



Eficiência de trabalho de diversos implementos no manejo de biomassa lenhosa para cobertura permanente do solo e adubação verde.
Work efficiency of diverse implements to manage woody biomass for permanent soil cover and green manuring.

DOLINSKI, Diego Pascoal ¹; CARUSO, Gil Leal ²; PEREIRA, Augusto Voss ³;
RIBEIRO, Bebeto Oliveira ⁴; SIDDIQUE, Ilyas ⁵

¹ Lab. de Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Santa Catarina (LEAp-UFSC),
dpdolinski@gmail.com; ² LEAp-UFSC, gillc@disroot.org;

³ LEAp-UFSC, augustovoss@gmail.com; ⁴ LEAp-UFSC, ribeiroarles@gmail.com;

⁵ LEAp-UFSC, ilysid@gmail.com

RESUMO EXPANDIDO TÉCNICO-CIENTÍFICO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo

A falta de mão-de-obra é um gargalo para a viabilidade social e econômica da produção agroecológica. As operações mais frequentes e pesadas incluem a produção e aplicação de biomassa lenhosa para cobrir o solo e biomassa foliar para nutri-lo. Máquinas podem ajudar a realizar o mesmo serviço em menos horas com menor desgaste físico e uma maior eficiência desse trabalho, porém, envolve maiores custos, dependência da indústria pesada, de combustíveis fósseis e o uso das máquinas é restringido pela topografia. Objetivamos comparar diversos implementos amplamente usados na agricultura visando sua utilidade nas agroflorestas agroecológicas diversificadas. Alguns implementos apresentam destacado potencial para aliviar a carga e penosidade do trabalho, sendo que o aumento dos custos financeiro e energético é proporcionalmente pequeno. A organização coletiva para uso compartilhado dos implementos promissores têm potencial para facilitar acesso, p.ex. via cooperativas ou políticas públicas.

Palavras-chave: Agrofloresta; mecanização; plantadeira; triturador; ensiladeira.

Keywords: Agroforestry; mechanization; planter; shredder; silage harvester.

Introdução

A cobertura de solo com matéria orgânica lenhosa trás diversos benefícios para o solo e para as plantas, assim como redução da mão de obra com capina devido ao abafamento de plantas espontâneas e redução do uso de fertilizantes pela ciclagem de nutrientes (MENDONÇA et al., 2023). No entanto, para que o uso eficiente da cobertura de solo se viabilize como uma alternativa para mais agricultores, deve adaptar-se às diferentes realidades e complexidades da agricultura brasileira. Esta se caracteriza por grande diversidade tanto no perfil produtivo e operacional das propriedades, quanto pela facilidade de acessar crédito e realizar investimento financeiro de seus atores (FELEMA, 2022).



Alguns desafios para a manutenção da cobertura de solo de forma contínua nos trópicos são a rápida ciclagem e transformação da matéria orgânica, a carência de mão de obra disponível em algumas regiões e o acesso a ferramentas adequadas por parte de seus atores. Porém outra barreira para a eficiente mecanização do trabalho em SAFs é a inexistência de máquinas apropriadas para o trabalho proposto neste sistema de cultivo e por vezes, a falta de capacitação dos trabalhadores para as tecnologias existentes (DE BARROS MENDES et al., 2024).

A disponibilidade de ferramentas manuais, até máquinas e implementos tratorizados que outrora desenvolvidos para a agricultura convencional, podem ser adaptados para o trabalho em SAFs. Alguns desses equipamentos disponíveis como as ensiladeiras e plantadeiras multiuso podem ter seu potencial ampliado quando acessadas de forma compartilhada via cooperativas, associações de produtores e políticas públicas (MONTEIRO, 2024). A agroecologia ainda carece de experiências práticas documentadas que tragam à luz soluções acessíveis para aplicação de biomassa para cobertura permanente do solo e adubação verde e lenhosa. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do manejo mecanizado de biomassa em SAFs, com foco na adaptação de implementos já existentes e disponíveis em grande parte das propriedades brasileiras e como estratégia para tornar mais eficiente o trabalho no campo, contribuindo para a transição agroecológica da agricultura familiar.

Metodologia

Por meio de mutirões, oficinas públicas, e projetos de pesquisa de iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso em Agronomia, testamos e adaptamos ao longo de 5 anos um sistema de manejo na Fazenda Experimental da Ressacada da UFSC, num solo arenoso Neossolo Quartzarênico numa planície quaternária costeira subtropical úmida em Florianópolis, SC. Aprimoramos arranjos lineares de plantio em policultivos, procedimentos de manejo, adaptação e testes de implementos, pesquisas bibliográficas. Apresentamos aqui uma síntese dos aprendizados técnicos e científicos.

Resultados e Discussão

A nossa sistematização das ferramentas e implementos disponíveis no mercado brasileiro ilustra as vantagens e desvantagens (demandas conflitantes ou *tradeoffs*) entre as restrições de uso em diferentes condições topográficas do terreno, da vegetação espontânea, fonte de trabalho e energia (Tabela 1) e eficiência de trabalho e preço de mercado (Fig. 2). Alguns implementos se destacam pela maior eficiência de trabalho em relação ao preço inicial de aquisição (implementos acima do intervalo de confiança na Fig. 2). Porém, além destas vantagens e limitações, também é essencial considerar outros fatores não contemplados quantitativamente neste estudo preliminar. Por exemplo, estes implementos variam muito nos custos correntes de uso e manutenção, nos níveis e tipos de desgaste ambiental que provocam (emissões de gases de efeito estufa com a fabricação e uso dos implementos, compactação do solo



pelo uso, etc), e assimetrias socioeconômicos inerentes ao uso (acesso restrito pelo custo, pela compatibilidade do terreno acessível, dependências à indústria privada de maquinárias, etc).

Tabela 1 Restrições de uso de ferramentas, implementos e máquinas amplamente disponíveis no mercado brasileiro. Ordem de colunas segue o processo decisório para escolha do implemento.

Opera- ção	Restrições para uso do implemento, máquina ou ferramenta ¹	Implemento, máquina ou ferramenta ²	Fonte energia; trabalho ³	Id ⁴
Preparo mínimo do solo	Estoloníferas; solo pedregoso	Enxada, enxadao	Braço	1
	Estoloníferas/ rizomatosas; pedras superficiais; solo compactado	Sulcador manual	Tração humana	2
	Topografia acidentada, pedras superficiais; solo compactado	Sulcador	Diesel; Microtrator	3
	Topografia acidentada, pedras superficiais; solo compactado	Sulcador	Diesel; Trator	4
Implantação	Apenas pequeno propágulo ou torrão	Facão		5
	Solo compactado; apenas semente	Matraca	Braço	6
	Solo compactado/ pedregoso	Cavadeira articulada		7
		Semeadeira	Tração humana	8
		Sulcador		9
	Topografia acidentada, pedras superficiais; solo compactado	Plantadeira de manivas	Diesel; Microtrator	10
		Plantadeira de mudas		11
Corte	Topogr.declivosa; pedras superficiais; solo compactado	Plantadeira de mudas	Diesel; Trator	12
	caule 4cm de biomassa semi-lenhosa	Facão	Braço	13
	Caule 1,5cm de biomassa semi-lenhosa	Tesoura de poda	Braço	14
Trituração	Caule 25cm	Motoserra	Gasol.2T; Elétrico	15
	Caule 4cm de biomassa semi-lenhosa	Facão	Braço	16
	Caule 2,5cm de biomassa semi-lenhosa	Triturador estacionário	Diesel; Gasol; Elétrico	17
	Topogr. acidentada; pedras superf.; caule <5cm	Triturador de resteva (roçadeira rotativa)	Diesel; Trator	18
Aplicação	Topografia acidentada	Carrinho de mão	Braço	19
		Ancinho manual	Braço	20



13º CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

Agroecologia, Convivência com os Territórios Brasileiros e Justiça Climática



Opera- ção	Restrições para uso do implemento, máquina ou ferramenta ¹	Implemento, máquina ou ferramenta ²	Fonte energia; trabalho ³	Id ⁴
	Topografia acidentada, pedras superficiais e biomassa arbórea/arbustiva sem trituração	Ancinho enleirador	Diesel; Trator	21
Corte +Trit +Apl	Topogr.acidentada; pedras superficiais; Caules eretos alinhados	Base <2cm Ensiladeira com tubo de lona e plataforma de linha única	Diesel; Trator	22
		Base <2cm ...plataforma de área total		23

¹Condições incompatíveis com uso do implemento: Limites máximos estimados (experiências práticas preliminares) para funcionamento sem desgaste excessivo do implemento: Topografia acidentada ou declivosa ou pedras superficiais inviabilizam uso; Grossura máxima do caule na base; Largura da linha (touceira) na base.

²Implemento, máquina ou ferramenta utilizada para realizar determinada operação.

³Fonte de energia/trabalho: tipo de combustível e/ou força motriz.

⁴Referente à valores do mercadolivre.com.br (ago/2025).



Figura 1 Imagens dos equipamentos mencionados na tabela 1.

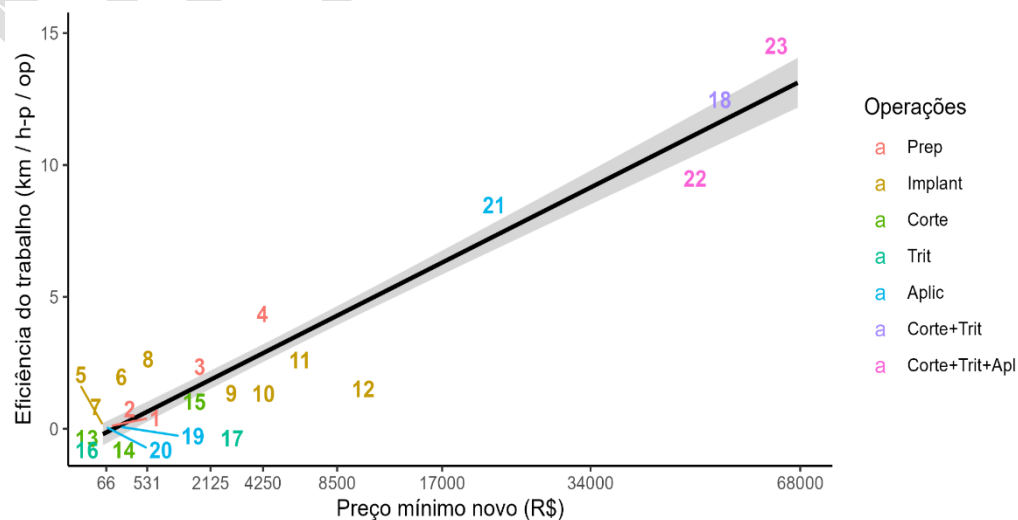




Figura 2 Eficiências de trabalho (km lineares por hora-pessoa trabalhada por operação) em relação ao preço (escala $\sqrt{}$) mais econômico do implemento novo disponível no mercadolive.com.br (ago-2025). Cores diferenciam as operações necessárias para produção e aplicação de biomassa para cobertura permanente do solo e adubação verde lenhosa, abrangendo preparo mínimo do solo (*Prep*); implantação (*Implant*); Corte, trituração (*Trit*) e aplicação (*Aplic*) no local de destino da biomassa cortada. N° plotado corresponde à *id* do implemento detalhado na Tabela 1. Regressão linear (linha preta) $\pm 80\%$ intervalo de confiança (faixa cinza).

Considerando apenas os critérios simplificados de eficiência e custo de aquisição, identificamos um salto na eficiência do trabalho com pouco investimento adicional no corte, trituração e aplicação diretamente no canteiro de hortaliças de biomassa lenhosa e foliar, com uma pequena adaptação da ensiladeira (Figura 3), amplamente usada na agropecuária brasileira principalmente em pequenas propriedades com foco na produção de leite. Aplicados ao contexto agroflorestal este equipamento agrega as funções contempladas em varias etapas em uma única operação.

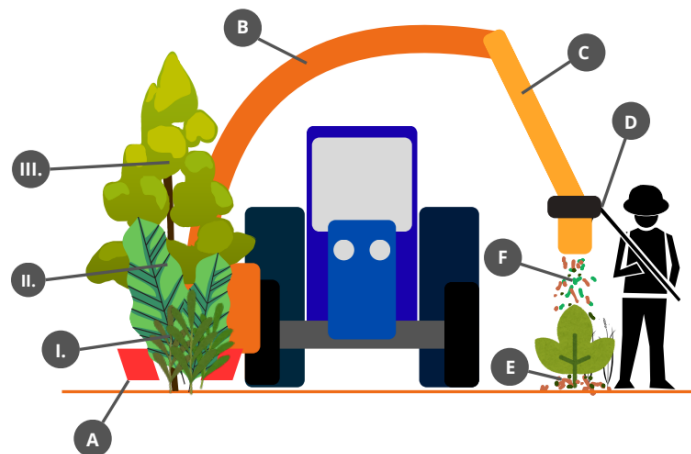


Figura 3 Perfil esquemático frontal do sistema de três operações de manejo de um policultivo arbustivo linear numa única passagem de trator usando uma colhedora de forragens (ensiladeira) com plataforma (A) de linha única (id 22) ou área total (id 23 na Tabela 1), incluindo corte, trituração e aplicação direcionada via bica de saída articulável (B), tubo de lona (C) terminando num aro de PVC com cabo (D) que pode ser facilmente direcionado nos microambientes que prioritários (E) para receberem a palhada triturada (F). Numa única passagem, a ensiladeira pode cortar diferentes espécies consorciadas na mesma linha, incluindo arbustos eretos altos (III.) e outros (sub)arbustos (I.) ou herbáceas gigantes semilenhosas (II.), desde que as espécies com porte menor ou crescimento mais devagar tenham maior tolerância à sombra. Fonte: Autor, 2025.

Conclusões



Na produção e aplicação de biomassa lenhosa e foliar para cobrir e nutrir o solo, alguns implementos se destacam pelo seu potencial para aliviar a carga e penosidade do trabalho, com aumento proporcionalmente pequeno dos custos financeiro e energético. Para identificar implementos e sistemas de manejo energética e ergonomicamente eficientes, a nossa análise das demandas conflitantes no manejo de biomassa entre custos da compra de implementos e da eficiência de trabalho apontou usos de implementos eficientes com diferentes demandas de investimentos financeiro e energético.

Podemos ilustrar a grande eficiência de trabalho potencial com adaptações simples de implementos amplamente disponíveis: Plantadeira de plantio direto na palhada de estacas e/ou sementes com adubação orgânica; e ensiladeira para corte, trituração e direcionamento direto de biomassa lenhosa e foliar triturada em canteiro de hortaliças. Articulação coletiva de agricultores via cooperativas ou políticas públicas pode viabilizar o compartilhamento coletivo dos implementos entre camponeses vizinhos sem demandar investimento desproporcional de um estabelecimento.

Agradecimentos

Agradecemos ao grande número de agricultores, estudantes, técnicos e pesquisadores que contribuíram com ideias e trabalho prático. Destacamos Anderson Munarini, Jamil Abdalla Fayad, Alberto Nagaoka, Izabela Marques dos Santos, Pedro Henrique Creplive, Eduardo Favretto Ott, Nicolas Zaslavsky de Lima. Agradecemos à UFSC e CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica e à Fazenda Experimental da Ressacada da UFSC pela disponibilização de implementos institucionais adquiridos por diversos outros projetos, e pela colaboração no seu uso experimental.

Referências bibliográficas

MENDONÇA, Eduardo. de S. et al. SISTEMAS AGROFLORESTAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE AGRÍCOLA DE PROPRIEDADES FAMILIARES NO BIOMA MATA ATLÂNTICA. Revista Contemporânea, [S. l.], v. 3, n. 11, p. 22044–22058, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56083/RCV3N11-107>

DE BARROS MENDES, Davi et al. Agricultura familiar e mecanização adaptada para implantação e manejo de sistemas agroflorestais (SAFs). Cadernos de Agroecologia, v. 19, n. 1, 2024.

FELEMA, João; SPOLADOR, H. F. S. Características regionais da produtividade e da mecanização da agropecuária brasileira. Revista de Política Agrícola, Brasília, v. 31, n. 3, p. 37, 2022. Disponível em: <https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/view/1756>.

MONTEIRO, Larissa C. et al. **El Papel de la Economía Compartida en el Desempeño Productivo de los Asentamientos Rurales de Reforma Agraria.** Estudios Rurales, [S. l.], v. 14, n. 29, 2024. DOI: [10.48160/22504001er29.470](https://doi.org/10.48160/22504001er29.470)