seguindo os protocolos adequados de manejo para garantir a integridade do material coletado. Suas principais características segundo a Associação Brasileira De Criadores De Ovinos (ARCO) incluem um diâmetro médio de 23 a 27 micrômetros, fibras de comprimento médio a longo, boa elasticidade e resistência, além de coloração branca, o que facilita seu processamento (VILLELA, Luciana Cristine Vasques, 2021). Dentro do contexto da pesquisa permitiu compreender suas potencialidades e limitações para essa aplicação inovadora, fornecendo dados iniciais que podem embasar futuros estudos sobre o aproveitamento sustentável desse subproduto na agricultura.

Com base nessa fundamentação teórica, foram realizados experimentos práticos na localidade da casa do aluno executor do projeto na cidade de Lages - SC, no laboratório de biomassa da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) para avaliar a viabilidade da produção e resistência dos *pellets*. O processo experimental incluiu a coleta e preparação da lã como matéria-prima, seguida da peletização em condições controladas. A análise dos *pellets* produzidos concentrou-se em suas propriedades físicas e na capacidade de melhorar a qualidade do solo. Essa abordagem qualitativa, que começou com uma pesquisa bibliográfica e foi complementada por experimentos práticos, possibilitando a exploração e validação do potencial inovador dos *pellets* de lã de ovelha no contexto da agricultura sustentável.

"A avaliação da viabilidade econômica de um projeto deve considerar a relação entre o investimento inicial, os custos operacionais e a rentabilidade esperada, garantindo que os recursos sejam aplicados de forma eficiente e sustentável." (CHING, 2020). A análise da viabilidade econômica da produção de *pellets* de lã de ovelha envolve a consideração de diversos fatores, incluindo custos de matéria-prima, investimentos em equipamentos, despesas operacionais e potencial de mercado. Estudos indicam que a utilização de subprodutos da ovinocultura, como a lã de baixa qualidade, pode agregar valor e proporcionar uma fonte adicional de renda para os produtores rurais. Além disso, a transformação da lã em *pellets* para uso agrícola pode reduzir os custos com fertilizantes químicos, promovendo práticas mais sustentáveis e economicamente viáveis.

A metodologia utilizada neste estudo seguiu uma abordagem exploratória e quantitativa para avaliar a viabilidade econômica da produção de *pellets* de lã de ovelha. Primeiramente, foram coletados dados referentes aos custos de matéria-prima, incluindo o preço médio da lã ovina in natura, que varia entre R\$1,00 e R\$1,50 por quilo, bem como os custos com transporte, armazenamento e processos de limpeza e secagem. Para o processamento, foi considerado o investimento inicial em uma peletizadora, avaliada em aproximadamente R\$122.900,00.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, serão explorados os resultados obtidos ao longo da pesquisa sobre a produção de *pellets* de lã de ovelha. A ideia aqui é interpretar os dados dos experimentos realizados e entender como cada etapa do processo influenciou o produto final. Vamos analisar, por exemplo, como os diferentes métodos de secagem afetaram a umidade da lã, se a fabricação dos *pellets* foi realmente viável do ponto de vista técnico e quais são as perspectivas econômicas desse novo produto como uma alternativa sustentável para o agronegócio.

Também será abordado o potencial dos *pellets* de lã como fertilizante orgânico, destacando como eles podem liberar nutrientes de forma gradual, especialmente nitrogênio e enxofre, além de ajudar na retenção de umidade e na atividade biológica do solo. Esses fatores são fundamentais para impulsionar uma agricultura mais sustentável, diminuindo a necessidade de fertilizantes químicos e trazendo benefícios tanto para o meio ambiente quanto para os produtores (PETERSEN, 2020).

Por fim, será explorado uma análise inicial da viabilidade econômica do projeto, considerando os principais custos envolvidos, como a compra da máquina de peletização, a aquisição da matéria-prima e as despesas com transporte. Embora ainda não tenhamos um levantamento detalhado de todos os custos fixos e variáveis, essa avaliação servirá como um ponto de partida para entender melhor o potencial comercial dos *pellets* de lã de ovelha e abrir caminho para estudos mais aprofundados no futuro.

Com essa abordagem, buscamos oferecer uma base sólida para entender os desafios e as oportunidades da produção desse fertilizante orgânico inovador. Além disso, destacamos sua importância para o setor agropecuário e suas possíveis aplicações no mercado, reforçando o potencial dos *pellets* de lã de ovelha como uma alternativa sustentável e viável para a agricultura.

5.1 Coleta do material para o experimento

A coleta do material foi realizada na cidade de Bom Retiro, na fazenda do Sr. José Volni, proprietário da Cabanha São Galvão. O primeiro contato foi feito por meio das redes sociais (Instagram) e de amigos veterinários que tinham conhecimento em comum, o que facilitou a aproximação. A partir dessa conexão, organizamos um dia de campo para conhecer de perto a estrutura da cabanha, seu sistema de manejo, os planos futuros para a propriedade e as rotinas diárias da criação. Durante essa visita, além de adquirir um entendimento mais profundo sobre o funcionamento da cabanha e o manejo dos animais, foi possível obter a matéria-prima essencial para o estudo: a lã. Esse processo permitiu não apenas a coleta do material necessário, mas também um olhar mais detalhado sobre a realidade da produção e o potencial de aproveitamento sustentável desse recurso.

A coleta do material envolveu dois tipos diferentes de lã: uma mais recente, proveniente das tosas realizadas em 2024, e outra de anos anteriores a 2024 (2023, 2022, 2021), já armazenada há mais tempo. Esses materiais estavam acondicionados de forma distinta, sendo a lã mais nova armazenada em bag's e a lã mais antiga em sacos de ráfia. No entanto, ambos foram mantidos dentro de um galpão, protegido da umidade, garantindo a preservação da qualidade da fibra. Essa diferenciação no tempo de armazenamento e no tipo de embalagem permitiu uma análise mais detalhada das condições da lã ao longo do tempo, contribuindo para a compreensão de seu potencial de aproveitamento.

5.2 Preparo material

Após a aquisição do material, a lã foi transportada e armazenada na cidade de Lages, mais precisamente na casa do aluno do projeto, onde passou por uma etapa inicial de seleção para avaliar sua qualidade, na qual se obteve como critério de seleção a limpeza da lã, ou seja descartando resíduos não desejáveis provenientes

do ambiente natural das ovelhas e de suas necessidades fisiológicas, assegurando que apenas o material mais limpo e adequado fosse utilizado no processo de peletização. Esse processo foi essencial para garantir um melhor aproveitamento da matéria-prima.

A partir dessa triagem, a lã seguiu por dois diferentes métodos de preparo. O primeiro foi um processo mais natural, preservando suas características originais. Já o segundo envolveu um preparo mais industrial e mecanizado, permitindo um tratamento mais eficiente e padronizado do material. Essa abordagem possibilitou uma análise comparativa entre os diferentes tipos de processamento, auxiliando na identificação da melhor forma de aproveitamento da lã para suas futuras aplicações.

Após a etapa de seleção da lã, o material foi encaminhado para o processo de secagem, que ocorreu de três formas distintas. A primeira foi a secagem natural, realizada em temperatura ambiente e com exposição ao sol, permitindo que a umidade reduzisse gradualmente, (A lã foi mantida em local ventilado e protegido por 24 horas, apresentando redução de umidade de 23% para 19%) (figura 1,2 e 3). Já a segunda foi feita em estufa, sob temperatura controlada, garantindo um processo mais rápido e uniforme, (Secagem em estufa a 60°C por 24 horas: Neste processo, a lã apresentou uma redução significativa da umidade, passando de 23% para 8% à 10%, o que indicou alta eficiência na remoção de água, porém com risco de ressecamento excessivo) (figura 4,5). No terceiro teste foi ajustado para 45°C por 24 horas: Com base nos resultados anteriores, a temperatura da estufa foi ajustada para 45°C por um período de 24 horas. A umidade final obtida foi de 12,5% à 15%, considerada ideal para a fabricação dos *pellets* devido ao equilíbrio entre a maleabilidade da lã e a eficiência produtiva, com qualidade superior às demais citadas (figuras 6 e 7). Essa diferenciação nos métodos de secagem possibilitou a comparação entre as técnicas, avaliando como cada uma influencia a qualidade da lã e sua viabilidade para o uso posterior.

Figura 1 Lã selecionada em secagem no ambiente natural, exposta ao sol.



Fonte: acervo do autor, 2024.

Figura 2: Umidade da Lã medida antes da secagem natural, exposta ao sol



Fonte: acervo do autor, 2024.

Figura 3: Umidade da lã medida em %, após a secagem natural por 24 horas



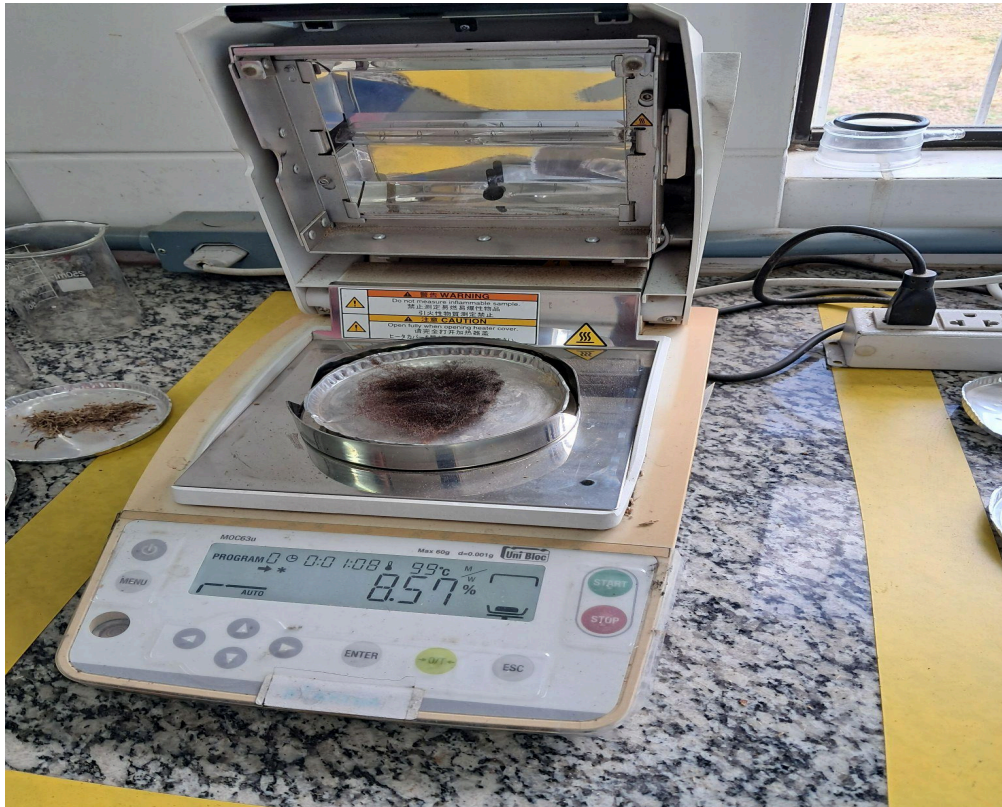
Fonte: acervo do autor, 2024

Figura 4: Lã acondicionada na estufa a 60°C para secagem mecanizada, por 24hrs



Fonte: acervo do autor, 2024

Figura 5: Lã após a secagem mecânica (estufa) a 60°C, umidade medida em %



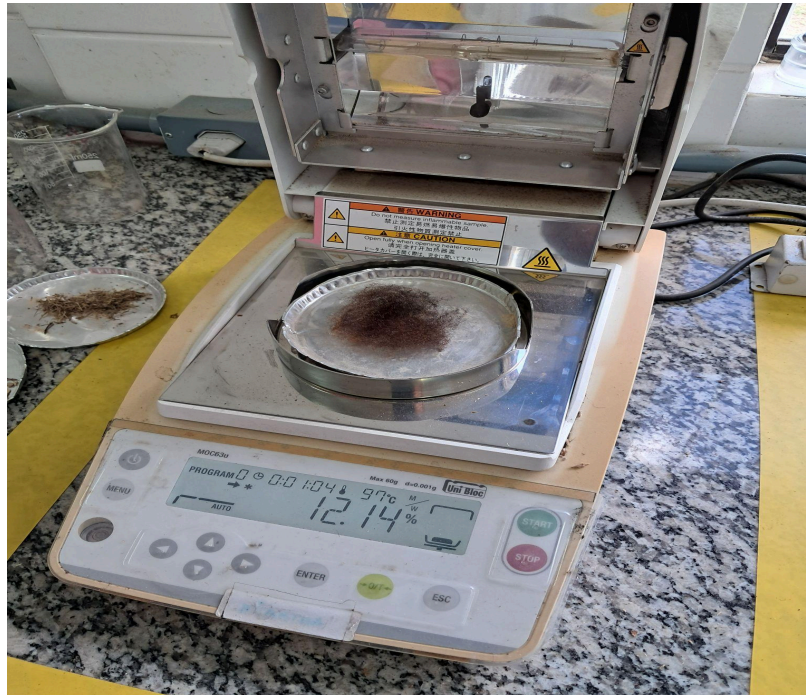
Fonte: Acervo do autor, 2024

Figura 6: Lã acondicionada na estufa, para secagem, temperatura de 45°C, por 24 hrs



Fonte: acervo do autor, 2024

Figura 7: Lã após a secagem mecânica (estufa) a 45°C, umidade medida em %



Fonte: acervo do autor, 2024

5.3 Elaboração do *pellet*

Após a conclusão dos dois métodos de secagem, deu-se início ao processo de confecção dos *pellets*. Para garantir a eficiência desse processo, foi necessário utilizar um equipamento específico (analisador de umidade, modelo Shimadzu MOC63u, com aquecimento halógeno de longa duração e alta potência proporcionando medições rápidas e mais precisas. A temperatura pode ser alterada de 50 a 200°C) (figuras 2,3,5 e 7), para a leitura da umidade presente em cada tipo de material, esse analisador rotaciona o processo por mais ou menos 1:30min, fazendo a leitura completa do material.

Foram realizadas análises em três amostras de cada tipo de secagem, totalizando nove medições. Em cada teste, foram utilizados aproximadamente 200g de lã, permitindo uma avaliação precisa da umidade residual e sua influência na formação dos *pellets*. Esse controle foi essencial para determinar as condições ideais do material antes de avançar para a etapa final de produção.

5.4 Testes realizados

Após os processos de secagem e determinação de umidade, o material passou por uma série de testes para adequação ao formato ideal para a confecção dos *pellets*. Essas etapas incluíram testes realizados tanto de forma manual quanto mecânica, a trituração em máquinas tipo “moinho triturador forrageiro”, “triturador tipo martelo” e corte manual, da lã em pequenas partículas. O processo manual permitiu uma avaliação mais detalhada da textura e do comportamento da lã durante o manuseio, enquanto a trituração mecânica garantiu maior eficiência e uniformidade no tamanho das partículas. Esses testes foram fundamentais para entender as diferenças entre os métodos e como cada um impactaria a qualidade final dos *pellets*.

Após a realização desses testes, verificou-se que o processo de corte não era essencial. Como a inserção da lã na máquina peletizadora foi feita manualmente, foi possível constatar que apenas um desfiamento do material era suficiente para garantir um fluxo adequado durante a peletização. Esse ajuste no processo evitou o risco de engasgo na máquina, tornando a produção mais eficiente e simplificada. Além disso, a eliminação da etapa de corte reduziu o tempo de preparação da matéria-prima, tornando o procedimento mais viável e econômico.

Após todas as etapas preparatórias, a lã foi submetida ao processo mecânico de peletização. Durante essa fase, o material passou pela compactação na máquina peletizadora, transformando-se em *pellets* de formato uniforme. O processo de peletização da lã, um subproduto de origem animal, foi realizado em duas máquinas distintas, permitindo a comparação entre diferentes tecnologias de produção.

A primeira máquina utilizada era um modelo mais moderno, especificamente projetado para a peletização de diversos tipos de biomassa (figura 8). Esse equipamento contava com controles automatizados de rotação, temperatura, altura e pressão dos rolos compactadores, proporcionando maior precisão e eficiência no processo. Já a segunda máquina era um modelo mais simples, com ajustes manuais e sem controle automatizado dos parâmetros de produção (figura 9). No entanto, ela contava com um sistema de resfriamento, essencial para evitar superaquecimento e garantir a integridade dos *pellets* formados. A utilização de ambas as máquinas possibilitou a análise das diferenças na qualidade do produto final, avaliando como

Após o processo de peletização, o material passou por uma etapa de armazenamento para garantir sua preservação e qualidade até o momento da aplicação. Os *pellets* foram acondicionados em locais protegidos da umidade e da luz excessiva, evitando degradação e mantendo suas propriedades físicas. Esse armazenamento adequado foi essencial para garantir a durabilidade do produto, prevenindo desintegração e garantindo que os *pellets* permanecessem viáveis para o uso agrícola. Essa etapa final do processo reforça a importância do correto manejo do material, assegurando sua eficiência e sustentabilidade na aplicação.

Para avaliar a resistência dos *pellets* produzidos, foram realizados dois testes utilizando um equipamento de rotação e impacto (Equipamento de Friabilidade Modelo 300) (figura 10). Esse equipamento funciona inserindo os *pellets* em uma bandeja (figura 11) que rotaciona verticalmente por aproximadamente 2 minutos, simulando impactos e permitindo a verificação da resistência do material. Foram conduzidos dois ensaios distintos. No primeiro, os *pellets* foram coletados diretamente do armazenamento, sem nenhuma seleção prévia após o processo de fabricação (figura 12). Já no segundo teste, houve uma triagem mais rigorosa, removendo impurezas e partículas menores que os *pellets* (figura 13).

No teste em que os *pellets* passaram por um processo de seleção, foi utilizada uma peneira de 3,35 mm para separar as partículas menores (figura 14 e 15). Esse procedimento teve como objetivo remover impurezas e fragmentos que poderiam influenciar negativamente nos resultados do teste de resistência. Após essa separação, apenas os *pellets* dentro do tamanho ideal foram submetidos ao equipamento de friabilidade, garantindo uma análise mais precisa sobre sua resistência e durabilidade. Esse método permitiu comparar a influência da pureza do material na qualidade final dos *pellets*, ajudando a definir estratégias para otimizar a produção e o armazenamento. Essa diferenciação possibilitou a análise do impacto da pureza do material na sua resistência final, contribuindo para a compreensão das melhores práticas de produção e armazenamento.

Para os testes de perda de material após o processo de rotação no equipamento de friabilidade, foi utilizada a mesma peneira de 3,35 mm. Após a rotação, os *pellets* foram peneirados com vibração controlada, permitindo que as

partículas menores e o material fragmentado caíssem em um recipiente separado. Esse procedimento garantiu uma análise mais precisa da resistência dos *pellets*, quantificando a quantidade de material que se desintegrou durante o teste. Dessa forma, foi possível comparar as perdas entre os diferentes métodos de seleção, reforçando a importância da triagem prévia para a obtenção de um produto mais durável e adequado.

Figura 10: Equipamento de friabilidade (resistência) do material produzido em forma de *pellets*



. Fonte: acervo do autor, 2025

Figura 11: bandeja onde é depositado o material para análise de resistência.



Fonte: acervo do autor, 2025.

Figura 12: Bandeja com material de ensaio, sem a separação dos resíduos.



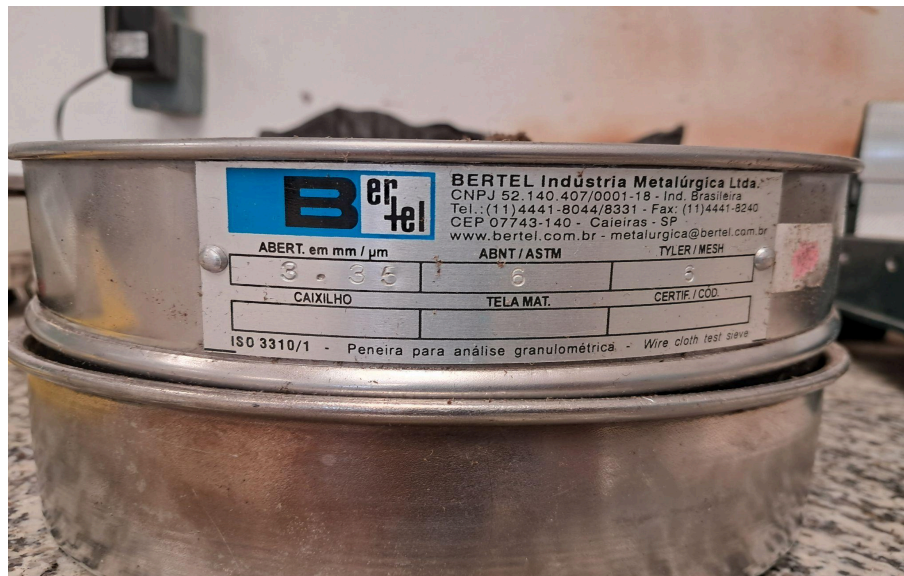
Fonte: acervo do autor, 2025.

Figura 13: Bandeja com material de ensaio, com a separação dos resíduos.



Fonte: acervo do autor, 2025

Figura 14: peneira de ensaio e separação de partículas menores que os *pellets*.



Fonte: acervo do autor, 2025

Figura 15: Separação do material armazenado, com as partículas pequenas.



Fonte: acervo do autor, 2025

6 INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.

Transformar um problema em uma solução inovadora e sustentável, capaz de beneficiar o meio ambiente, aumentar a eficiência agrícola e abrir novas possibilidades de mercado: esse é o potencial escondido na lã de ovelha descartada, um subproduto muitas vezes negligenciado, mas que pode ser reinventado como um recurso valioso.

A questão é simples: por que desperdiçar um material natural, rico em propriedades benéficas, quando ele pode ser transformado em uma ferramenta poderosa para a agricultura sustentável e outros setores? Essa ideia desafia os padrões convencionais, ao propor um uso inteligente e inovador para a lã, contribuindo não apenas para a redução de resíduos, mas também para a criação de soluções ecológicas e rentáveis.

No decorrer deste trabalho é possível observar como esse subproduto animal, frequentemente subestimado, pode ser reaproveitado de maneiras surpreendentes, desde a melhoria da fertilidade do solo até a potencial substituição de insumos agrícolas sintéticos. Além disso, exploraremos como essa abordagem pode gerar

impactos positivos para pequenos produtores, fortalecer economias locais e, ao mesmo tempo, atender às demandas globais por sustentabilidade e inovação.

Essa é uma oportunidade de repensar o que consideramos resíduos e de enxergar o valor em materiais simples e acessíveis. Não se trata apenas de reaproveitar a lã; trata-se de criar um novo caminho, onde tradição e inovação caminham juntas em prol de um futuro mais verde e rentável. Curioso para saber mais? Este trabalho mostrará como transformar essa ideia em uma realidade.

6.1 Elaboração do *pellets*

Os resultados obtidos mostraram que a secagem em estufa foi o método mais eficiente para a remoção de umidade da lã, sendo a temperatura de 45°C o ponto ideal. Comparado à secagem em temperatura ambiente, que reduziu a umidade de 23% para apenas 19%, a secagem em estufa a 45°C proporcionou uma redução mais controlada para 12,5% à 15%, evitando o ressecamento excessivo observado a 60°C (umidade final entre 8% e 10%) (tabela 1).

Tabela 1 - Comparação de amostragem de umidade.

	Secagem Temp. Ambiente	Secagem Estufa 60°	Secagem Estufa 45°
Antes	23%	23%	23%
Depois	19%	8% á 10%	12,5% á 15%

Fonte: executada pelo autor em 2025.

A umidade de 15% mostrou-se ideal para a fabricação dos *pellets*, pois garantiu um bom desempenho do material durante a compressão, resultando em *pellets* mais compactos, homogêneos e de melhor resistência. O ajuste preciso da umidade é fundamental para evitar que os *pellets* se desmanchem ou apresentem baixa densidade, comprometendo sua aplicação e durabilidade no solo.

Além disso, o reaproveitamento da lã de ovelha agrega valor econômico e sustentável ao subproduto, promovendo uma alternativa viável para pequenos produtores e contribuindo para a redução de resíduos sólidos. O estudo comprovou que a secagem da lã de ovelha em estufa a 45°C por 24 horas é o processo mais

eficiente para ajustar a umidade à faixa ideal de 12,5% à 15%, necessária para a fabricação de *pellets* de alta qualidade.

Essa abordagem promove o reaproveitamento sustentável de um subproduto subutilizado, oferecendo uma solução viável para a produção de insumos agrícolas ecológicos e economicamente rentáveis. A continuidade deste trabalho pode explorar a aplicação dos *pellets* de lã como fertilizante natural e condicionador de solo, avaliando seu impacto na produtividade agrícola e na qualidade do solo ao longo do tempo.

Os testes realizados demonstraram que a segunda máquina, apesar de ser um modelo mais simples e com ajustes manuais, proporcionou os resultados mais satisfatórios. A peletização ocorreu de forma mais eficiente, com menor complexidade no ajuste dos parâmetros e uma produção mais fluida. Essa máquina permitiu a formação dos *pellets* com maior facilidade, mantendo a compactação adequada e garantindo um produto final dentro das expectativas.

Além disso, o sistema de resfriamento ajudou a evitar deformações e quebras no material, assegurando melhor integridade dos *pellets* ao final do processo. Esse resultado evidencia que, embora máquinas mais modernas ofereçam maior controle sobre variáveis como temperatura e pressão, a escolha do equipamento ideal deve considerar também a adaptabilidade ao tipo de material processado e a praticidade operacional.

O resultado final foi avaliado com base em três critérios principais: densidade, resistência e uniformidade. Esses parâmetros foram analisados para garantir que o produto atendesse aos requisitos necessários para aplicação agrícola. A boa compactação e a resistência adequada dos *pellets* asseguram sua viabilidade como um insumo sustentável, contribuindo para práticas mais ecológicas e eficientes no agronegócio.

Outros testes realizados como: armazenagem, transporte e manuseio do material, demonstraram uma diferença significativa na perda de material durante a avaliação de resistência dos *pellets*. No teste sem separação adequada, onde as impurezas estavam misturadas ao material, houve uma perda de aproximadamente 24g das 200g (figura 16 e 17) disponibilizadas na bandeja do equipamento. Já no

teste em que foi feita a separação prévia, removendo partículas menores e impurezas com a peneira de 3,35 mm, a perda foi reduzida para apenas 6g (figura 18). Essa diferença evidencia a importância da triagem na qualidade final dos *pellets*. A presença de impurezas pode comprometer a resistência do produto, tornando-o mais suscetível à fragmentação durante o transporte e manuseio. Portanto, a seleção adequada do material antes da peletização se mostrou essencial para garantir maior durabilidade e eficiência dos *pellets* para aplicação agrícola.

Outro ponto relevante a ser analisado é a variação de peso do material ao longo do processo de peletização. Para avaliar essa diferença, foram pesados inicialmente 2kg (figura 19) de lã não processada. Após a peletização, o material foi novamente pesado, resultando em 1,9 kg de *pellets* (figura 20), indicando uma perda de aproximadamente 100g no processo. Essa perda, apesar de parecer pequena, é significativa quando considerada em escala de produção. Grande parte desse material perdido consiste em partículas finas que aderem a diferentes partes do equipamento, acumulando-se como resíduo (sujeira). Esse resíduo pode ser recuperado por meio da limpeza periódica da máquina e reinserido no processo, minimizando desperdícios e otimizando a eficiência da produção.

A produção de *pellets* de lã de ovelha mostrou-se uma alternativa viável e sustentável para a fertilização do solo, agregando valor a um subproduto frequentemente descartado sem aproveitamento comercial. Essa abordagem não apenas minimiza o desperdício, mas também oferece uma alternativa ecológica e economicamente viável para a agricultura, reforçando a importância do reaproveitamento de resíduos na busca por práticas mais sustentáveis. Esse tipo de fertilizante orgânico pode beneficiar diversas culturas, como morango, cenoura, tomate e couve-flor, promovendo um crescimento saudável e reduzindo a necessidade de fertilizantes sintéticos. Dessa forma, o uso dos *pellets* de lã contribui para um manejo agrícola mais sustentável, alinhado às práticas de preservação ambiental e ao aumento da eficiência na fertilização do solo.

Figura 16: Peso do material após teste de resistência, sem a separação das partículas



Fonte: acervo do autor, 2025.

Figura 17: Peso da peneira sem material, antes do processo de resistência



Fonte: acervo do autor, 2025.

Figura 18: Peso do material após teste de resistência, com a separação das partículas



Fonte: acervo do autor, 2025.

Figura 19: Peso material (lã) antes da peletização.



Fonte: acervo do autor, 2025

Figura 20: Peso do material após fabricação da peletização.



Fonte: acervo autor, 2025

6.2 Viabilidade econômica

A viabilidade econômica da produção de *pellets* de lã de ovelha depende de diversos fatores, incluindo os custos de aquisição de equipamentos, matéria-prima, transporte e outros insumos necessários para a fabricação do produto. Embora ainda não tenhamos um levantamento detalhado de todos os custos fixos e variáveis

envolvidos, alguns elementos iniciais podem ser analisados para compreender melhor o investimento necessário e os desafios financeiros do projeto.

Um dos principais investimentos iniciais é a aquisição da máquina de peletização, cujo custo aproximado é de R\$122.900,00. Esse valor representa um investimento significativo, tornando essencial a análise da escala de produção necessária para diluir esse custo ao longo do tempo. Dessa forma, é possível avaliar a viabilidade econômica do projeto e garantir um retorno financeiro sustentável. Em relação à matéria-prima, a lã de ovelha apresenta um custo médio que varia entre R\$1,00 e R\$1,50 por quilo, tornando-se uma opção relativamente acessível em comparação com outras matérias-primas utilizadas na produção de fertilizantes orgânicos.

No entanto, esse custo pode oscilar dependendo da disponibilidade do material e da região de aquisição, sendo um fator importante a ser considerado na viabilidade econômica do projeto. Além disso, o transporte da lã até a unidade de processamento representa um custo adicional estimado entre R\$80,00 e R\$90,00 por frete. Dependendo do volume transportado por viagem, esse custo pode impactar significativamente a viabilidade da produção. Por isso, é essencial otimizar a logística, buscando estratégias que reduzam despesas, como o agrupamento de cargas ou parcerias com produtores locais para compartilhamento do transporte.

A ausência de um levantamento detalhado sobre outros custos fixos e variáveis, como embalagem, energia elétrica, manutenção de equipamentos, mão de obra, local de produção e armazenagem, torna essencial uma análise mais aprofundada para garantir a viabilidade econômica da produção. Esses fatores impactam diretamente na rentabilidade do negócio e na definição de um preço competitivo para os *pellets* de lã, exigindo um planejamento financeiro estratégico para assegurar que o produto seja acessível ao mercado sem comprometer a sustentabilidade do empreendimento.

A produção de *pellets* de lã de ovelha, portanto, se mostra como uma alternativa promissora dentro do agronegócio, unindo sustentabilidade e inovação. No entanto, para que essa iniciativa se consolide, é essencial aprofundar os estudos sobre os custos operacionais, a aceitação do mercado e as possíveis estratégias para otimizar a produção. A viabilidade econômica dependerá não apenas da redução de custos, mas também do desenvolvimento de um modelo de negócios eficiente, capaz de tornar esse fertilizante orgânico uma opção acessível e

competitiva para os produtores rurais.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a fabricação de *pellets* de lã de ovelha representa uma alternativa viável e inovadora, aliando sustentabilidade e eficiência agrícola.

A análise da viabilidade econômica da produção de *pellets* evidenciou que a utilização da lã de ovelha, um material frequentemente descartado ou de baixo valor comercial, pode abrir novas oportunidades de renda para produtores rurais. Além disso, sua aplicação como fertilizante orgânico contribui para a redução do uso de insumos químicos, tornando a prática agrícola mais acessível, sustentável e ecologicamente responsável.

Para ampliar seu potencial de aplicação, recomenda-se que pesquisas futuras investiguem seus efeitos em diferentes tipos de solo e culturas, além do aprimoramento dos processos produtivos para otimizar a qualidade e a competitividade do produto no mercado.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar a fabricação de *pellets* a partir da lã de ovelha, investigando sua viabilidade econômica como uma alternativa inovadora para a melhoria do solo e o cultivo de plantas. Os resultados demonstraram que esse subproduto da ovinocultura, frequentemente subutilizado, pode ser transformado em um fertilizante orgânico de alto valor agregado, promovendo uma agricultura mais sustentável e contribuindo para a redução do desperdício de materiais, contribuindo para uma agricultura mais sustentável.

Este estudo destaca a importância de buscar soluções inovadoras na agricultura, convertendo resíduos em recursos valiosos e incentivando práticas mais sustentáveis. Ao transformar a lã de ovelha em *pellets*, reforça-se o potencial de reaproveitamento de subprodutos, promovendo uma produção agrícola mais eficiente e ambientalmente responsável.

Além dos benefícios agrônômicos, a transformação da lã em *pellets* representa uma oportunidade econômica para pecuaristas, permitindo agregar valor a um material que muitas vezes é descartado sem aproveitamento comercial. Essa iniciativa não apenas reduz o desperdício, mas também cria uma nova fonte de

renda para os produtores, diversificando o uso dos subprodutos da ovinocultura. O estudo reforça a importância da inovação no agronegócio, demonstrando que a conversão de resíduos em insumos agrícolas pode aliar sustentabilidade, eficiência produtiva e redução do impacto ambiental. Ao oferecer uma alternativa natural aos fertilizantes sintéticos, os *pellets* de lã contribuem para um modelo de produção mais equilibrado, que respeita os ciclos naturais e melhora a qualidade do solo a longo prazo.

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se a realização de novos estudos para aprofundar a compreensão sobre a eficácia dos *pellets* de lã em diferentes tipos de solos e culturas. Além disso, é fundamental investigar sua interação com a microbiota do solo e os impactos a longo prazo na fertilidade e estrutura do solo. Essas análises permitirão validar e otimizar o uso desse fertilizante orgânico, consolidando sua viabilidade como uma alternativa sustentável para a agricultura. Com mais pesquisas, será possível potencializar os benefícios desse insumo, promovendo o melhor aproveitamento dos recursos naturais e contribuindo para práticas agrícolas mais eficientes e ambientalmente responsáveis.

REFERÊNCIAS

ABROL, Y. P.; PANDEY, R.; RAGHURAM, N.; AHMAD, A. Nitrogen cycle sustainability and sustainable technologies for nitrogen fertilizer and energy management. *Journal of the Indian Institute of Science*, v. 92, n. 1, p. 17–36, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE OVINOS (ARCO). Padrão racial: Ile de France. Disponível em: <https://www.arcoovinos.com.br/PadraoRacial/Details/7>.

BENAVIDES, Magda. Desenvolvimento de agromantas a partir de lã de ovelha. A *Granja Total Agro*. Disponível em: <https://www.instagram.com/agranjatotalagro/p/C2M1r4KvvZh/>. Acesso em: [15 jan. 2025]

BERTOLLO, Gilvan Moisés. Aplicação de resíduos orgânicos e seus efeitos nas propriedades físicas do solo. 2013. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4940/BERTOLLO%2C%20GILVAN%20MOISES.pdf>

BRADSHAW, T.; HAGEN, K. Wool Pellets Are a Viable Alternative to Commercial Fertilizer for Organic Vegetable Production. *Agronomy*, 2022, 12(5), 1210; 2022.

Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/5/1210>. Acesso em: 10 fev. 2025

Bradshaw, Terence e Kimberley Hagen. 2022. "Pellets de lã são uma alternativa viável ao fertilizante comercial para produção de vegetais orgânicos" *Agronomia* 12, nº 5: 1210. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051210>

Campbell-Nelson, K.E. (Ed.) 2020–2021 Guia de Manejo de Vegetais da Nova Inglaterra. Disponível online: <https://nevegetable.org/> (acesso 15 jan. 2025)

CARVALHO, E. B.; OLIVEIRA, M. A. G.; DOMINGUES, P. F. Base para a criação de ovinos no Estado de São Paulo. 3. ed. São Manuel: ASPACO, 2004. 92 p

CHING, Hong Yuh. Gestão financeira: uma abordagem prática. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2020

CIDASC. Arquivos PPT. s/d.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Raça Ile de France. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/ovinos-de-corte/pre-producao/caracteristicas/racas/comerciais/ile-de-france>.

EVANS, J.; TERASHIMA, I. Effects of nitrogen nutrition on electron transport components and photosynthesis in spinach. *Functional Plant Biology*, v. 14, n. 1, p. 59–68, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/pp9870059>. Acesso em 13 jan. 2025.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAITALA, Kirsj; KLEPP, Ingun Grimstad; HENRY, Beverley. *Does use matter? Comparison of environmental impacts of clothing based on fiber type*. *Sustainability*, v. 10, n. 7, p. 2524, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/7/2524>. Acesso em: [10/2024 - 01/2025]

"Nitrogênio nas plantas: função, comportamento no solo e principais fontes". Agrolink, 2023. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes/fertilizantes-minerais-nitrogenados_361444.html. Acesso em: [17 fev. 2025]

Oliveira, T.; Hagen, K. Os pellets de lã são uma alternativa viável ao fertilizante comercial para a produção de vegetais orgânicos. *Agronomia* 2022, 12, 1210. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051210>

PETERSEN, S. O. *et al.* Wool pellets as organic fertilizers: Soil amendment and nitrogen release. *Journal of Agricultural Science*, 2020.

PETERSEN, S. O. *et al.* Wool pellets as organic fertilizers: Soil amendment and nitrogen release. *Journal of Agricultural Science*, v. 158, n. 6, p. 451-460, 2020

PRAGAS agrícolas: o que são, quais são e como combatê-las? *OLIGOS BIOTEC*. Disponível em: <https://oligosbiotec.com.br/pragas-agricolas-o-que-sao-e-como-combate-las>. Acesso em 20 jan. 2025.

Sharma, S. C.; Meena, L. R.; Balai, R. C. *Potential use of waste wool in agriculture: An overview*. *Indian Journal of Small Ruminants*, v. 25, n. 1, p. 1-12, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332192930_Potential_use_of_waste_wool_in_agriculture_An_overview. Acesso em: 18 fev. 2025.

SILVA, J. A.; SOUZA, M. R. **Sanidade em ovinos: impactos da lã suja na saúde e bem-estar animal**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 45, n. 3, p. 215-230, 2020.

SIQUEIRA, E. R. *Técnicas para produzir mais cordeiros*. Viçosa: CPT – Centro de Produções Técnicas, 2008

SIQUEIRA, CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS (CPT). *Criação de ovinos para produção de lã*. [s.d.]. 1 vídeo. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-ovinos/criacao-de-ovinos-para-producao-de-la>. Acesso em: 18 fev. 2025

VIEIRA, Rosana Faria. *Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas*. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em:
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1090589/1/2017LV04.pdf>.
Acesso em: [17 fev. 2025]