

# ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO INDUSTRIAL NA CULTURA DA AVEIA PRETA (*AVENA STRIGOSA*)

## ENVIRONMENTAL FEASIBILITY ANALYSIS OF THE USE OF INDUSTRIAL WASTE IN BLACK OAT (*AVENA STRIGOSA*) CULTIVATION

Artigo recebido em: 8/15/2025

Artigo aceito em: 11/14/2025

### **Edilson Pasqualotto \***

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador, Santa Catarina, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-7224-0723>

[edilsonpasqualotto@gmail.com](mailto:edilsonpasqualotto@gmail.com)

### **Roger Francisco Ferreira de Campos \***

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador, Santa Catarina, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9064-0383>

[roger@uniarp.edu.br](mailto:roger@uniarp.edu.br)

### **Caroline Aparecida Matias Pierezan\*\***

\*Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Caçador, Santa Catarina, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1508-1910>

[carolineaparecidamatias@gmail.com](mailto:carolineaparecidamatias@gmail.com)

### **Rosana Claudio Silva Ogoshi \***

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador, Santa Catarina, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4383-8236>

[rosana.ogoshi@uniarp.edu.br](mailto:rosana.ogoshi@uniarp.edu.br)

### **Caroline de Fatima Esperança\***

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador, Santa Catarina, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4876-5825>

[caroline.esperanca@uniarp.edu.br](mailto:caroline.esperanca@uniarp.edu.br)

### **Cristiane Maria Tonetto Godoy\***

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador, Santa Catarina, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6150-9976>

[cristiane.maria@uniarp.edu.br](mailto:cristiane.maria@uniarp.edu.br)

### **Cristine Vanz Borges\***

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador, Santa Catarina, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3682-7910>

[cristine.vanz@uniarp.edu.br](mailto:cristine.vanz@uniarp.edu.br)

### **Eliana Rezende Adami\***

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador, Santa Catarina, Brasil

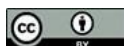
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3358-0550>

[eliana.rezende@uniarp.edu.br](mailto:eliana.rezende@uniarp.edu.br)

The authors declare that there is no conflict of interest

## Resumo

## Abstract



O lodo orgânico, subproduto do tratamento de esgoto, é rico em matéria orgânica e nutrientes, podendo ser utilizado na agricultura após tratamento adequado, promovendo melhorias no solo e redução de custos. A aveia preta é uma gramínea de inverno com alto potencial como cobertura vegetal e forragem, favorecendo a estrutura do solo, o controle de plantas daninhas e a sustentabilidade agrícola. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade da aplicação de lodo orgânico proveniente da estação de tratamento de efluentes de uma indústria de reciclagem de plástico na cultura da *Avena strigosa*, bem como comparar sua eficiência sob as perspectivas econômica e ambiental. O experimento foi realizado em Caçador-SC, em blocos ao acaso com quatro repetições e seis tratamentos, incluindo doses de lodo e fertilizante mineral. A aveia preta foi semeada a lanço, e o lodo, oriundo de efluente industrial tratado, foi aplicado conforme a Resolução CONAMA nº 498/2020. Foram feitas análises químicas do solo, do lodo e da parte aérea da cultura. O lodo aumentou os teores de matéria orgânica e fósforo no solo, com destaque para a dose de 8,0 t ha<sup>-1</sup>. A dose de 2,0 t ha<sup>-1</sup> apresentou os maiores teores de proteína bruta e nitrogênio foliar. Não houve diferença estatística na produtividade. A economia com o uso do lodo foi de R\$8.666,65/ha. O estudo é pioneiro ao avaliar lodo de efluente de reciclagem plástica na aveia preta, destacando seu potencial agrônomico e econômico como fertilizante alternativo. Sendo assim, conclui-se que o lodo tratado pode substituir fertilizantes minerais, mantendo a produtividade e melhorando o solo, promovendo práticas sustentáveis e economia circular.

**Palavras-chave:** Lodo. Resíduos Industriais. Corretivo do Solo. Cultura Forrageira.

*Organic sludge, a byproduct of wastewater treatment, is rich in organic matter and nutrients and can be used in agriculture after appropriate processing, improving soil quality and reducing production costs. Black oat (*Avena strigosa*) is a winter grass with high potential as a cover crop and forage species, contributing to soil structure, weed control, and agricultural sustainability. In this context, the present study aims to evaluate the feasibility of applying organic sludge from the effluent treatment station of a plastic recycling industry to the cultivation of *Avena strigosa*, as well as to compare its efficiency from economic and environmental perspectives. The experiment was conducted in the municipality of Caçador, Santa Catarina, using a randomized block design with four replications and six treatments, including different sludge doses and mineral fertilizer. Black oat was sown by broadcasting, and the sludge, originating from treated industrial effluent, was applied in accordance with Brazilian Resolution CONAMA number 498 of 2020. Chemical analyses were performed on the soil, the sludge, and the aboveground plant tissue. Sludge application increased soil organic matter and phosphorus levels, with the dose of 8.0 t ha<sup>-1</sup> showing the greatest effect. The dose of 2.0 t ha<sup>-1</sup> resulted in the highest crude protein and foliar nitrogen contents. No statistical differences were observed in yield. The use of sludge resulted in a cost reduction of R\$ 8,666.65 per hectare. This study is the first to evaluate sludge derived from plastic recycling effluent in black oat cultivation, demonstrating its agronomic and economic potential as an alternative fertilizer. The findings indicate that treated sludge can replace mineral fertilizers while maintaining yield and improving soil quality, thereby supporting sustainable practices and advancing the principles of circular economy in agricultural systems.*

**Keywords:** Sludge. Industrial Residues. Soil Amendment. Forage Crop.

## 1 INTRODUÇÃO

Os estados da região Sul do Brasil apresentam extensas áreas com elevada aptidão para o cultivo de espécies forrageiras de clima temperado, como a aveia (*Avena* spp.), em razão à tolerância a baixas temperaturas, geadas e menor exigência em fotoperíodo, permitindo o seu cultivo durante as estações frias (Córdova & Flaresso, 2014). A aveia,

pertencente à família *Poacea*, é utilizada como cultura forrageira, para produção de grãos e como cobertura vegetal em sistema de plantio direto (Castro *et al.*, 2012).

Em consonância ao exposto pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), na safra de 2024, a produtividade média nacional da aveia alcançou 2.132 kg por hectare, totalizando uma produção de 1.041,5 mil toneladas em uma área cultivada de 488,4 mil hectares. A região Sul do Brasil destaca-se como principal produtora, com uma área de 451,9 mil hectares, produção de 1.010,3 mil toneladas e produtividade média de 2.236 kg por hectare (CONAB, 2025). Em resumo, essas informações evidenciam a importância da cultura para a agricultura regional e nacional.

Paralelamente, as atividades industriais desempenham importante função no setor econômico brasileiro (Brito & Dathein, 2024). Entretanto, a expansão dos processos produtivos tem gerado preocupações quanto aos impactos ambientais, especialmente no que se refere à geração de efluentes e resíduos (Alves & Barbosa, 2013; Perboni & Campo, 2027; Santos *et al.*, 2017; Campos *et al.*, 2017a; 2017b; 2017c; Campos & Zir, 2024; Campos & Oliveira, 2024; Campos *et al.*, 2025a), visto que seu descarte inadequado independente de sua magnitude e fonte de geração pode contaminar a água, solo e a atmosfera (Campos & Barcarolli, 2023; Campos & Moretto, 2025; Campos & Pavelski, 2025; Campos, 2025; Campos *et al.*, 2025b; 2025c; 2025d; 2025e; 2025f; Campos & Orchulhak, 2025; Campos *et al.*, 207d), contudo, muitos resíduos apresentam potencial de reutilização (Gois *et al.*, 2023; Araújo & Araujo, 2025; Zambonin *et al.*, 2025; Quadros *et al.*, 2025; Campos *et al.*, 2025g)

Um dos subprodutos dos processos industriais é o lodo de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), que, quando manejado adequadamente, pode ser uma fonte relevante de matéria orgânica e nutrientes para o solo (Behling *et al.*, 2009; Araújo & Araujo, 2025; Ferreira & Lazaretti, 2025; Campos & Biudaro, 2025). De acordo com a Resolução nº 498/2020 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a utilização agrícola do lodo de ETE é uma prática ambientalmente adequada, desde que atendidas as exigências legais e sanitárias. Essa alternativa, além de reduzir os impactos ambientais associados ao descarte inadequado, pode representar uma solução sustentável e economicamente viável para a agricultura (Brasil, 2020).

No entanto, o uso indevido desse resíduo pode acarretar riscos à saúde pública e ao meio ambiente, devido à possível presença de metais pesados, patógenos e compostos orgânicos persistentes (Brasil, 2006). Diante desse cenário, o presente trabalho tem como

objetivo avaliar a viabilidade da aplicação de lodo orgânico oriundo de empresa de tratamento de efluentes na cultura da aveia preta e comparar sua eficiência e sua economia com outro fertilizante mineral.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Lodo orgânico

O crescimento populacional e a urbanização acelerada têm intensificado a geração de resíduos sólidos e efluentes, exigindo soluções sustentáveis para o seu manejo. Nesse contexto, o lodo de esgoto, também denominado lodo orgânico, surge como um subproduto do tratamento de águas residuárias, composto majoritariamente por matéria orgânica (MO) e nutrientes essenciais como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (Silva *et al.*, 2019).

Em consonância ao exposto na Resolução CONAMA nº 375/2006, o lodo orgânico pode ser utilizado na agricultura desde que passe por tratamento adequado e atenda aos critérios de qualidade estabelecidos. O tratamento visa à estabilização da matéria orgânica, à redução de patógenos e à minimização de contaminantes, tornando o resíduo seguro para aplicação no solo (Brasil, 2006).

Logo, diversas tecnologias são empregadas no tratamento como, por exemplo, a digestão anaeróbia, que reduz o volume do resíduo e gera biogás como subproduto energético; o processo de lodo ativado, que utiliza microrganismos aeróbios para degradar a matéria orgânica; e a compostagem, que transforma o lodo em composto orgânico estável e rico em nutrientes (Santos *et al.*, 2020).

Ainda, o uso agrícola do lodo tratado apresenta benefícios significativos, como a melhoria da fertilidade do solo, o aumento da capacidade de retenção de água, a elevação dos teores de MO e a redução da dependência de fertilizantes minerais (EMBRAPA, 2016), demonstrando que a aplicação controlada do lodo pode aumentar a produtividade agrícola, especialmente em solos pobres ou degradados (Oliveira *et al.*, 2021).

Contudo, o uso inadequado do lodo pode acarretar riscos ambientais e à saúde pública, como a contaminação do solo, da água e da cadeia alimentar por metais pesados e microrganismos patogênicos. Por isso, é fundamental o monitoramento contínuo da qualidade do lodo e do solo receptor, bem como a observância das normas técnicas e

ambientais vigentes (Martins & Lima, 2018).

Além do uso agrícola, o lodo orgânico também pode ser empregado na recuperação de áreas degradadas, na silvicultura e na produção de energia por meio da digestão anaeróbia. Essas alternativas reforçam a importância do lodo como recurso estratégico dentro do conceito de economia circular e gestão integrada de resíduos (Ferreira & Costa, 2020).

Portanto, o lodo orgânico, quando tratado e aplicado de forma responsável, representa uma solução viável e sustentável para o reaproveitamento de resíduos urbanos, contribuindo para a conservação dos recursos naturais, a fertilidade dos solos e a mitigação dos impactos ambientais.

## 2.2 Aveia preta

A aveia preta (*Avena strigosa*) é uma gramínea anual de inverno amplamente cultivada no Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste, devido à sua rusticidade, rápido crescimento e versatilidade de uso. Essa espécie tem se destacado como uma importante alternativa para a cobertura do solo, produção de forragem e melhoria das características físico-químicas do solo (Fontaneli *et al.*, 2001; EMBRAPA, 2023).

Do ponto de vista agrônômico, a aveia preta apresenta elevada capacidade de perfilhamento e produção de biomassa, o que favorece a cobertura do solo e a proteção contra a erosão. Seu sistema radicular profundo contribui para a descompactação do solo, aumento da porosidade e melhoria da infiltração de água, além de favorecer a ciclagem de nutrientes (Santos *et al.*, 2020). Como planta de cobertura, é amplamente utilizada em sistemas de plantio direto e rotação de culturas, promovendo a supressão de plantas daninhas, a conservação da umidade e o aumento da matéria orgânica do solo (Marchiori *et al.*, 2019).

Além de sua função como cobertura vegetal, a aveia preta é valorizada na alimentação animal, sendo utilizada para pastejo direto, fenação e silagem. Apresenta bom valor nutricional, com teores adequados de proteína bruta e digestibilidade, sendo uma alternativa viável para suplementação forrageira durante o período de entressafra (Fontaneli *et al.*, 2001). Sua inserção em sistemas integrados de produção, como a Integração Lavoura-Pecuária (ILP), tem mostrado resultados positivos na diversificação da produção, melhoria da fertilidade do solo e aumento da resiliência dos sistemas

agrícolas (Ferreira *et al.*, 2021).

Apesar de sua importância, a aveia preta ainda carece de programas robustos de melhoramento genético no Brasil. A maioria das cultivares disponíveis é oriunda de seleções massais, com limitada variabilidade genética, o que restringe avanços em características como resistência a doenças, produtividade e qualidade forrageira (Barros, 2020).

Do ponto de vista fisiológico, a germinação da aveia preta é influenciada por fatores como temperatura, umidade e profundidade de semeadura. Estudos indicam que temperaturas entre 20°C e 30°C são ideais para a emergência das plântulas, sendo que a semeadura em profundidades superiores a 5 cm pode comprometer a uniformidade da emergência (Lemes, 2016). O conhecimento desses fatores é essencial para o sucesso do estabelecimento da cultura.

Por fim, a aveia preta tem sido amplamente utilizada em sistemas agroecológicos e de agricultura regenerativa, especialmente como adubo verde. A decomposição de sua biomassa libera nutrientes essenciais e contribui para o aumento da matéria orgânica do solo (Silva *et al.*, 2022). Dessa forma, a aveia preta representa uma cultura estratégica para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, contribuindo para a conservação dos recursos naturais, a melhoria da qualidade do solo e a diversificação das atividades agropecuárias.

### 3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no município de Caçador, Santa Catarina (26° 45' 12'' de latitude sul e 51° 10' 49'' de latitude oeste). A área total utilizada foi de 208 m<sup>2</sup>, sendo considerada uma bordadura de 0,4 m e espaçamento de 0,4 m entre as repetições experimentais, resultando em uma área experimental de 144 m<sup>2</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada bloco foi disposto em parcelas experimentais de 2,0 m de largura e 3,0 m de comprimento e composto por seis tratamentos (Tabela 1), sendo eles testemunha (D0), 1,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo (D1), 2,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo (D2), 4,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo (D3) e 8,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo (D4) e fertilizante (F).

A semeadura de aveia preta (*Avena strigosa*) foi realizada a lanço, utilizando uma

densidade de 350 sementes por m<sup>2</sup>, garantindo adequada uniformidade na emergência e no estabelecimento da cultura.

**Tabela 1**

*Descrição dos tratamentos e croqui experimental*

Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
Testemunha (D0)	Lodo Dose 1 (D1)	Lodo Dose 2 (D2)	Fertilizante (F)
Lodo Dose 4 (D4)	Lodo Dose 3 (D3)	Lodo Dose 1 (D1)	Lodo Dose 2 (D2)
Fertilizante (F)	Lodo Dose 2 (D2)	Testemunha (D0)	Lodo Dose 3 (D3)
Lodo Dose 2 (D2)	Lodo Dose 4 (D4)	Lodo Dose 3 (D3)	Lodo Dose 1 (D1)
Lodo Dose 3 (D3)	Testemunha (D0)	Fertilizante (F)	Lodo Dose 4 (D4)
Lodo Dose 1 (D1)	Fertilizante (F)	Lodo Dose 4 (D4)	Testemunha (D0)

O lodo orgânico utilizado foi proveniente de uma empresa de reciclagem de plástico localizada no município onde o experimento foi realizado. Esse resíduo é gerado durante o processo de tratamento físico-químico dos efluentes industriais, que emprega coagulantes orgânicos de origem vegetal (Tanino SG) e coagulantes químicos (Policloreto de alumínio - Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>). As características físico-químicas do lodo utilizado estão apresentadas na Tabela 2, conforme os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 498/2020, que regulamenta as restrições de uso de biossólidos em solos.

**Tabela 2**

*Caraterização físico-química do logo orgânico*

Parâmetro	Concentração (mg L <sup>-1</sup> )
Arsênio	<0,010
Bário	<0,030
Cádmio	<0,001
Chumbo	<0,010
Cobre	0,134
Cromo	<0,008
Ferro	42,764
Mercúrio	<0,000
Nitrato	<2,5
Selênio	<0,010
Zinco	7,373

A caracterização química do solo foi realizada com amostragem na profundidade de 0 a 20 cm no início do experimento (Tabela 3) e aos 60 dias após a germinação das sementes. As análises laboratoriais foram conduzidas no Laboratório de Análise Química da empresa Terranálise, seguindo os protocolos estabelecidos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017).

**Tabela 3***Caraterização química do solo antes do experimento*

pH	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	P	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
-	g dm <sup>-3</sup>	-----	Cmol dm <sup>-3</sup>	-----	-----	-----	mg dm <sup>-3</sup>	-----	-----
6,25	44,47	11,750	4,860	<0,002	0,540	26,93	47,94	12,35	2,15

pH = potencial hidrogeniônico; MO = matéria orgânica; Ca<sup>2+</sup> = cálcio; Mg<sup>2+</sup> = magnésio; Al<sup>3+</sup> = alumínio; K<sup>+</sup> = potássio; P = fósforo; Mn = manganês; Fe = ferro; Cu = cobre.

Em consonância a análise do solo e ao manual de calagem e adubação cultura da aveia (SBCS, 2016), foi utilizado 700 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante formulado 10-10-10, contendo 10% de nitrogênio (N), 10% de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 10% de potássio (K<sub>2</sub>O). A adubação foi complementada com 111 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, devido ao seu menor custo e à elevada concentração de N (45% de N). A aplicação do lodo orgânico ocorreu de forma manual, seguindo as diretrizes estabelecidas na Seção VII da Resolução CONAMA nº 498/2020, utilizando como referência os valores obtidos na análise química do material. Por último foi realizada a coleta da parte aérea da aveia utilizando quadro amostral de 0,5 m × 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>), posicionado aleatoriamente em cada parcela. E determinado as variáveis correspondentes a massa verde (MV), massa seca (MS), determinação do teor de N total, teor de proteína bruta (PB) e análise foliar.

Para a análise a concentração dos nutrientes na parte aérea da aveia preta, as amostras foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, mantida a 65 °C por um período de 72 horas no laboratório da EPAGRI, no município de Caçador/SC. Em seguida, o material seco foi moído em moinho tipo Willey, equipado com peneiras de 0,5 mm, e devidamente armazenado até o processo de digestão.

A digestão das amostras para determinação dos macros e micronutrientes foi realizada por dois métodos distintos. A digestão via úmida consistiu na utilização de uma mistura de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>) na proporção 6:1, com aquecimento gradativo até atingir 190 °C, mantido por duas horas. Para a quantificação do nitrogênio (N), utilizou-se o método de Kjeldahl, que envolve digestão húmida com ácido sulfúrico e catalisadores, seguida de destilação a vapor. A determinação do boro (B) foi realizada por digestão via seca, com incineração das amostras em forno tipo mufla a 550 °C, formação de complexo com azometina-H e posterior leitura por espectrofotometria UV-VIS, na faixa de 420 nm. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Ambientais (LABB), em Blumenau/SC, em conformidade com os critérios estabelecidos pela NBR 10004/2004. A quantificação dos elementos foi

realizada por espectrometria de absorção atômica, utilizando-se o equipamento Perkin Elmer modelo AA 200 (Schveitzer e Suzuki, 2013).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação a análise do solo para os tratamentos (Tabela 4) têm-se que o maior valor para matéria orgânica (MO) do solo foi observada com a maior dose de lodo (D4) com média de 6,07%. O tratamento D3 demonstrou o menor teor de cálcio (Ca) (9,66  $\text{cmol dm}^{-3}$ ) e magnésio (Mg) (5,49  $\text{cmol dm}^{-3}$ ) e maior teor de fósforo (P) (69,94  $\text{mg dm}^{-3}$ ). Enquanto o tratamento D1 apresentou os maiores teores de Ca (11,60  $\text{cmol dm}^{-3}$ ) e Mg (6,50  $\text{cmol dm}^{-3}$ ). Ainda, os maiores valores de acidez potencial (H + Al) foram observadas nas condições de ausência de aplicação de lodo (D0) e uso de fertilizante (F).

Os teores de potássio (K), as aplicações de lodo apresentaram os menores índices, sendo que o tratamento D2 apresentou a menor média, com 193,81  $\text{mg dm}^{-3}$ . Enquanto a aplicação do fertilizante resultou na maior média de K, com o índice de 325,55  $\text{mg dm}^{-3}$ . Os maiores índices de ferro (Fe) foram encontrados para D0 e D2, com médias de 64,05  $\text{mg dm}^{-3}$  e 64,22  $\text{mg dm}^{-3}$ , respectivamente. E o tratamento D4 apresentou maior teor de cobre (Cu), com média de 3,41  $\text{cmol dm}^{-3}$ .

**Tabela 4**

*Análise do solo para os tratamentos*

	pH	MO %	Ca <sup>2+</sup> ----- Cmol dm <sup>-3</sup> -----	Mg <sup>2+</sup> ----- Cmol dm <sup>-3</sup> -----	H + Al ----- Cmol dm <sup>-3</sup> -----	K <sup>+</sup> ----- mg dm <sup>-3</sup> -----	P ----- mg dm <sup>-3</sup> -----	Fe <sup>2+</sup> ----- mg dm <sup>-3</sup> -----	Cu <sup>2+</sup> ----- mg dm <sup>-3</sup> -----
D0	5,7	5,57	10,38	5,57	3,89	266,10	37,03	64,05	3,17
D1	6,2	5,39	11,62	6,50	2,75	197,73	31,22	46,27	2,90
D2	6,0	5,64	10,45	6,23	3,09	193,81	23,73	64,22	3,28
D3	6,4	5,09	9,66	5,49	2,75	196,05	69,94	45,48	3,19
D4	6,1	6,07	10,93	6,35	2,75	208,00	55,32	53,43	3,41
F	6,0	5,52	11,21	5,83	3,47	325,55	37,54	57,05	3,20

pH = potencial hidrogeniônico; MO = matéria orgânica; Ca<sup>2+</sup> = cálcio; Mg<sup>2+</sup> = magnésio; H + Al = acidez potencial; K<sup>+</sup> = potássio; P = fósforo; Fe = ferro; Cu = cobre; D0 = testemunha; D1 = 1,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D2 = 2,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D3 = 4,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D4 = 8,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; F = fertilizante.

Em referência aos resultados da análise foliar (Tabela 5) têm-se que embora não se observe diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, a dose de 2,0 t ha<sup>-1</sup> (D2) destacou-se por apresentar os maiores teores de proteína bruta (PB) e nitrogênio (N) total na parte aérea da cultura. Esse resultado sugere que doses moderadas de lodo podem

promover melhor aproveitamento nutricional pela planta, possivelmente devido ao equilíbrio entre aporte de nutrientes e condições físico-químicas do solo.

**Tabela 5**

*Teor de proteína bruta e nitrogênio total na parte aérea da aveia preta*

	D0	D1	D2	D3	D4	F
PB (%)	30,10	30,10	30,62	30,10	29,75	30,53
N total (g/kg)	48,16	48,16	49,00	48,16	47,60	48,86

PB = proteína bruta; N total = nitrogênio total; D0 = testemunha; D1 = 1,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D2 = 2,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D3 = 4,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D4 = 8,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; F = fertilizante.

Enfatizando que o teor de PB e de N total são indicadores fundamentais da qualidade nutricional da forragem, diretamente relacionados ao desempenho produtivo na pecuária. O N total constitui o principal componente da proteína bruta, sendo que, em concentrações adequadas, contribui para a melhoria da digestibilidade e, conseqüentemente, para a eficiência alimentar dos animais (Rosa *et al.*, 2019).

Por outro lado, os menores teores identificados na maior dose testada (8,0 t ha<sup>-1</sup>) pode estar relacionado alterações na composição química das plantas como o acúmulo de sais, imobilização de nutrientes ou alterações na estrutura do solo. Neste cenário, as plantas priorizam a alocação de recursos para a sobrevivência e a manutenção metabólica, em razão a menor síntese de proteínas, refletindo em menor teor de N total e PB (Marques *et al.*, 2017).

Os resultados observados para análise foliar da forrageira indica que a maior concentração de P foi encontrada para D0. Enquanto as plantas cultivadas nos tratamentos que receberam fertilizante mineral registraram a menor concentração de P (Tabela 6). Da mesma forma, o menor teor de K encontrado, foi na análise foliar das plantas cultivadas nos tratamentos que receberam fertilizante mineral, estas, foram superiores dos demais tratamentos em relação aos teores de cálcio (Ca) e boro (B). Ainda, a análise foliar das plantas cultivadas sob o tratamento D0 apresentaram os teores de ferro (Fe) e cobre (Cu) mais elevados.

**Tabela 6**

*Análise foliar da aveia preta*

	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
	<b>g/kg<sup>-1</sup></b>					<b>mg kg<sup>-1</sup></b>				
D0	4,22	18,37	5,11	2,81	4,61	69,80	49,40	14,68	47,09	5,24
D1	4,04	16,97	6,85	3,12	5,05	65,47	72,55	13,63	48,73	7,04
D2	3,73	16,20	5,70	2,78	4,26	49,50	62,17	12,12	43,55	6,50
D3	3,78	16,38	6,67	2,85	4,61	12,83	69,06	11,63	43,66	6,16
D4	3,99	17,21	5,92	2,74	4,46	51,13	58,24	12,03	44,51	6,49
F	3,49	14,68	7,01	2,82	4,74	20,37	5,27	12,02	41,38	9,57

D0 = testemunha; D1 = 1,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D2 = 2,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D3 = 4,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D4 = 8,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; F = fertilizante.

Em relação a produção de massa verde (MV) e massa seca (MS) não foram identificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 7). A produção de MV variou de 21.350 a 30.700 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto os valores de MS oscilaram entre 2.105,17 e 3.258,70 kg ha<sup>-1</sup>. Esses resultados indicam que, independentemente do tipo de manejo adotado, a cultura apresentou desempenho produtivo semelhante em termos de biomassa, reforçando a viabilidade do uso de lodo orgânico como alternativa ao fertilizante mineral.

**Tabela 7**

*Produção de massa verde e massa seca*

<b>Tratamento</b>	<b>Massa verde kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Massa seca</b>
D0	22.900	2.277,37
D1	25.100	2.507,17
D2	21.350	2.105,17
D3	29.410	2.994,04
D4	30.700	3.258,70
F	30.060	3.047,63

D0 = testemunha; D1 = 1,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D2 = 2,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D3 = 4,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; D4 = 8,0 t ha<sup>-1</sup> de lodo; F = fertilizante.

Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação dos fertilizantes avaliados promoveu incremento nos teores de matéria orgânica (MO), fósforo (P) e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, refletindo diretamente no maior acúmulo de biomassa e na elevação da produtividade da cultura. Esses achados corroboram os resultados de Zanella *et al.* (2019), que observaram que níveis mais elevados de adubação resultam em maior produção de massa seca (MS) na aveia preta, além de favorecer o acúmulo de nutrientes essenciais (Santiani *et al.*, 2020).

No que se refere à análise econômica, observou-se que o lodo orgânico apresentou custos apenas relacionados ao transporte e à incorporação ao solo. No estudo, o

fertilizante formulado também exigiu transporte e incorporação, resultando em custos equivalentes para essa etapa. O fertilizante NPK 10-10-10 utilizado apresentou valor unitário de R\$10,00/kg, sendo aplicada uma dose de 700 kg ha<sup>-1</sup>, o que totalizou um custo de R\$7.000,00/ha. Para a ureia, com valor de R\$15,00/kg, foi aplicada uma dose de 111,1 kg ha<sup>-1</sup>, resultando em custo de R\$1.666,65/ha. Considerando que não houve diferença os tratamentos quanto à produtividade, a economia proporcionada pela utilização do lodo orgânico foi de R\$8.666,65/ha, evidenciando sua viabilidade como alternativa de baixo custo e eficiente para a adubação da cultura da aveia preta.

Nesse contexto, verifica-se que tanto os fertilizantes organominerais quanto os minerais são eficazes no suprimento das exigências nutricionais das plantas durante os estágios iniciais de desenvolvimento. A capacidade dos fertilizantes organominerais de apresentarem desempenho agrônômico equivalente ao dos fertilizantes minerais evidencia seu potencial como alternativa viável, contribuindo para a redução da dependência de insumos químicos. Esse comportamento está alinhado à hipótese de que o componente orgânico presente nos fertilizantes organominerais pode favorecer a manutenção ou o aumento da disponibilidade de nutrientes no solo, além de reduzir perdas por lixiviação, proporcionando respostas de crescimento comparáveis às obtidas com fertilizantes minerais convencionais (Magela *et al.*, 2019).

## 5 CONCLUSÃO

A aplicação de lodo orgânico no cultivo de aveia é agronomicamente viável. Os teores nutricionais das plantas submetidas ao lodo foram equivalentes aos demais tratamentos, indicando que o resíduo pode suprir parte das exigências nutricionais da cultura. Embora não tenham sido observadas variações significativas na produção de biomassa entre os diferentes sistemas de manejo, a substituição do fertilizante mineral pelo lodo resultou em redução expressiva nos custos de produção, sem comprometer o desempenho da cultura. Ainda, do ponto de vista ambiental, o uso do lodo representa uma alternativa sustentável, promovendo o reaproveitamento de resíduos de estações de tratamento de efluentes e contribuindo para a fertilização do solo, além de apresentar uma destinação ambientalmente mais correta.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pela concessão da bolsa, conforme Termo de Outorga nº 2023TR000907, referente à Chamada Pública FAPESC nº 54/2022. Agradecemos, igualmente, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio institucional. Estendo ainda nossos agradecimentos ao Fundo de Apoio à Pesquisa (FAP) e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Sociedade da Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP) pelo suporte concedido ao desenvolvimento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Alves, V. C., & Barbosa, A. S. (2013). Práticas de gestão ambiental das indústrias coureiras de Franca-SP. *Gestão & Produção*, 20(4), 883–898.
- Araújo, G. C., & Araujo, L. C. de. (2025). Lodo de esgoto como alternativa para fertilização do solo e o estabelecimento de *Urochloa ruziziensis* para a formação de palhada para o plantio direto. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 8(1), e77207.
- Barros, V. L. N. P. de. (2020). *Aveia preta – alternativa de cultivo no outono/inverno*. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA. <https://repositorio-aptaregional.agricultura.sp.gov.br>
- Behling, M., *et al.* (2009). Nodulação, acúmulo de nitrogênio no solo e na planta, e produtividade de soja em solo tratado com lodo de estação de tratamento de resíduos industriais. *Bragantia*, 68(2), 453–462.
- Brasil. (2006). *Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006*. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da União.
- Brasil. (2020). *Resolução Conama nº 498 de 19 de agosto de 2020*. Diário Oficial da União.
- Brito, E. C., & Dathein, R. (2024). O papel do setor industrial como força motriz do crescimento no contexto da Indústria 4.0 e da servicilização: Uma análise para o Brasil e economias selecionadas (2010–2018). *Revista Orbis Latina*, 14(3), 90–114.
- Campos, R. F. F. (2025). Environmental monitoring of the ecobarrier in the municipality of Caçador (SC): Experience report on PROESDE activities. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 20, 479–491. <http://dx.doi.org/10.34024/revbea.2025.v20.20259>

- Campos, R. F. F., & Barcarolli, I. F. (2023). Análise da interação antrópica na qualidade da água de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 16(1), 542–556. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.1.p542-556>
- Campos, R. F. F., & Biudaro, R. E. (2025). Análise da tolerância e fitorremediação de mudas de *Pinus taeda* sob diferentes concentrações de resíduo de lodo de curtume. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 13, 78–93.
- Campos, R. F. F., & Moretto, D. (2025). Análises dos efeitos antrópicos na determinação do Índice do Estado Trófico (IET) de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil. *Meio Ambiente (Brasil)*, 7, 66–81. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.16351089>
- Campos, R. F. F., & Oliveira, P. A. (2024). Análise da eficiência do tratamento de efluente na produção de MDF: Remoção de alta carga orgânica. *Natural Resources*, 14, 38–52. <http://dx.doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2024.003.0004>
- Campos, R. F. F., & Orchulhak, E. E. (2025). Análise qualitativa e quantitativa de resíduos da construção civil gerados na fase de acabamento de um edifício residencial do município de Caçador, Santa Catarina, Brasil. *Meio Ambiente (Brasil)*, 7, 15–21. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.16351602>
- Campos, R. F. F., & Pavelski, J. V. (2025). Análise da interação antrópica com o Índice da Qualidade da Água (IQA) do Rio do Peixe no perímetro do município de Caçador, SC. *Meio Ambiente (Brasil)*, 7, 66–81. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.16351089>
- Campos, R. F. F., & Zir, M. L. (2024). Análise da eficiência de uma estação de tratamento de efluente têxtil: Estudo de caso em uma indústria têxtil no município de Caçador/SC. *Natural Resources*, 14, 53–67. <http://dx.doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2024.003.0005>
- Campos, R. F. F., Almeida, A. R., Araldi, S., Lima, C. F., Maziero, E. V., & Agostinetto, L. (2025g). Sustainability in civil construction and SDG 12: The feasibility of incorporating plastic waste into concrete. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 5, e07682. <http://dx.doi.org/10.47172/2965-730X.SDGsReview.v5.n09.pe07682>
- Campos, R. F. F., Borga, T., & Garcia, S. S. (2017a). Caracterización de los controles ambientales de una empresa de producción de plástico del municipio de Caçador-SC, Brasil. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 21(3), 186–199. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117028265>
- Campos, R. F. F., Borga, T., & Vazquez, E. M. (2017b). Monitoreo de una estación de tratamiento de efluentes proveniente de una empresa de reciclaje de plástico del municipio de Caçador, Santa Catarina, Brasil. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 21, 158–165. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117028138>
- Campos, R. F. F., Borga, T., & Vazquez, E. M. (2017c). Análisis de la interacción de un efluente industrial con el Índice de Calidad del Agua del Río Pessegueirinho, Curitiba, Santa Catarina, Brasil. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 21, 179–185. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117028220>

- Campos, R. F. F., Leidens, V. N., Borges, C. V., Ogoshi, R. C. S., Cardoso, P. I., & Silva, B. F. (2025c). Monitoring the water quality index of the Castelhana River, Caçador (SC): Contributions to the achievement of SDG 6. *RGSA (ANPAD)*, 19, 1–19. <http://dx.doi.org/10.24857/rgsa.v19n11-035>
- Campos, R. F. F., Mate, C., Hulse, L., Ogoshi, R. C. S., Hupalo, L., & Agostinetto, L. (2025a). Qualitative and quantitative characterization of solid waste in a coffee filter manufacturing industry. *Revista de Gestão e Secretariado*, 16, e5419. <http://dx.doi.org/10.7769/gesec.v16i12.5419>
- Campos, R. F. F., Oliveira, L. P. de, & Schweitzer, B. (2017). Phytoremediation of copper in *Pinus taeda* seedlings inoculated with ectomycorrhizal fungi. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10, 690–698. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-2295.20170045>
- Campos, R. F. F., Oliveira, L. P. de, & Schweitzer, B. (2017). Tolerance of *Pinus taeda* inoculated with ectomycorrhizal fungi (fECM) under different copper concentrations. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10, 512–520. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-2295.20170032>
- Campos, R. F. F., Rosa, L. D., & Borga, T. (2017). Análise do processo de co-combustão da biomassa, através da influência da umidade do cavaco na emissão de contaminantes atmosféricos, eficiência energética e geração de cinzas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10, 1471. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v10.5.p1471-1480>
- Campos, R. F. F., Schuh, I. S., Borges, C. V., Ogoshi, R. C. S., Sgarbi, S. M. C., Assolini, J. P., & Agostinetto, L. (2025d). WATER QUALITY OF THE CAÇADOR RIVER (SC) AND CONTRIBUTIONS TO ACHIEVING SDG 6 TARGETS IN URBAN AREAS. *ARACÊ*, 7(11), e9795. <https://doi.org/10.56238/arev7n11-075>
- Campos, R. F. F., Serafini, I., Borges, C. V., Ogoshi, R. C. S., de Lima, C. F., Oliskovicz, R. de C., & Agostinetto, L. (2025e). ASSESSMENT OF WATER QUALITY AND ENVIRONMENTAL SANITATION IN THE CONTEXT OF SDG 6: A STUDY OF AN URBAN STREAM IN CAÇADOR (SC), BRAZIL. *Revista De Geopolítica*, 16(5), e1022. <https://doi.org/10.56238/revgeov16n5-187>
- Campos, R. F. F., Serafini, I., Borges, C. V., Ogoshi, R. C. S., Sgarbi, S. M. C., Mate, C., & Sieglösch, A. E. (2025f). Water quality under human pressure: Implications for achieving SDG 6. *RGSA (ANPAD)*, 19, 1–22. <http://dx.doi.org/10.24857/rgsa.v19n12-006>
- Castro, G. S. A., Da Costa, C. H. M., & Neto, J. F. (2012). Ecofisiologia da aveia branca. *Scientia Agraria Paranaensis*, 11(3), 1–15.
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2025). *Grãos: Safra 2024/25 – 8º levantamento* (Vol. 12, No. 8, 119 p.). CONAB.
- Córdova, U. A., & Flaresso, J. A. (2015). Principais grupos de forrageiras de clima temperado. *Agropecuária Catarinense*, 28(1), 38–43.

- Embrapa. (2016). *Composição química da matéria orgânica de lodos de esgoto*. Embrapa Solos.
- Embrapa. (2023). *Aveia preta: manejo e uso em sistemas conservacionistas*. Embrapa Trigo. <https://www.embrapa.br/trigo>
- Ferreira, D. F., & Lazaretti, N. S. (2025). Lodo de frigorífico como fonte de nutrientes para soja cultivada em ambiente protegido. *Cultivando o Saber, Edição Especial*, 17–25.
- Ferreira, L. M., & Costa, R. S. (2020). Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: o potencial do lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 14(2), 45–58.
- Ferreira, L. M., Costa, R. S., & Moraes, A. (2021). Integração lavoura-pecuária com aveia preta: benefícios e desafios. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 16(2), 45–58.
- Fontaneli, R. S., et al. (2001). *Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira: resultados de pesquisa e indicações técnicas*. Embrapa. [http://rpcs2019.com.br/trabalhos\\_aprovados/arquivos/05132019\\_200545\\_5cd9fdad40934.pdf](http://rpcs2019.com.br/trabalhos_aprovados/arquivos/05132019_200545_5cd9fdad40934.pdf)
- Gois, J. V., Pinculini, G., Larsen, L., Campos, R. F. F., & Lima, C. F. (2023). Análise da viabilidade técnica da incorporação de resíduos de borracha sintética em concreto. *Engineering Sciences*, 5, 1–7. <http://dx.doi.org/10.6008/CBPC2674-6425.2023.002.0001>
- Lemes, M. S. (2016). *Germinação de aveia preta (Avena strigosa) submetida a diferentes tratamentos pré-germinativos e temperaturas de incubação* [Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais].
- Magela, M. L. M., et al. (2019). Efficacy of organomineral fertilizers derived from biosolid or filter cake for maize. *Crop Journal*, 7(5), 662-670.
- Marchiori, M. E., et al. (2019). Coberturas vegetais de inverno e seus efeitos sobre atributos físicos do solo e produtividade da soja. *Revista de Agricultura*, 94(3), 245–254.
- Martins, A. C., & Lima, J. R. (2018). Impactos ambientais do uso de lodo de esgoto na agricultura: uma revisão crítica. *Revista Ambiente & Água*, 13(4), 1–15.
- Oliveira, P. H., et al. (2021). Efeito da aplicação de lodo de esgoto na produtividade agrícola e qualidade do solo. *Revista Ciência Agronômica*, 52(1), 123–132.
- Quadros, A. C., Camargo, K. V. S., Neis, M. E. B., Campos, R. F. F., & Lima, C. F. (2025). Análise da viabilidade da incorporação de resíduos de poliestireno expandido (EPS) em compósitos cimentícios. *Engineering Sciences*, 13, e8692. <http://dx.doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2025.001.0001>
- Santiani, L., et al. (2020). Consórcio de milho com forrageiras: atributos físicos do solo e produtividade de massa seca. *Colloquium Agrariae*, 16(2), 36–46. <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/3520>

- Santos, D. M., *et al.* (2020). *Revisão bibliográfica sobre o uso do lodo de esgoto na agricultura*. Universidade Federal do Paraná.
- Santos, F. B. A., Bussatto, L., & Campos, R. F. F. (2017). Geração de resíduos perigosos: Análise de uma empresa de reflorestamento do município de Caçador, SC. *IGNIS: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia de Informação*, 6, 131–139. <http://dx.doi.org/10.29327/223085.6.2-9>
- Santos, J. P., *et al.* (2020). Desempenho agrônômico de cultivares de aveia preta em diferentes sistemas de manejo. *Revista Agropecuária Catarinense*, 33(1), 12–18.
- Silva, A. C., *et al.* (2022). Efeito alelopático da aveia preta sobre plantas daninhas em sistemas orgânicos. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 21(1), 34–42.
- Silva, R. A., *et al.* (2019). Tratamento e aproveitamento do lodo de esgoto: desafios e perspectivas. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24(3), 567–576.
- Zambonin, A. A. G., Silva, A. M., Willer, V. D., Campos, R. F. F., & Lima, C. F. (2025). Análise da viabilidade do uso de resíduos de etileno acetato de vinila (EVA) em compósitos cimentícios. *Engineering Sciences*, 13, 1–7. <http://dx.doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2025.001.0002>
- Zanella, R., Lippstein, E. R., & Cassol, L. C. (2019). Produção de massa seca e acúmulo de nutrientes em aveia preta submetida a diferentes manejos e níveis de adubação química. *In VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo – RPCS*, Ponta Grossa, PR.

### **Contribuição dos autores**

Todos os autores contribuíram igualmente para o desenvolvimento deste artigo.

### **Disponibilidade dos dados**

Todos os conjuntos de dados relevantes para as conclusões deste estudo estão totalmente disponíveis no artigo.

### **Como citar este artigo (APA)**

Pierezan, C. A. M., Ogoshi, R. C. S., Esperança, C. de F., Godoy, C. M. T., Borges, C. V., & Adami, E. R. (2025). ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO INDUSTRIAL NA CULTURA DA AVEIA PRETA (AVENA STRIGOSA). *Veredas Do Direito*, 22(6), e224034. <https://doi.org/10.18623/rvd.v22.n6.4034>