



### TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA ICLF COMO ESTRATÉGIA PARA A MINIMIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO SOLO

#### Transfer of ICLF Technology as a Strategy for Minimizing Soil Degradation

Liliane Moreira NERY<sup>1</sup>; Darllan Collins da Cunha e SILVA<sup>2</sup> & Débora Zumkeller SABONARO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia e Monitoramento Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia para a Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, São Paulo (UFSCar). E-mail: lilianemoreiranery@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Assistente Doutor da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, São Paulo (UNESP). E-mail: darllan.collins@unesp.br

<sup>3</sup> Professora do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia e Monitoramento Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia para a Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, São Paulo (UFSCar). E-mail: dzsabonaro@hotmail.com

**Resumo:** A degradação dos solos representa um grave problema socioeconômico e ambiental, uma vez que esse recurso é primordial para o desenvolvimento das atividades socioeconômicas e manutenção de funções ambientais. A tecnologia integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), é sugerida como um meio de produção capaz de minimizar a degradação do solo causada pela produção agrícola moderna. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar como a tecnologia ILPF pode ser transferida em áreas de pastagens, em uma bacia hidrográfica de Sorocaba-SP, através da atuação instituições de ensino e pesquisa. Verificou-se uma atuação significativa das universidades em Sorocaba no desenvolvimento das atividades de transferência tecnológica, conhecimento e informação, demonstrando que as instituições podem utilizar as atividades já desenvolvidas como estratégia para a transferência tecnológica da ILPF, permitindo a implementação da integração em pastagens e reduzindo a degradação do solo.

**Palavras-chave:** sistemas integrados, pastagens, pecuária, sustentabilidade.

**Abstract:** Soil degradation represents a serious socioeconomic and environmental problem since this resource is essential for the development of socio-economic activities and maintenance of environmental functions. The technology integration crop-livestock-forest (ICLF) is suggested as means of production capable of minimizing soil degradation caused by modern agricultural production. In this context, the objective of the present study was to evaluate how ILPF technology can be transferred in pasture areas, in a Sorocaba-SP river basin, through teaching and research institutions. The universities in Sorocaba performed significantly in the development of technological transfer, knowledge, and information activities, demonstrating that institutions can use the activities already developed as a strategy for the technological transfer of the ICLF, allowing the implementation of integration in pastures and reducing soil degradation.





**Keywords:** integrated systems, pasture, livestock, sustainability.

### Introdução

A degradação do solo, que se traduz na sua perda atual ou potencial de produtividade, inviabilizando o seu uso atual ou futuro, é considerada um dos principais problemas ambientais e socioeconômicos do mundo (LAL, 2002; MARTINS; FERNANDES, 2017; PACHECO et al., 2018; YANG; SIDDIQUE; LIU, 2020). Perdas de solo acima de sua capacidade de reposição, e a sua perda de fertilidade, são as características mais comuns associadas aos processos degradativos do solo (PACHECO et al., 2018). Contudo, a partir de uma visão ecológica, a degradação do solo também compromete funções ambientais importantes, como a conservação da água e a manutenção de serviços ecossistêmicos (PACHECO et al., 2018; XIE et al., 2020).

Além disso, a conservação do solo representa um ponto fundamental para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (PACHECO et al., 2018), uma vez que sua depreciação aumenta a vulnerabilidade dos sistemas de produção às mudanças climáticas (WEBB et al., 2017), dificultando o desenvolvimento humano e a erradicação da pobreza (XIE et al., 2020), prejudicando o alcance da segurança alimentar, e impossibilitando a promoção da agricultura sustentável.

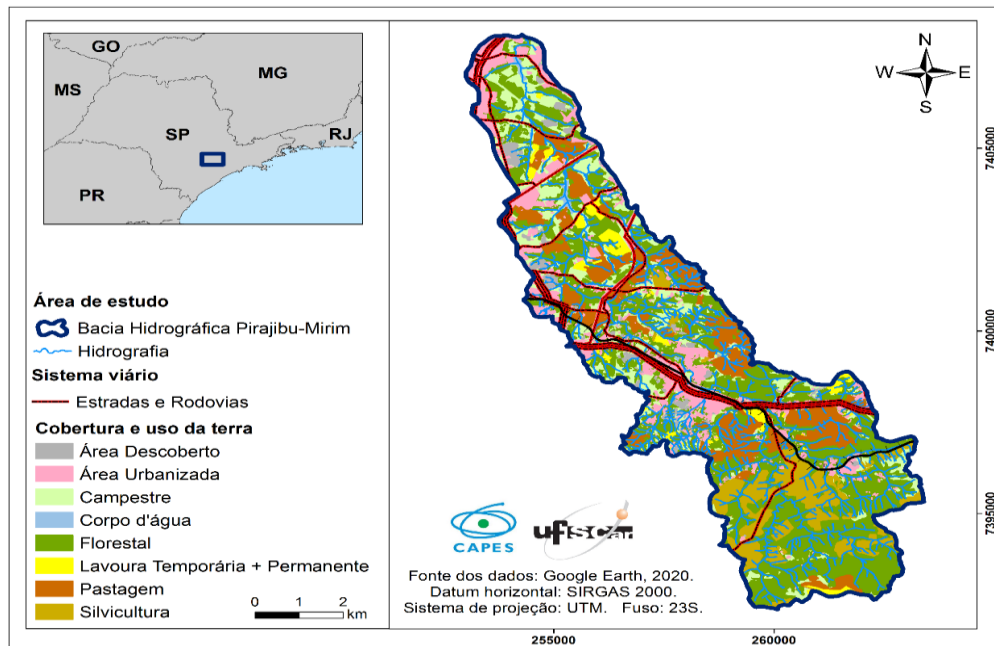
Entretanto, a tecnologia ILPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta), que se refere a reintegração dos sistemas produtivos: lavoura; pecuária; e silvicultura, é vista como uma estratégia para minimizar os efeitos degradativos da produção agrícola moderna, já que há uma associação sinérgica entre esses componentes, permitindo ganhos produtivos, econômicos e em serviços ambientais aprimorados (GIL; GARRET; BERGER, 2016; GARRET et al., 2017).

Problemas comuns presentes em pastagens degradadas podem ser minimizados através da ILPF. Por exemplo, em áreas degradadas há uma menor atividade biológica e uma maior compactação do solo. Esses efeitos negativos do pastoreio podem ser revertidos com a adoção da ILPF, pois essa tecnologia de produção é capaz de atuar positivamente na atividade microbiana e mitigar os efeitos da compactação, uma vez que há uma melhoria e um aumento na quantidade e qualidade da matéria orgânica e da capacidade regenerativa do solo (NIE et al., 2016; AMBUS et al., 2018; ZAGO; RAMALHO; CARAMORI, 2019; SEKARAN; KUMAR; GONZALEZ-HERNADEZ, 2020).

Sendo assim, considerando que produção pecuária se consistem em sistemas simples de produção que propiciam a degradação do solo, entende-se que transferência da tecnologia ILPF pode ser compreendida como uma estratégia para a minimização da degradação do solo. Nesse contexto, é essencial identificar atores institucionais que possam transferir tecnologias de produção que garantam maior sustentabilidade aos sistemas de produção agrícola. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar como a tecnologia ILPF pode ser transferida em áreas de pastagens, em uma bacia hidrográfica de Sorocaba-SP, através da atuação instituições de ensino e pesquisa.

### Material e Métodos

A área de estudo (Figura 1) se refere a Bacia Hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim (BHPM), localizada integralmente no município de Sorocaba-SP, com aproximadamente 55,35 km<sup>2</sup> de extensão, dois quais, 6,72 km<sup>2</sup> referem-se à pastagens.



**Figura 1.** Área de estudo, Bacia Hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim (BHPM).

Considerando que os processos de degradação do solo são capazes de impactarem negativamente na qualidade da água, em virtude dos processos de carreamento de nutrientes, sedimentos e assoreamentos (PACHECO et al., 2018; WEI et al., 2020), e que a BHPM contribui com o abastecimento de aproximadamente 10% de água do município de Sorocaba, por meio de repesamento artificial na Represa do Ferraz (NERY et al., 2019), o presente estudo se justifica por entender que, a adoção da tecnologia ILPF nas pastagens na área em estudo, poderá minimizar a degradação do solo ocasionada pelo pastoreio, bem como irá minimizar os efeitos negativos da degradação do solo sobre os recursos hídricos.

Para tanto, o presente estudo preocupou-se em verificar instituições de ensino e pesquisa em Sorocaba que pudessem atuar na transferência da tecnologia ILPF na BHPM, através da identificação de atividades desenvolvidas e praticadas pelas universidades, voltadas para a transferência de tecnologia, informação e capacitação rural.

### Resultados e Discussão

Ao todo 16 questionários foram respondidos. As universidades atuam em diferentes formas para transferir tecnologia, capacitação e informação para os produtores rurais, seja ofertando cursos e treinamentos (81%); promovendo eventos, feiras, workshops, congressos e/ou seminários, (69%); realizando dias de campo com os produtores (38%); ministrando aulas técnicas aos produtores



(38%); atuando na extensão rural (38%); prestando serviços voltados para assistência técnica e científica aos produtores (56%); realizando demonstrações de inovações tecnológicas (25%); e utilizando unidades de referência para o aprendizado, observação e/ou demonstração tecnológica (50%).

Essas são atividades importantes que podem ser direcionadas para transferir a ILPF nas áreas de pastagens da região em estudo, uma vez que recursos humanos qualificados são essenciais para que haja maior aceitação e adoção da ILPF (GARRETT; GIL; VALENTIM, 2019). Através das atividades atualmente desenvolvidas pelas universidades, é possível o desenvolvimento dos três pilares para a consolidação da transferência tecnológica: a construção coletiva do conhecimento (acerca da tecnologia a ser transferida); o intercâmbio de conhecimentos; e a transferência da tecnologia propriamente dita (SILVA et al., 2019).

Além disso, atores institucionais de ensino e pesquisa também são importantes na expansão de atividades que envolvam a e experimentação e demonstração de sistemas ILPF (CORTNER et al., 2019; GARRETT et al., 2020). A formação de redes de integração é importante para o fornecimento de informações técnicas e científicas acerca da ILPF, podendo servir como um elemento alavancador do processo de difusão tecnológica (BALBINO; MARTINEZ; GALERANI, 2011).

Dessa forma, é possível que os adotantes da ILPF na área em estudo, ao consolidarem a integração das pastagens em suas propriedades, tornem-se agentes multiplicadores da tecnologia ILPF, sendo que esse processo pode ser facilitado pela utilização da extensão rural praticada pelas universidades. A extensão rural, em conjunto com os produtores modelos, servirá como ponto de partida para a difusão tecnológica além dos limites da BHPM.

Além do mais, os *feedbacks* quanto ao processo de implementação da ILPF, seus desafios, oportunidades e melhorias, podem ser levados às universidades pelos agentes multiplicadores, em virtude da troca de conhecimento e experiência durante a transferência tecnológica, norteados as linhas de pesquisa das universidades (SILVA et al., 2019).

As demais atividades desenvolvidas pelas universidades também propiciam o desenvolvimento de parcerias com outras entidades públicas e privadas, para a consolidação de redes de integração, além do desenvolvimento e consolidação de Unidades de Referência Tecnológica em ILPF na BHPM.

### Conclusões

De acordo com os dados levantados, as universidades de Sorocaba podem atuar na transferência da tecnologia ILPF em áreas de pastagem da bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim, através de diferentes atividades. Uma vez bem consolidado a integração das pastagens na área em estudo, pecuaristas e suas propriedades poderão tornar-se agentes multiplicados e propriedades modelos para a difusão tecnológica além dos limites da bacia hidrográfica, contribuindo positivamente para a minimização da degradação do



solo em outras áreas de produção agrícola, em virtude dos benéficos conhecidos da ILPF.

As atividades de transferência de tecnologia, capacitação e qualificação, desenvolvidas pelas diferentes instituições identificadas em Sorocaba, são relevantes para o desenvolvimento local e regional da agropecuária, sendo possível utilizar de atividades já desenvolvidas pelas universidades como estratégia para a transferência tecnológica da ILPF, permitindo a implementação da integração em pastagens e reduzindo a degradação do solo.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, processo 88887.492964/2020-00.

### Referência Bibliográfica

AMBUS, J.V. et al. Changes in composition and functional soil properties in long-term no-till integrated crop-livestock system. **Geoderma**, v. 330, p. 232–243, 2018.

BALBINO, L.C.; MARTINEZ, G.B.; GALERANI, P.R (Ed.). **Ações de transferência de tecnologia para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 2007-2010**. Brasília: Embrapa; Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011.

CORTNER, O. et al. Perceptions of integrated crop-livestock systems for sustainable intensification in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 82, p. 841-853, 2019.

GARRETT, R.D. et al. Social and ecological analysis of commercial integrated crop livestock systems: Current knowledge and remaining uncertainty. **Agricultural Systems**, v. 155, p. 136–146, 2017.

GARRETT, R.D.; GIL, J. D. B.; VALENTIM, J. F. Transferência de Tecnologia: Desafios e Oportunidades para Adoção de ILPF na Amazônia Brasileira Legal. In: BUNGENSTAB, D.J. et al. (Ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília: Embrapa, 2019, p. 599-616.

GARRETT, R.D. et al. Drivers of decoupling and recoupling of crop and livestock systems at farm and territorial scales. **Ecology and Society**, v. 25, n. 1, p. 24, 2020.

GIL, J.D.B.; GARRETT, R.; BERGER, T. Determinants of crop-livestock integration in Brazil: evidence from the household and regional levels. **Land Use Policy**, v. 59, p. 557-568, 2016.

LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. **Environmental Pollution**, v. 16, n. 3, p. 353-362, 2002.



MARTINS, J.C.; FERNANDES, R. Processos de degradação do solo – medidas de prevenção. **Revista Vida Rural**, p. 34-36, 2017.

NERY, L.M. et al. Estudo da capacidade de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Pirajibú-Mirim. In: Editora Poisson (Org.). **Meio Ambiente, sustentabilidade e tecnologia**. Belo Horizonte: Poisson, 2019, p. 52-62.

NIE, Z. et al. Benefits, challenges and opportunities of integrated crop-livestock systems and their potential application in the high rainfall zone of southern Australia: A review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 235, p. 17-31, 2016.

PACHECO, F.A.L. et al. Land degradation: Multiple environmental consequences and routes to neutrality. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 5, p. 78-86, 2018.

SEKARAN, U.; KUMAR, S.; GONZALEZ-HERNANDEZ, J.L. Integration of crop and livestock enhanced soil biochemical properties and microbial community structure. **Geoderma**, v.381, p.114686, 2020.

SILVA, S.S. et al. Analysis of the process of technology transfer in public research institutions: The Embrapa agrobiology case. **Innovation & Management Review**, v. 16, n. 4, p. 375-390, 2019.

WEBB, N. et al. Land degradation and climate change: building climate resilience in agriculture. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 15, n. 8, p. 450-459, 2017.

WEI, W. et al. Exploring the effect of basin land degradation on lake and reservoir water quality in China. *Journal of Cleaner Production*, v. 268, p. 122249, 2020.

XIE, H. et al. A Bibliometric Analysis on Land Degradation: Current Status, Development, and Future Directions. **Land**, v. 9, n. 1, p. 28, 2019.

YANG, T.; SIDDIQUE, K.H M.; LIU, K. Cropping systems in agriculture and their impact on soil health-A review. **Global Ecology and Conservation**, v. 23, p. e01118, 2020.

ZAGO, L.M.S.M.S.; RAMALHO, W.P.; CARAMORI, S. Does Crop-Livestock-Forest Systems Contribute to Soil Quality in Brazilian Savannas?. **Floresta Ambiente**, v.26, n.3, p.e20180343, 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.034318>.