



RURAL
SUSTENTÁVEL
• CERRADO •

INOVAÇÕES RURAIS NO CERRADO

Pesquisas para a
prática sustentável



INOVAÇÕES RURAIS NO CERRADO

Pesquisas para a
prática sustentável

Brasília - DF, 2024

Execução:



IABS

Coordenação Científica



Apoio técnico



Realização:



UK Government



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA



Projeto Rural Sustentável - Cerrado

República Federativa do Brasil
Ministério da Agricultura e Pecuária - Mapa
Governo do Reino Unido
Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID

Execução

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade – IABS

Ações de Pesquisa do PRS - Cerrado

Diretor-Geral do Projeto

Luís Tadeu Assad

Aldicir Scariot

Alexandre Ferreira

Alexandre Romeiro de Araújo

Laurimar G. Vendrusculo

Manuel Ferreira

Mateus Batistella

Coordenadora Operacional

Kamila Rocha

Betina Kellerman

Bruno Alves

Bruno de Oliveira Costa Couto

Pedro Machado

Ramon Alvarenga

Reinaldo Farias Paiva de Lucena

Coordenador Científico

Ladislau Skorupa

Bruno Teixeira Ribeiro

Caio Rachid

Celso Vainer Manzatto

Robélio Leandro Marchão

Sílvio Nolasco de Oliveira Neto

Silvio Yoshiharu Ushiwata

Coordenadora de Pesquisa

Marcella da Silva Maia Vidal

Cláudia Jantalia

Daniel Abreu

Danieli Artuzi Pes Backes

Revisão Ortográfica e Gramatical

Cirlene Ferreira Doretto

Equipe de Pesquisa

Natassia Magalhães Armacolo

Edicarlos Damacena de Souza

Edilane da Silva

Elcio Santos

Coordenação Editorial

Javiera de la Fuente C.

Organizadoras

Marcella da Silva Maia Vidal

Emerson Trogello

Geraldo Martha

Henrique Marinho Leite Chaves

Projeto Gráfico e Diagramação

Javiera de la Fuente C

Melissa Volpato Curi

Natassia Magalhães Armacolo

José Ricardo M. Pezzopane

Julio Cesar dos Reis

Júlio Cesar Salton

Júlia Araújo

Pedro Costa

Pesquisadores

Ademir Fontana

Júlio Onésio Ferreira Melo

Adriano Darosci

Kleber Xavier Sampaio de Souza

Fotos

Acervo IABS

Catálogo na Fonte

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade - IABS
Inovações Rurais no Cerrado: Pesquisas para a Prática Sustentável. Marcella da Silva Maia Vidal [et al...] –
Brasília: Editora IABS, 2024.

ISBN 978-65-87999-72-2
142 p. ; Color.

1. Pesquisa científica. 2. Agropecuária. 3. Baixa emissão de carbono. 4. Cerrado. I. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade - IABS. II. Editora IABS. III. Título.

CDU: 636.01/09
631/635



APRESENTAÇÃO

Luís Tadeu Assad

Diretor-Geral do Projeto Rural Sustentável - Cerrado
Diretor Presidente do IABS

Ladislau Skorupa

Coordenador Científico do PRS - Cerrado
Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios globais da atualidade e estão entre os principais debates internacionais, não apenas relacionados aos fóruns de desenvolvimento sustentável, mas como pauta prioritária de toda a sociedade.

Chegamos em um momento em que as consequências desta crise climática estão cada vez mais visíveis. É de suma importância que uma mudança de atitude global e ações locais efetivas se concretizem. Entretanto, são muitas as variáveis consideradas para implementar ações eficazes de mitigação e adaptação às mudanças do clima. De qualquer forma, já sabemos que o seu enfrentamento exige iniciativas e políticas concretas, parcerias multisetoriais e atividades coordenadas em todas as escalas territoriais.

O Brasil está entre os maiores emissores globais de Gases de Efeitos Estufa (GEE), especialmente por conta da mudança de uso do solo e da agropecuária. Nesse cenário climático e considerando a busca de soluções, a partir do envolvimento de vários atores sociais e institucionais, é que o **Projeto Rural Sustentável - Cerrado** (PRS - Cerrado) se insere. Fruto de parcerias importantes, suas ações estão comprometidas em mitigar as emissões de GEE, implementar sistemas produtivos sustentáveis e melhorar a renda e a qualidade de vida de pequenos e médios produtores e produtoras rurais do Cerrado brasileiro.

O projeto faz parte de uma Cooperação Técnica aprovada pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com recursos oriundos do Financiamento Internacional do Clima do Governo do Reino Unido, tendo o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) como beneficiário institucional, o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) responsável pela sua execução, e a Embrapa responsável pela coordenação científica, com apoio técnico da Rede ILPF.

Trata-se de um projeto inteiramente alinhado aos esforços voltados para a implementação de políticas públicas nacionais. Seu foco está na promoção de sistemas e práticas agropecuárias sustentáveis em pequena, média e larga escalas, a exemplo do Plano ABC+. Ao mesmo tempo em que busca a redução de emissões, procura conciliar a produção agropecuária ao lado da conservação dos recursos naturais e da recuperação de áreas degradadas.

Seus resultados vêm para contribuir com o alcance de metas de redução de emissões estabelecidas pelo Brasil em compromissos internacionais, como o Acordo de Paris, estabelecido no ano de 2015, na França, na 21ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP21). Para além dos resultados alcançados, as experiências e lições aprendidas se apresentam como importantes guias para a sua replicação em outras regiões e biomas do País.

Atualmente, a adoção de sistemas e práticas agropecuárias sustentáveis têm se apresentado, cada vez mais, como pré-requisitos de mercado na avaliação da qualidade de produtos oriundos do campo. Nesse sentido, há um forte movimento, principalmente dos mercados internacionais, em estabelecer critérios rigorosos de sustentabilidade para a comercialização de produtos agrícolas. Assim, o PRS - Cerrado não apenas contribui para a adequação sustentável da produção agropecuária, mas também incentiva os produtores e as produtoras a se posicionarem de forma competitiva em um mercado global cada vez mais exigente.

Para alcançar seus objetivos, o PRS - Cerrado fomenta e incentiva a adesão de boas práticas produtivas investindo em assistência técnica especializada, promovendo treinamentos e cursos de capacitação, fortalecendo organizações socioprodutivas, sensibilizando e informando sobre acesso à crédito e certificações, entre outras ações, visando sempre a implementação de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD). Sua área de atuação é o bioma Cerrado, com ações em quatro estados prioritários: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, totalizando mais de 100 municípios diretamente envolvidos.

No entanto, a implementação bem-sucedida destas tecnologias de baixa emissão de carbono no âmbito do PRS - Cerrado enfrenta desafios consideráveis. Dentre estes, podemos citar: o custo inicial elevado associado a muitas dessas tecnologias; a infraestrutura insipiente para a integração adequada de tecnologias de baixa emissão de carbono; e a falta de conscientização e o engajamento de todos os envolvidos, incluindo produtores(as) rurais, instituições de pesquisa, governos, empresas e a comunidade em geral, para superar esses obstáculos.



Vale ainda ressaltar, que uma verdadeira transformação e transição socioprodutiva não pode renunciar de pilares fundamentais como a geração e disseminação do conhecimento. Com este propósito, o PRS - Cerrado dedicou uma grande parte de seus recursos e esforços no apoio e fomento à pesquisa e desenvolvimento (P&D) sobre a produção rural sustentável e de baixa emissão de carbono.

Em cerca de dois anos de execução, foram investidos mais de R\$ 12 milhões, em 35 pesquisas, conduzidas por mais de 30 instituições, com grande destaque aos Centros de Pesquisa da Embrapa. Com a colaboração de pesquisadores(as), analistas, técnicos(as), bolsistas e consultores(as), alcançamos o impressionante marco de mais de 600 participantes. Pessoas que geraram resultados e que, com certeza, influenciarão novas pesquisas, projetos e políticas públicas.

As pesquisas do projeto englobaram duas vertentes de atuação: as **Pesquisas Direcionadas**, focadas em atender às demandas do PRS - Cerrado, em colaboração direta com a *expertise* da Embrapa; e o **Edital de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)**, selecionando e viabilizando pesquisas em modelos de produção sustentáveis nos territórios abrangidos pelo PRS - Cerrado, com a participação ativa de diversas instituições nacionais e regionais.

Nas próximas páginas, conheceremos essas pesquisas e os seus principais resultados. E para mergulhar mais fundo nesse universo de conhecimento, convidamos todos e todas a visitar o site oficial do PRS - Cerrado: www.ruralsustentavel.org. Lá, você poderá ter mais detalhes sobre cada uma destas pesquisas apoiadas e conhecer ainda mais sobre as atividades desse projeto visionário em prol do desenvolvimento rural sustentável no bioma Cerrado.

Desejamos uma ótima leitura!

INTRODUÇÃO..... 12

Plano ABC/ABC+: a grande resposta do agro brasileiro para uma agropecuária altamente eficiente e sustentável	14
O Cerrado brasileiro e sua história agrícola de desafios, resiliência e oportunidades	18
Os impactos das mudanças climáticas no Cerrado	20
Inovação e pesquisa no PRS - Cerrado: rumo à sustentabilidade.....	22

PESQUISAS DIRECIONADAS..... 24

Impulsionando a sustentabilidade agrícola: o papel estratégico das pesquisas direcionadas do PRS - Cerrado.....	26
Explorando as descobertas das pesquisas direcionadas	27
Avaliação econômica.....	28
Respostas endógenas na agricultura brasileira e global: choques de oferta e demanda e a intensificação sustentável	28
Avaliação econômica das Unidades Demonstrativas: sustentabilidade e inovação no Projeto Rural Sustentável - Cerrado.....	34
Unidades de Referência Tecnológica e de Pesquisa da Embrapa	36
Tecnologias em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta para a intensificação sustentável.....	36
Potencialidades de sistemas ILPF para alavancar a agropecuária em regiões do Cerrado com limitações edafoclimáticas	39
Adaptando a produção de alimentos para o enfrentamento das mudanças climáticas em Goiás	42
Múltiplos estudos para avaliar a correta adequação e beneficiamento do sistema ILPF ao ambiente de implementação	44
URTPs em Mato Grosso do Sul: experimentos de longa duração contribuindo para validação e transferência de tecnologias em ILP e ILPF.....	46
Desenvolvimento e adaptação de sistemas ILPF visando à intensificação sustentável da agropecuária no Cerrado	48
Monitoramento de sistemas integrados de produção por meio de atributos de solo, plantas e ambientais em modelos físicos de longa duração	50
Internet das Coisas (IoT) na Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ...	52

Aplicação da Internet das Coisas (IoT) no contexto da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)	52
Técnicas de medição, relato e verificação de GEE.....	54
Desenvolvimento e validação de um Sistema MRV para a agricultura ABC	54
Abordagem Nexus na Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): uma questão de segurança alimentar, hídrica e energética	57
Desmatamento evitado e quantificação de serviços ecossistêmicos	60
Estimativa de desmatamento evitado e quantificação de serviços ecossistêmicos em municípios do bioma Cerrado	60

PESQUISAS DO EDITAL P&D

Edital de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): estudos em sistemas sustentáveis de produção agropecuária no bioma Cerrado	68
Pesquisas Edital P&D realizadas em Mato Grosso	70
Sustentabilidade na produção agropecuária.....	70
Pecuária-Cum-Baru: sistemas silvipastoris com árvores nativas no Cerrado	70
Aplicação de modelagem computacional e sensoriamento remoto no desenvolvimento e avaliação de agroecossistemas sustentáveis no Cerrado.....	72
Integração Pecuária-Floresta como forma de garantir sustentabilidade nos municípios da bacia leiteira da mesorregião sudeste do estado de Mato Grosso	74
Intensificação, diversificação e inovação agropecuária no Cerrado brasileiro: modelos e cenários para 2030.....	75
Agricultura de baixa emissão de carbono	77
Intensificação sustentável em solos arenosos com sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) no Cerrado.....	77
Qualidade do solo em áreas de sistemas integrados no Cerrado mato-grossense	79
Pesquisas Edital P&D realizadas em Goiás	81
Sustentabilidade na produção agropecuária.....	81
O pequeno produtor rural 4.0: tecnologias, formação, conservação e consumo sustentável no nordeste goiano.....	81
Avaliação da sustentabilidade hidroambiental e socioeconômica da restauração de pastagens na região da APA das nascentes do Rio Vermelho - GO.....	82
Diagnóstico e monitoramento de serviços ecossistêmicos do bioma Cerrado no norte de Goiás, como apoio à agricultura familiar	84
Inovações tecnológicas e de mercado	86

Centro de referência de biogás e biofertilizante para produção sustentável: biomassa, dejetos animais e resíduos agroindustriais	86
Agricultura de baixa emissão de carbono	88
Validação de modelos para análise de oportunidades de mitigação da emissão de gases de efeito estufa em sistemas de intensificação pecuária no Cerrado	88
Quais impactos do sistema ILPF no solo e no fluxo de gases de efeito estufa, frente a outros usos e ocupações do solo em três regiões de Goiás?	90
Pesquisas Edital P&D realizadas no Mato Grosso do Sul	91
Sustentabilidade na produção agropecuária.	91
Monitoramento da expansão dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária no estado de Mato Grosso do Sul.	91
Estudo ecológico, etnobotânico e socioeconômico de <i>Dipteryx alata</i> Vog. em Nioaque, MS	93
Agricultura de baixa emissão de carbono	95
Estequiometria da matéria orgânica do solo e dos resíduos vegetais como estratégia para potencializar o incremento do carbono nos solos agrícolas	95
Comparativo de sistemas de cultivo em diferentes regiões de Mato Grosso do Sul	96
Pesquisas Edital P&D realizadas em Minas Gerais	98
Sustentabilidade na produção agropecuária.	98
Inovação e otimização da análise de solos, plantas, alimentos e insumos: uma contribuição para o uso sustentável do Cerrado e segurança alimentar	98
Biodiagnóstico de solos sob pastagens em sistema de produção orgânica e bioprospecção e desenvolvimento de bioinoculantes para forrageiras no Cerrado.	100
Recuperação de pastagens degradadas em sistemas ILPF, no bioma Cerrado, intensificando o desempenho forrageiro, animal e florestal.	101
Árvores frutíferas do Cerrado	103
Análise técnica e econômica de cultivos agrícolas em sistemas integrados com Macaúba	104

SEMINÁRIOS ESTADUAIS DE PESQUISA 108

Compartilhando saberes: seminário de divulgação das pesquisas	110
Seminário de pesquisa em Mato Grosso do Sul: resultados alcançados.	111
Avanços sustentáveis: destaque do seminário de pesquisas no estado de Goiás	114
Avanços científicos em Minas Gerais: resultados do seminário de pesquisas ...	117

Sustentabilidade em foco: insights do seminário de pesquisas em Mato Grosso.....	120
--	-----

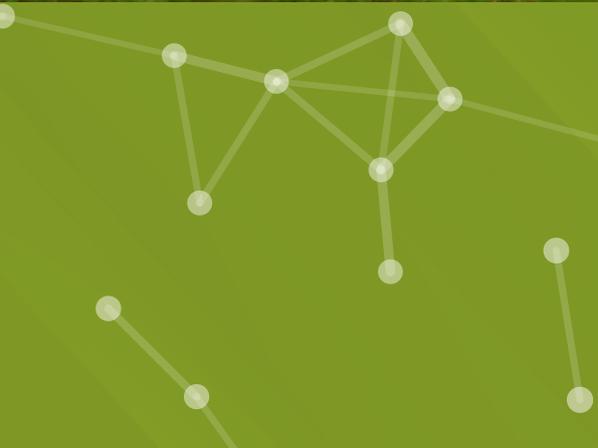
DIAS DE CAMPO..... 124

Semeando conhecimento: a integração entre teoria e prática nos dias de campo da pesquisa do Projeto Rural Sustentável - Cerrado.....	126
Trilhando o caminho da sustentabilidade: o primeiro Dia de Campo das pesquisas em Tangará da Serra/MT	126
Colheita de conhecimento: Dia de Campo da pesquisa em torno dos frutos do Cerrado na UFSJ-MG.....	128
Em busca da sustentabilidade: Dia de Campo da pesquisa sobre baixa emissão de carbono em Goiás	129
Desvendando a integração: Dia de Campo da pesquisa em Uberaba (MG) coloca em destaque os sistemas integrados de produção.....	131
Cultivando o futuro: Dia de Campo sobre carbono e fertilidade do solo em Mato Grosso do Sul	132

LEGADO SUSTENTÁVEL..... 134

Um legado de sustentabilidade no Cerrado	136
Resultados transformadores	136

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 138





INTRODUÇÃO

PLANO ABC/ABC+: A GRANDE RESPOSTA DO AGRO BRASILEIRO PARA UMA AGROPECUÁRIA ALTAMENTE EFICIENTE E SUSTENTÁVEL

Paulo Alexandre Meneses Mendes

Coordenação de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (COABC)
Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA)

Rodrigo Moreira Dantas

Coordenação-Geral de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (CGABC)
Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA)

A pecuária é uma atividade de extrema relevância econômica e social no Brasil, sendo um dos principais pilares da produção agropecuária do país. No entanto, essa atividade tem sido frequentemente associada a impactos significativos, especialmente em biomas como o Cerrado brasileiro. Nesse contexto, torna-se crucial discutir a importância da pesquisa e do desenvolvimento sustentável da pecuária para garantir o uso mais eficiente deste bioma e, assim, a sustentabilidade das atividades econômicas a ele associadas.

A pesquisa científica desempenha um papel fundamental na busca por soluções que conciliem a produção pecuária com a conservação ambiental. Estudos voltados para a melhoria das práticas de manejo e a utilização de tecnologias inovadoras são essenciais para minimizar os potenciais impactos negativos da pecuária sobre os recursos naturais. Pesquisas em genética animal, por exemplo, podem contribuir para o desenvolvimento de raças mais adaptadas às condições do Cerrado, com maior eficiência na conversão alimentar e menor emissão de gases de efeito estufa. O mesmo raciocínio pode ser estendido para cultivares melhor adaptadas de determinadas forrageiras por região, composição de ração para suplementação, dentre outros.

O conceito de desenvolvimento sustentável é central para a manutenção dos recursos naturais e a continuidade das atividades econômicas no longo prazo. Na pecuária, isso se traduz na adoção de práticas que não apenas aumentem a produtividade, mas que também conservem os ecossistemas e promovam o bem-estar animal. No Cerrado, um bioma caracterizado por sua vegetação diversificada e suas condições climáticas particulares, o desafio do desenvolvimento sustentável deve ser especialmente considerado.

O potencial de degradação das pastagens é um dos principais desafios enfrentados pela pecuária no Cerrado, resultando em perda de produtividade e aumento da pressão sobre novas áreas. Práticas de recuperação de pastagens, que incluem o uso de espécies forrageiras adequadas e o manejo correto do pastejo, são fundamentais para evitar, estabilizar e/ou reverter esse potencial.

De forma similar, o sistema de Integração Lavoura, Pecuária Floresta - ILPF, que integra diferentes atividades produtivas em um mesmo espaço, é uma abordagem que tem demonstrado potencial para aumentar a produtividade agrícola e pecuária, ao mesmo tempo em que contribui para a conservação do solo, da água e da biodiversidade. Portanto, a pesquisa nesse campo é vital para validar e aperfeiçoar essas práticas, tornando-as viáveis e acessíveis para os produtores rurais. Sua implementação depende de conhecimentos múltiplos, evidenciando a importância da pesquisa localmente adaptada e validada, bem como sua difusão para a devida implementação.

A sustentabilidade na pecuária não se restringe aos aspectos ambientais, mas também abrange dimensões sociais e econômicas. A adoção de práticas sustentáveis pode gerar benefícios significativos para os produtores rurais, como a redução de custos de produção e a melhoria da qualidade dos produtos.

No Cerrado, a pecuária sustentável desempenha um papel essencial no desenvolvimento regional, gerando cada vez mais empregos e renda. Programas de capacitação e assistência técnica são igualmente essenciais para disseminar conhecimentos e tecnologias de sucesso, principalmente do ponto de vista econômico, uma vez que se esse componente não gerar resultados positivos, todos os outros perdem o sentido. Por isso, a pesquisa e o desenvolvimento sustentável da pecuária no bioma Cerrado são fundamentais para garantir a conservação desse importante ecossistema e a sustentabilidade das atividades econômicas associadas.

Por meio de investimentos em ciência e tecnologia é possível identificar e promover práticas que aumentem a eficiência produtiva, minimizem os impactos ambientais e gerem benefícios socioeconômicos para os produtores rurais.

O Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária – Plano ABC é uma iniciativa do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), materializada a partir de uma agenda estratégica nacional do Estado brasileiro, que vai ao encontro da necessidade permanente da pesquisa e do desenvolvimento rural sustentável. De maneira geral, seu objetivo é harmonizar o desenvolvimento do setor agropecuário com ações de mitigação e adaptação, a partir do fomento de sistemas, práticas, produtos e processos de produção (SPSabc), com efetiva capacidade de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), ao mesmo tempo que contribuem para o aumento da resiliência e ganhos produtivos.

Na primeira década de sua existência (2010-2020), o plano alcançou praticamente todas as metas definidas, onde parte do sucesso foi pautado pela liberação de R\$ 32,27 bilhões (trinta e dois bilhões de reais) resultantes de 38.300 contratos de financiamento associados unicamente à linha de financiamento intitulada de “Programa ABC”.

Em continuidade à agenda estratégica nacional, em 2020 o Plano ABC foi atualizado e renomeado para Plano ABC+, com novas metas e estratégias para o período de 2020 a 2030. Isso incluiu a ratificação do fomento àquelas tecnologias de produção que agregam maior eficiência produtiva, conservam solo, água e vegetação, e promovem maior controle das emissões dos gases de efeito estufa. Para o período de 2020 a 2030, tem-se como metas ampliar a área de adoção

dos SPSabc em 72,68 milhões de hectares, aumentar em 208,40 milhões de m³ os resíduos animais tratados, e abater 5 milhões adicionais de bovinos em terminação intensiva. Tem-se, como resultado, uma capacidade de mitigação equivalente a 1.042,41 milhões de Mg CO₂eq.

Os resultados obtidos com o uso dos SPSabc em termos de adaptação sintetizam-se na diminuição da vulnerabilidade e aumento da resiliência dos sistemas agropecuários. Promove-se o aumento da produção de biomassa e da disponibilidade hídrica, com maior proteção e redução da amplitude térmica e da temperatura do solo, intensificação da ciclagem de nutrientes e redução da necessidade de uso de água para irrigação. Também, reduzem-se os impactos negativos de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas, inversões térmicas bruscas e geadas. Promove-se a conservação dos recursos naturais e o aumento da biodiversidade, aumenta-se o conforto térmico e bem-estar dos animais, e diminui-se a dependência externa de energia nas propriedades rurais, entre outros.

Por isso, os Planos ABC/ABC+ têm sido amplamente reconhecidos, tanto no Brasil quanto internacionalmente. A manutenção deste êxito está alicerçada em indicadores sólidos, a exemplo: da redução das emissões de GEEs; da adoção das SPSabc; da conscientização, capacitação e assistência técnica; das políticas de incentivo financeiro; do monitoramento e da avaliação; das parcerias público-privadas; e da pesquisa, desenvolvimento e inovação.

O Plano ABC+ representa um avanço significativo na promoção de uma agropecuária mais sustentável e competitiva para o Brasil, alinhando-se aos compromissos internacionais de mitigação das mudanças climáticas e conservação ambiental. Contudo, tais compromissos não se sustentam por si, caso o produtor rural não seja o maior interessado e, principalmente, o maior beneficiado pela adoção das SPSabc, na medida em que a atividade agropecuária deve considerar, inicialmente, a garantia de sua rentabilidade e da capacidade de expansão econômica potencial ao longo do tempo, mediante a intensificação da produção. Isso significa, em síntese, que o aumento da produção e da produtividade são as chaves do sucesso para a diminuição da vulnerabilidade e aumento da resiliência dos sistemas agropecuários, para a menor emissão de gases de efeito estufa e para a maior conservação dos recursos naturais da propriedade.

Para além dos benefícios técnicos, econômicos e ambientais dentro da propriedade, uma pesquisa desenvolvida em parceria do MAPA com o PNUMA/FAO, dentre outros parceiros, e coordenada pelo Grupo de Políticas Públicas da ESALQ, avaliando o impacto da recuperação de pastagens degradadas (PRPD), a SPS que representa quase 42% das metas do plano, com e sem integração, em nível de municípios em todas as unidades da federação, sob os pontos de vista econômico, social e ambiental, demonstrou impactos positivamente relevantes nas comunidades onde isso ocorreu.

Além de comprovar que a fixação de carbono no solo, em pastagens de boa qualidade, compensa as emissões advindas do aumento da produtividade, e que a maior eficiência dos sistemas produtivos promove uma menor pressão sobre as áreas de florestas (efeito poupa terra), apresentou um notável resultado sobre o ponto de vista econômico e social para essas comunidades, com

retorno de investimento superior a 11 vezes, aumento do PIB real, do salário real, do consumo das famílias, diminuição do índice de preços dos alimentos, revelando, como já se imaginava, que o Plano ABC+ é uma política de estado que promove o desenvolvimento não apenas do setor agropecuário, mas do país como um todo.

Evidentemente, não é possível imaginar a evolução da produção e da produtividade sem a evolução dos resultados de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Paralelamente, também deve-se ter em mente que a expansão para novas áreas, a partir da pesquisa e da inovação, não se traduz em contradição às políticas ambientais, necessariamente, dada a existência da legislação ambiental brasileira, que já impõe limites e regras bem definidas para a supressão da vegetação, para o uso da água e do solo, e para o uso dos demais recursos naturais disponíveis na propriedade rural e passíveis de aproveitamento para o desenvolvimento agropecuário.

Logo, a pesquisa é fundamental para a expansão e o desenvolvimento sustentável da agropecuária. Ela proporciona as bases científicas e tecnológicas necessárias para aumentar a produção e a produtividade ao passo em que promove a sustentabilidade ambiental, impulsiona a inovação, garante a segurança alimentar e adapta a produção às mudanças climáticas. Tanto o Plano ABC quanto o Plano ABC+ são exemplos de sucesso desse caminho.





O CERRADO BRASILEIRO E SUA HISTÓRIA AGRÍCOLA DE DESAFIOS, RESILIÊNCIA E OPORTUNIDADES

O Cerrado, um bioma brasileiro rico em biodiversidade e vital para a sustentabilidade do país e um dos *Hotspots* mundiais de biodiversidade, carrega consigo um passado marcado por exploração e, mais recentemente, por uma busca incessante por conciliar o desenvolvimento agrícola com a conservação de sua riqueza natural e sociobiodiversidade. Neste capítulo mergulharemos na história do Cerrado, explorando as forças que moldaram sua relação com a agricultura e as complexas questões que emergem na busca por um futuro sustentável para esta região.

A história do Cerrado se entrelaça com a trajetória dos povos indígenas, comunidades quilombolas e de diversas outras populações tradicionais, que o habitam há milênios. Suas técnicas de manejo do fogo, utilizadas para a agricultura e a caça, moldaram a paisagem do Cerrado, promovendo a diversidade e a resiliência do bioma.

A chegada dos portugueses, no século XVI, inaugurou uma nova era. A exploração de recursos naturais, como o pau-brasil, e minerais, como ouro, diamante, entre outros, e a criação de gado extensivo iniciaram um processo de transformação do Cerrado, com impactos significativos sobre a vegetação, solo, recursos hídricos e os modos de vida tradicionais.

No século XX, a Revolução Verde, com a introdução de novas tecnologias e variedades de plantas, intensificou o uso da terra no Cerrado, impulsionando o desenvolvimento do agronegócio. Com isto, o Cerrado tornou-se palco da expansão da produção de grãos, como soja, milho e algodão, consolidando o Brasil como um dos maiores produtores agrícolas do mundo.

O crescimento acelerado do agronegócio no Cerrado, porém, trouxe consigo grandes desafios: o desmatamento em larga escala, a degradação dos solos, a perda de biodiversidade, a poluição de rios e a intensificação da pressão sobre os recursos hídricos. As consequências socioambientais desse modelo de produção, focado na monocultura e no uso intensivo de agrotóxicos, lançam um alerta sobre a necessidade urgente de práticas sustentáveis.

A busca por um futuro sustentável para o Cerrado exige uma mudança de paradigma. A agricultura familiar, com suas práticas de manejo tradicionais, torna-se um modelo de produção que contribui para a sustentabilidade ambiental. A agricultura orgânica, livre de agrotóxicos e com foco na biodiversidade, surge como uma alternativa promissora. Além disto, a implementação de tecnologias inovadoras, como o plantio direto, a agricultura de precisão e os sistemas produtivos integrados de baixa emissão de carbono, permitem otimizar o uso dos recursos naturais, reduzir o impacto ambiental e aumentar a produtividade.

A restauração ecológica é um pilar importante para a sustentabilidade do Cerrado. Programas de reflorestamento com espécies nativas, regeneração natural e manejo de unidades de conservação são fundamentais para restaurar áreas degradadas. Incentivar a criação de corredores ecológicos, que conectam fragmentos de vegetação nativa, é essencial para permitir o fluxo gênico e a movimentação de espécies, facilitando a resiliência dos ecossistemas.

A implementação de políticas públicas que promovam práticas sustentáveis e a conservação do Cerrado é essencial. Incentivos financeiros, programas de pagamento por serviços ambientais e a criação de novas áreas protegidas são medidas que podem contribuir para a proteção do bioma. A fiscalização rigorosa do desmatamento ilegal e o desenvolvimento de mecanismos para monitorar e punir atividades degradantes também são imprescindíveis.

A sustentabilidade no Cerrado passa, necessariamente, pela educação e sensibilização das comunidades locais e da sociedade em geral. Programas de educação ambiental que enfatizem a importância do Cerrado e promovam práticas sustentáveis são vitais para engajar a população na conservação do bioma. Projetos comunitários de ecoturismo, que valorizem a riqueza natural e cultural do Cerrado, podem gerar renda e, ao mesmo tempo, fomentar a conservação.

Pesquisadores e cientistas têm um papel crucial na busca por soluções sustentáveis. Investir em pesquisas que incentivem a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais é essencial. Tecnologias inovadoras, como o uso de drones para monitoramento ambiental e sensores para manejo hídrico, podem aumentar a eficiência das práticas de conservação e produção sustentável no Cerrado.

O Cerrado, com sua vasta biodiversidade e importância ecológica, possui um imenso potencial para práticas sustentáveis que equilibram a produção econômica com a conservação ambiental. Promover a sustentabilidade neste bioma é uma tarefa complexa que requer a colaboração entre agricultores, produtores rurais, governantes, cientistas e pesquisadores, instituições do terceiro setor e a comunidade em geral. Com um compromisso coletivo e ações concertadas, é possível garantir que o Cerrado continue a ser uma fonte vital de vida e recursos para as atuais e futuras gerações.

Com o panorama histórico apresentado, o próximo capítulo irá se dedicar a uma análise das principais ameaças que afetam o bioma Cerrado. Em particular, serão examinadas as Mudanças Climáticas e os impactos significativos que estes fenômenos têm causado nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, destacando as consequências devastadoras para a região

OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO CERRADO

O Cerrado, um bioma essencial para a biodiversidade e a segurança hídrica do Brasil, enfrenta sérios desafios socioambientais e econômicos com os efeitos das mudanças do clima. Mato Grosso, o estado com maior área de Cerrado, tem sido fortemente impactado pelas mudanças climáticas. Secas severas, como a de 2014, têm se tornado mais frequentes, afetando a agricultura e a pecuária, com perdas significativas nas produções de soja, milho e algodão.

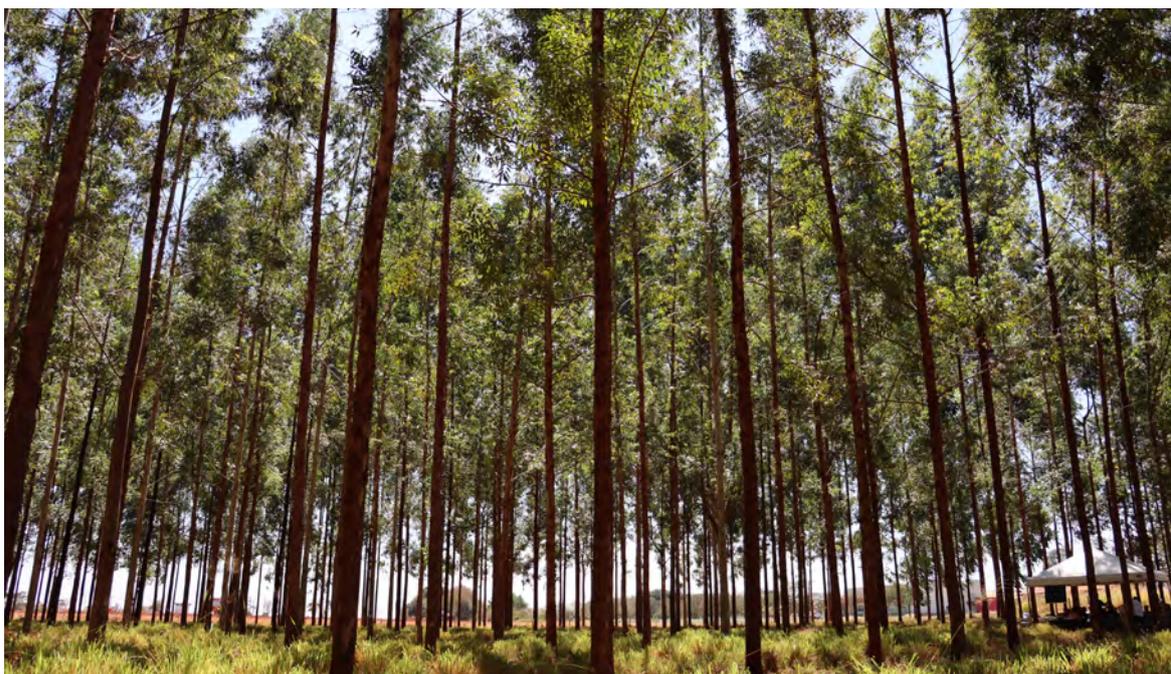
O aumento da temperatura média tem intensificado a evapotranspiração, reduzindo a disponibilidade de água e impactando os cursos d'água. Os incêndios florestais, muitas vezes desencadeados por ações antrópicas, espalham-se com maior facilidade devido à vegetação seca, intensificando a perda de biodiversidade e a emissão de gases de efeito estufa.

Em Mato Grosso do Sul, o Cerrado também sofre com as consequências das mudanças climáticas. As secas prolongadas têm impactado os rios e a produção agropecuária, principalmente na região do Pantanal, que depende dos recursos hídricos do Cerrado para sua manutenção. O aumento das temperaturas tem intensificado o ciclo hidrológico, com períodos de chuvas fortes e concentradas, seguidos de secas prolongadas, impactando as atividades agropecuárias e a biodiversidade.

Goiás, um dos estados com maior área de Cerrado, tem experimentado o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como secas prolongadas e chuvas torrenciais. A diminuição da disponibilidade hídrica impacta o abastecimento de água para a população e para a produção agropecuária, além de afetar a biodiversidade e os ecossistemas aquáticos. A expansão da agricultura irrigada, sem um planejamento adequado, contribui para o esgotamento dos recursos hídricos.

Em Minas Gerais, o Cerrado ocupa áreas de transição com outros biomas, como a Mata Atlântica e a Caatinga. A intensificação das mudanças climáticas tem gerado impactos significativos em áreas de transição, como a invasão de espécies exóticas e a perda de biodiversidade. As secas prolongadas impactam os cursos d'água e a produção agropecuária, principalmente nas regiões do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba.

A intensificação dos incêndios florestais, impulsionada pelas mudanças climáticas e pela ação humana, representa um risco crescente de desertificação do Cerrado. A perda da cobertura vegetal e a degradação dos solos reduzem a capacidade de retenção de água, tornando a região mais suscetível à desertificação, com impactos negativos para a produção agrícola, a biodiversidade e a qualidade de vida da população.



As mudanças climáticas representam uma ameaça real e crescente para o Cerrado, com consequências negativas para a biodiversidade, os recursos hídricos e para a produção agropecuária. É urgente a necessidade de ações eficazes para mitigar os efeitos das mudanças do clima e adaptar o modelo de desenvolvimento do Cerrado à nova realidade.

Prioridades para um Cerrado Resiliente:

- Implementação de políticas públicas eficazes para a proteção do Cerrado, incluindo o combate ao desmatamento, o controle dos incêndios florestais e a promoção de práticas de manejo sustentável do solo;
- Investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para a adaptação às mudanças climáticas, com foco na gestão de recursos hídricos, na agricultura de baixa emissão de carbono e na recuperação de áreas degradadas;
- Promoção da educação ambiental para a conscientização da sociedade sobre a importância do Cerrado e os impactos das mudanças climáticas;
- Fortalecimento da participação da sociedade civil na proteção e conservação do Cerrado;
- Reconhecimento e valorização das populações tradicionais do Cerrado, de seus aspectos históricos e culturais, e da sua contribuição para a conservação de ecossistemas e recursos do bioma;
- Realização de Políticas Públicas que promovam a igualdade de gênero no meio rural e a autonomia e valorização das mulheres e de sua contribuição em sistemas agroalimentares e segurança alimentar.



INOVAÇÃO E PESQUISA NO PRS - CERRADO: RUMO À SUSTENTABILIDADE

Marcella Vidal

Coordenadora de Pesquisa do PRS - Cerrado

As pesquisas apoiadas pelo PRS - Cerrado têm como objetivo impulsionar a produção de conhecimento e fortalecer a comunidade acadêmica das instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento, junto com os pesquisadores(as) envolvidos(as) na implementação de tecnologias de baixa emissão de carbono no bioma Cerrado.

Para isto, oferece suporte financeiro para projetos de pesquisa em duas linhas: **Pesquisas Direcionadas**, voltadas para preencher lacunas e demandas de conhecimento relevantes, e o programa de **Edital de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)**, focado em iniciativas inovadoras para sistemas de produção agropecuária sustentável e tecnologias de mercado nos estados participantes do projeto.

Com um investimento superior a 12 milhões de reais, o PRS - Cerrado respalda 35 pesquisas científicas, distribuídas em 13 Pesquisas Direcionadas e 22 selecionadas pelo processo do Edital de P&D. Estas pesquisas envolvem mais de 500 profissionais de diversas instituições, incluindo unidades da Embrapa, instituições de ensino e pesquisa, empresas do setor agropecuário e organizações do terceiro setor.

As pesquisas são realizadas em todos os estados de atuação do projeto, com destaque para a diversidade de iniciativas em cada região, fomentando a integração e a comunicação entre pesquisadores(as) por meio de eventos, como seminários e encontros acadêmicos.

Além disto, o projeto disponibiliza uma plataforma exclusiva para o acompanhamento detalhado e a prestação de contas das pesquisas, com submissão de relatórios trimestrais. A divulgação dos avanços e descobertas ocorre por meio do site do PRS - Cerrado (www.ruralsustentavel.org), no qual os resultados são apresentados de forma dinâmica, permitindo o acesso facilitado à informação para a comunidade em geral. Esta transparência visa promover a visibilidade das pesquisas apoiadas e tornar acessível os detalhes de cada projeto, alimentados diretamente pelos pesquisadores(as), bolsistas e consultores(as) envolvidos nas investigações.







PESQUISAS DIRECIONADAS

IMPULSIONANDO A SUSTENTABILIDADE AGRÍCOLA: O PAPEL ESTRATÉGICO DAS PESQUISAS DIRECIONADAS DO PRS - CERRADO

As Pesquisas Direcionadas, conduzidas no contexto do PRS - Cerrado, visavam preencher lacunas de conhecimento e atender demandas atuais na produção agropecuária sustentável do Cerrado e nas tecnologias respaldadas pelo projeto. Com a *expertise* da Embrapa, foram realizados estudos alinhados aos compromissos climáticos do Brasil, focando na promoção dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD). Estas pesquisas direcionadas têm sido cruciais para fomentar o conhecimento e facilitar o desenvolvimento e a consolidação dessas inovações.

Em um total de **13 projetos de pesquisa** executados em **10 unidades da Embrapa**, o investimento do PRS - Cerrado ultrapassou os 8 milhões de reais, com contrapartida da Embrapa de aproximadamente 9 milhões de reais, englobando mais de 140 colaboradores(as), entre técnicos(as), analistas e pesquisadores(as) de 17 unidades. Parte dessas pesquisas foi implementada em Unidades de Referência Tecnológica e de Pesquisa (URTPs) da Embrapa e em Unidades Demonstrativas (UDs) selecionadas pelo projeto, abrangendo diferentes estágios de desenvolvimento, desde novos estudos até a expansão de pesquisas já em andamento.

O planejamento das Pesquisas Direcionadas iniciou com uma oficina em novembro de 2019, que reuniu pesquisadores(as) de várias unidades da Embrapa, representantes da Rede ILPF e do IABS. O evento delineou as diretrizes do PRS - Cerrado, objetivos principais e ações necessárias, buscando engajar os pesquisadores e pesquisadoras nas propostas delineadas. Os(As) pesquisadores(as) foram requisitados(as) a submeterem pré-propostas de pesquisa que refletissem os objetivos fundamentais para o avanço do tema na região e nas ações programadas, assim como um plano de trabalho e um orçamento estimado para a execução das atividades.

Em janeiro de 2020, foram recebidas 15 propostas de pesquisa de 11 unidades da Embrapa e da Plataforma ABC. Após avaliação criteriosa, 13 propostas foram aprovadas, abrangendo temas como Nexus/Mensuração, Relato e Verificação de emissões de GEE; Sistemas de produção/URTP; Avaliação econômica; Internet das Coisas (IoT); e Redução do Desmatamento. As unidades contempladas e os recursos financeiros disponíveis para as pesquisas podem ser visualizados de forma integral na Figura 1.

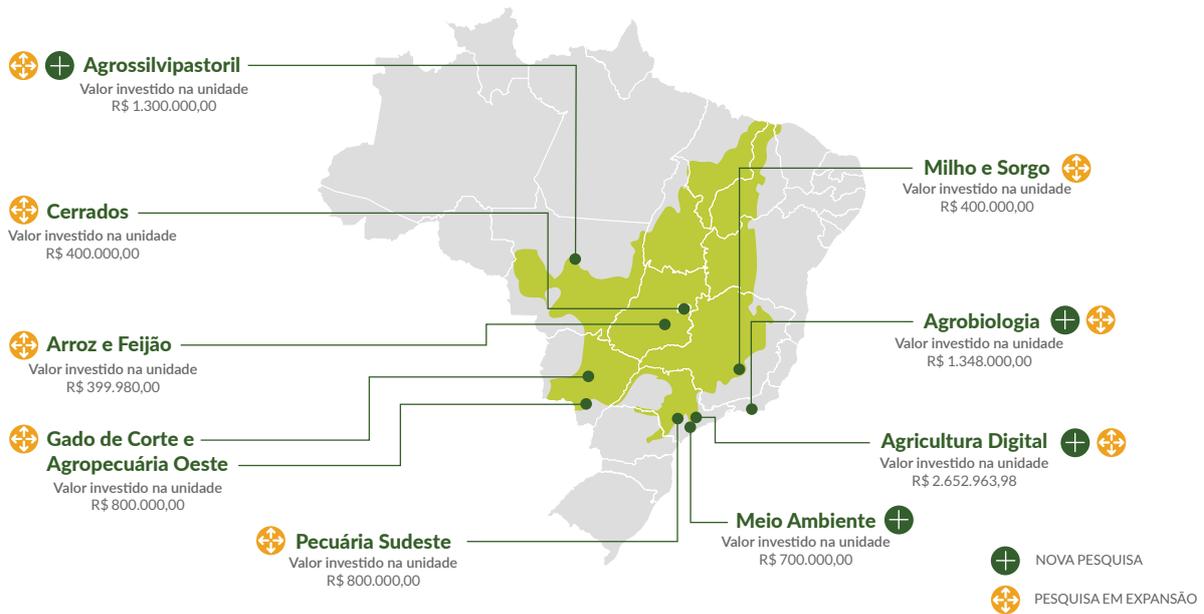


Figura 1. Localização geográfica das unidades da Embrapa englobadas pelas Pesquisas Direcionadas e recurso financeiro disponível.

Fonte: PRS - Cerrado.

O acompanhamento e a disponibilização do recurso financeiro das pesquisas foram conduzidos por meio do Sistema de Acompanhamento das Pesquisas, garantindo uma gestão eficaz e transparente ao longo do processo. No próximo subcapítulo serão apresentados os principais resultados das Pesquisas Direcionadas, destacando os avanços e descobertas que surgiram desses estudos detalhados e do compromisso contínuo com a inovação e o desenvolvimento sustentável na região do Cerrado.

EXPLORANDO AS DESCOBERTAS DAS PESQUISAS DIRECIONADAS

Este subcapítulo fornecerá uma análise detalhada dos resultados-chaves provenientes das Pesquisas Direcionadas, organizando a distribuição destes achados de acordo com as temáticas aprovadas dentro deste escopo.

Na temática de **Avaliação Econômica** encontramos pesquisas sobre a viabilidade e impacto econômico dos sistemas produtivos sustentáveis, com resultados importantes para a tomada de decisões e a formulação de políticas públicas. Na temática de **Unidades de Referência Tecnológica e de Pesquisa da Embrapa**, os estudos focam em tecnologias avançadas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), visando à intensificação sustentável da agropecuária e à mitigação das mudanças climáticas. A temática da **Internet das Coisas (IoT)** na Integração Lavoura-Pecuária-Floresta explora a aplicação de tecnologias digitais para otimizar a gestão agropecuária.

Já na temática de *Técnicas de Medição, Relato e Verificação de GEE*, destacam-se pesquisas que desenvolvem sistemas para quantificar e verificar as emissões de gases de efeito estufa, promovendo uma agricultura de baixa emissão de carbono. Finalmente, na temática de *Desmatamento Evitado*, as pesquisas analisam metodologias para calcular áreas preservadas e os benefícios ecossistêmicos resultantes, fornecendo dados cruciais para políticas de conservação e práticas sustentáveis.

Cada seção a seguir detalha as descobertas e impactos dessas pesquisas direcionadas, apresentando um panorama abrangente dos avanços alcançados.



Avaliação Econômica



Respostas endógenas na agricultura brasileira e global a choques de oferta e de demanda e impactos regionais da intensificação sustentável

Pesquisador: Geraldo Martha

Instituição: Embrapa Agricultura Digital

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 999.963,98

A pesquisa coordenada pelo pesquisador Geraldo Martha (foto), da Embrapa Agricultura Digital, representa uma importante contribuição para entender os impactos potenciais das estratégias de intensificação sustentável na agropecuária brasileira sobre as múltiplas dimensões da sustentabilidade, em escalas que variam do local ao global. Sob os auspícios do PRS - Cerrado, esta pesquisa apresentou uma série de resultados que apoiam uma tomada de decisão mais bem informada, tanto na esfera pública como privada, em regiões estratégicas como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás.

Em sua abordagem, a pesquisa utilizou de maneira inovadora modelos biofísicos e econômicos para oferecer uma análise aprofundada dos efeitos de choques pelo lado da oferta (como ganhos de produtividade) e da demanda (como variações nas taxas de crescimento da população, renda per capita e uso de biocombustíveis) sobre variáveis econômicas, ambientais e sociais. A premissa central desses trabalhos, como recorrentemente reforçado pelo coordenador da pesquisa, Geraldo Martha, é que “[...] sem entendimento robusto das dimensões técnico-econômica-ambiental, as estratégias, as políticas, os programas e, em última análise, a tomada de decisão pública e privada a eles associados podem mostrar-se inapropriados e impraticáveis,

com consequências (resultados) indesejadas [...]”. Entre outros, esses estudos ampliam a compreensão sobre cenários de investimento em pesquisa e produção agrícola, dinâmica de uso da terra, equilíbrio de preços dos produtos agrícolas, emissões de gases do efeito estufa (GEE) e segurança alimentar.

Principais Descobertas e Contribuições

Dimensão biofísica - Uma estratégia ousada de intensificação sustentável envolve uma abordagem múltipla que combina maiores rendimentos, intensidade de cultivo (*i.e.*, cultivos/ano) e eficiência na utilização de recursos. Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), quando bem concebidos e implementados, podem atingir estes objetivos (ver Martha Júnior; Lopes, 2023)¹.

Os efeitos poupa-terra, resultantes da transformação de pastagens de baixa produtividade em pastagens produtivas por meio da ILPF, podem atingir 11 ha poupados/ha recuperado, mas números em torno de 3 a 5 ha poupados/ha recuperado seriam provavelmente mais realistas (ver Ryser; Miyano, 2021,)². Um dos estudos desta pesquisa permitiu estimar que o fechamento da lacuna de produtividade da pecuária a pasto via Integração Lavoura-Pecuária, ILP (*i.e.*, produtividade da pecuária atualmente praticada vs. potencial produtivo na ILP), nos municípios focalizados no PRS-Cerrado permitiria liberar 9,1 milhões de hectares de pastagens (*i.e.* ~ 41% da área de pasto em uso) para outros usos, como produção de grãos. Alternativamente, o fechamento desta lacuna de produtividade, mas com manutenção da área de pastagem, permitiria expandir a produção de carne bovina em 1,36 milhões de toneladas de equivalente-carça. Em relação ao patamar de produtividade atual, este novo patamar de produção pecuária, operando com produtividade mais elevada, representaria um “efeito poupa-terra” de 27,6 M ha.

Dimensão socioeconômica e ambiental - O melhor entendimento dos desafios para a sustentabilidade, da escala local à global, não é tarefa trivial. É preciso ter estrutura conceitual adequada, alinhada à teoria econômica e um modelo quantitativo robusto. Esses elementos, em conjunto, possibilitam formular e testar hipóteses, retornando resultados sobre as potenciais respostas endógenas da agricultura brasileira e global no médio-longo prazo. A família de modelos SIMPLE (“Simplified International Model of Prices, Land Use, and the Environment”) é a forma mais simples para se representar e estudar os principais fatores, moldando a demanda e a oferta agrícola no médio-longo prazo.

Na pesquisa do PRS - Cerrado utilizaram-se versões do modelo SIMPLE tendo o Brasil como região individualizada (SIMPLE-BR) e, adicionalmente, espacializada (SIMPLE-G-Brazil). Estes modelos, além de flexíveis e capazes de gerar resultados rápidos para as simulações, foram validados frente aos dados históricos, possibilitando realizar experimentos com maior confiabilidade quanto às suas respostas.

1 MARTHA JÚNIOR, G. B.; LOPES, M. A. Charting new sustainable agricultural innovation pathways in Brazil. *Scientia Agricola*, v. 80, p. e20230067, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2023-0067>

2 RYSER, P.; MIYANO, R. Adding value and ILPF certification. *In: World Congress On Integrated Crop-Livestock-Forestry Systems: 100% Digital*, 2., 2021. Anais... Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2021. p. 989-997. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1134633/wccf-2021-proceedings>.

Diversos trabalhos foram desenvolvidos com o modelo SIMPLE. Em um estudo verificou-se que a desaceleração nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) agropecuário, conforme observado nos últimos anos, poderá impactar negativamente o crescimento da produtividade da agropecuária brasileira no médio-longo prazo. Nesta condição de investimentos em P&D reduzidos, a produção agrícola ampliará entre 30% e 50% no horizonte até 2050, e o Brasil perderá competitividade frente aos outros *players* no mercado internacional. Em contrapartida, com ritmo forte de investimentos em P&D agropecuário, a exemplo do ocorrido no período 2000-2015, a produção agrícola brasileira, até 2050, poderá crescer 170% (ver Lima *et al.*, 2022)³.

Estudou-se, também, como os *drivers* pelo lado da demanda e da oferta conectados às narrativas dos caminhos socioeconômicos compartilhados (SSPs) afetarão as respostas endógenas da agricultura do futuro. O cenário SSP1, da “Sustentabilidade”, oferece a perspectiva mais promissora para a agricultura brasileira e global, para ampliar a segurança alimentar e para reduzir a pressão para expansão de terra. Entretanto, observar o cenário SSP1 implica em priorizar, globalmente, os investimentos em P&D agropecuário, de modo que a média da produtividade total dos fatores, na agricultura global, se mantenha em patamares próximos a 2% no horizonte 2017-2050 (ver Martha Junior; Lima, 2023)⁴.

Outros estudos desenvolvidos em parceria com pesquisadores da Universidade de Purdue, nos EUA, com importante apoio do PRS - Cerrado, avaliaram os efeitos das mudanças climáticas e da irrigação e o impacto do aprimoramento na infraestrutura de transportes no Brasil sobre as respostas do setor agrícola. Este último trabalho ainda contou com o apoio da Fapesp.

Observou-se que a área irrigada no Brasil se expandirá no horizonte até 2050, quando o cenário de mudança climática for pouco intenso (*i.e.*, “Representative Concentration Pathways”, RCP, da ordem de 2,6o). Este cenário, porém, vem acompanhado de elevada incerteza quanto à produção agrícola, rendimento e uso de irrigação. Em um cenário de aquecimento global mais intenso (*i.e.*, RCP 8,5o), o abastecimento de água para irrigação é comprometido, e a maior parte do Brasil enfrentará escassez de água para irrigação.

Nesta condição de maior impacto das mudanças climáticas, torna-se necessária a expansão da área agrícola de sequeiro, de modo a aumentar a oferta agrícola em ritmo compatível com a demanda. Este impacto negativo do aquecimento global sobre a estratégia de irrigação indica a importância de pesquisas futuras com foco em estratégias de adaptação para a agropecuária brasileira (ver Wang *et al.*, 2022)⁵.

3 LIMA, C. Z. de; MARTHA JUNIOR, G.; BARIONI, L. G.; BALDOS, U. L.; HERTEL, T. Agricultural R&D investments in Brazil: global responses and local spillovers. In: 25th Annual Conference on Global Economic Analysis (Virtual Conference). *Anais...*, 2022. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/333395/?v=pdf>.

4 MARTHA JUNIOR, G.B.; LIMA, C. Z. de. How will global agriculture and food security respond to future socioeconomic shocks? *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 40, e27361, 2023. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/27361>.

5 WANG Z.; MARTHA JUNIOR, G. B.; LIU, J.; LIMA, C. Z. de. Climate Change, Irrigation Expansion and Impacts on Agriculture Production: An Integrated Multi-Scale Analysis of Brazil by 2050. In: 2022 Agricultural & Applied Economics Association Annual Meeting, Anaheim, CA; July 31-August 2. *Anais...*, Anaheim, 2022. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/322560/files/24650.pdf>.

Quanto aos potenciais impactos do Plano Nacional de Logística (PNL) no horizonte até 2035, no cenário mais favorável do PNL projeta-se queda sensível dos preços de frete, aumentando sobremaneira a competitividade do Centro-Oeste, marcadamente do Mato Grosso, mas também com impactos positivos em outras regiões, como o oeste da Bahia. Focalizar a análise apenas no Centro-Oeste indicaria expansão de terra para lavouras, o que eliminaria os ganhos com menores emissões devido ao transporte ferroviário substituindo o rodoviário, de maneira que regionalmente haveria emissões líquidas positivas de GEE. Entretanto, com esta transformação da infraestrutura de transportes no PNL, concomitantemente, haveria retração de terras de lavouras nas regiões Sudeste-Sul em razão da perda de competitividade frente ao Cerrado.

Em nível nacional, o PNL, por uma perspectiva de uso da terra, teria um efeito contrário àquele observado regionalmente no Centro-Oeste, *i.e.*, haveria um efeito poupa-terra líquido e redução de emissões de GEE devido tanto à dinâmica de uso da terra como à mudança na matriz de transportes. Nacionalmente, haveria pouca alteração na produção agrícola em razão do PNL (PNL, +33% vs. Contrafactual, +30%), mas a geografia da produção seria bastante modificada. Em resumo, focar apenas no recorte regional “Centro-Oeste” traria uma perspectiva imperfeita dos efeitos da política vis-à-vis à perspectiva multiescalar do mundo real (ver Wang *et al.*, 2024)⁶.

Os potenciais efeitos de outra política, a de biocombustíveis (Renovabio), também foram avaliados. A implementação da política em sua totalidade no horizonte até 2030, na ausência de ganhos significativos de produtividade, ampliaria a demanda por terra (+ 16,2 milhões de ha em relação a 2017). O cenário mais favorável seria aquele em que o Brasil e as demais regiões do mundo conseguiriam imprimir um ritmo elevado de ganho de produtividade. Neste cenário, a variação percentual na demanda por terra no País se elevaria em 6,7 milhões de ha, a produção agrícola brasileira seria ampliada em 45% e a redução dos níveis de insegurança alimentar, frente ao cenário contrafactual (sem a política), seria de 2,5 milhões de pessoas. Estes resultados reforçam a importância de políticas como o ABC+ para o sucesso do Renovabio.

Por meio do instrumental de análise de Insumo-Produto, esta pesquisa simulou o efeito da substituição de importações do trigo na economia brasileira. Se a demanda do Brasil por trigo importado em 2022 (~ R\$ 10,6 bi) fosse suprida domesticamente, seriam potencialmente gerados multiplicadores de produção na economia brasileira equivalentes a R\$ 15,29 bi. Potencialmente, 44 mil empregos seriam gerados. Os estados do PRS-Cerrado (MT, MS, GO e MG) gerariam, juntos, 12,26 bilhões de efeitos multiplicadores na produção e 35,25 mil empregos. Em outra aplicação de análise de Insumo-Produto, com foco nas carnes, verificou-se que estes setores têm protagonismo na geração de empregos.

⁶ Wang, Z.; Martha Junior, G. B.; Liu, J.; Lima, C. Z. de; Hertel, T. W. Planned expansion of transportation infrastructure in Brazil has implications for the pattern of agricultural production and carbon emissions. *Science of The Total Environment*, v. 928, 172434, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172434>

Considerando efeitos diretos, indiretos e induzidos, para cada elevação de R\$ 1 milhão na demanda final destes setores, os empregos diretos gerados seriam potencialmente ampliados em 66 (carne bovina), 40 (carne suína) e 75 (carne de frango) vagas. Estes impactos positivos não se restringem ao emprego, se propagam por toda a economia. No caso de frangos, por exemplo, o aumento de R\$ 1,00 de demanda final do setor aumentaria a atividade da economia dos estados do PRS-Cerrado entre R\$ 0,66 e R\$ 0,77.

Como exemplo de aplicações do modelo de equilíbrio geral usado nesta pesquisa (PAEG-Cerrado, conectado globalmente ao GTAP), investigaram-se os potenciais impactos do conflito Rússia-Ucrânia, iniciado em fevereiro de 2022, sobre a agricultura global, brasileira e do Cerrado. Os resultados indicaram que tanto no curto prazo como no médio-longo prazo os maiores prejudicados em termos de produção, exportação e produto interno bruto (PIB) são Rússia e Ucrânia. Entretanto, a relevância da Ucrânia e Rússia no cenário agrícola global impacta as outras regiões do mundo e as sub-regiões do Brasil. Exemplificando, o conflito pode levar a uma queda no PIB dos estados do PRS-Cerrado variando de -0,01 p.p. (MG) a -0,15 p.p. (MT) no curto-prazo e de -0,1 p.p. (MG) a -0,29 p.p. (MT) no médio-longo prazo. Os efeitos tendem a ser mais brandos no médio-longo prazo, uma vez que os mercados vão se ajustando às condições impostas pelo conflito.

Outro estudo baseado em modelagem de equilíbrio geral avaliou as estratégias de intensificação sustentável, simulando a Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Observou-se, com foco nos estados do PRS-Cerrado, que em um cenário em que a adoção de ILP segue sua trajetória recente, já bastante robusta, o bem-estar das classes de renda mais pobres (até 2,5 salários mínimos) seria ampliado entre 0,39 p.p. (MG) e 1,38 p.p. (MT). Em um cenário em que o ritmo de adoção de ILP é ampliado, os benefícios em bem-estar para estas classes de renda mais pobres elevam-se entre 0,43 p.p. (MG) e 1,58 p.p. (MT). Os resultados para GO e MS foram intermediários a estes. Quanto às emissões de GEE, a ILP está associada à redução na intensidade das emissões, sendo este efeito dependente de horizontes mais longos de tempo e da mobilidade dos fatores de produção.

Em resumo, os trabalhos com modelagem biofísica e econômica desta pesquisa apontam grande capacidade da agricultura brasileira para crescer com menor intensidade de emissão de GEE e com capacidade de suportar choques diversos pelo lado da oferta e da demanda.

Os transbordamentos para o restante da economia, em termos de geração de emprego e renda, são promissores. Estratégias de intensificação sustentável, como a ILPF, quando bem desenhadas e executadas, são importantes para atingir estes objetivos. Entretanto, dada as características do fluxo de inovação, no médio-longo prazo este desempenho positivo está bastante relacionado à capacidade da agropecuária brasileira sustentar um ritmo elevado de ganhos de produtividade, o que por sua vez depende de investimentos robustos e continuados em P&D agropecuário. Os trabalhos desta pesquisa mostram que se os investimentos P&D agropecuário no País não retomarem, rapidamente, uma trajetória de crescimento, já a partir do final desta década os ganhos de produtividade e produção da agropecuária brasileira, bem como sua sustentabilidade e competitividade, poderão ficar comprometidos.

Impacto em Números

- Aumento da produção: Com investimentos em pesquisa elevados, similares ao nível observado entre 2000-2015 (expresso em % do produto interno bruto agrícola), a produção agrícola brasileira poderá se expandir em 170% no horizonte até 2050, sem necessidade de expansão de área;
- Efeito poupa-terra: Os efeitos poupa-terra resultantes da transformação de pastagens de baixa produtividade em pastagens produtivas, por meio da Integração Lavoura-Pecuária, é da ordem de 3 a 5 ha poupados/ha recuperado. O fechamento da lacuna de produtividade pela Integração Lavoura-Pecuária, nos municípios do PRS-Cerrado, poderá liberar 9,1 milhões de hectares de pastagens para outros usos;
- Redução de Emissões: O melhor cenário do Plano Nacional de Logística (PNL), com horizonte até 2035, pode reduzir as emissões do Brasil entre 1,8 e 30,7 milhões de toneladas de CO₂-equivalente, dependendo da mobilidade nos fatores de produção. Esta redução das emissões de gases de efeito estufa é resultado da dinâmica de uso da terra e da mudança para um modal de transporte (ferroviário) com menor intensidade de emissão que o rodoviário.

Publicações e Disseminação

Alguns dos resultados desta pesquisa já foram apresentados em artigos acadêmicos publicados em revistas de alto impacto e em conferências internacionais. Estes resultados trazem reflexões úteis para o desenho de ações, na esfera pública e privada, para uma agropecuária mais resiliente, sustentável e produtiva, com maiores transbordamentos para o restante da economia. Baseado em abordagens avançadas e dados robustos, este estudo não somente contribui para o acervo de conhecimento científico, mas também fornece elementos práticos para se pensar a transformação do setor agrícola em âmbito nacional e global. A tomada de decisão apoiada nos elementos identificados nesta pesquisa tem o potencial de impulsionar uma produção mais eficiente e sustentável a médio-longo prazo, contribuindo favoravelmente para a resiliência e adaptação da agropecuária brasileira às mudanças climáticas e para o esforço global de mitigação das emissões de gases de efeito estufa.



Avaliação econômica das Unidades Demonstrativas: sustentabilidade e inovação no Projeto Rural Sustentável - Cerrado

Pesquisador: Julio Cesar dos Reis

Instituição: Embrapa Agrossilvipastoril (*remanejado para Cerrados*)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 500.000,00

A pesquisa liderada por Julio Cesar dos Reis (foto), e executada pela Embrapa Agrossilvipastoril e Cerrados, foi desenvolvida com o objetivo de analisar a viabilidade econômica dos sistemas produtivos sustentáveis no Cerrado brasileiro. A pesquisa teve como foco os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, visando promover a adoção de tecnologias de baixa emissão de carbono. Os principais objetivos foram avaliar o desempenho econômico das propriedades que compõem as Unidades Demonstrativas (UDs) do PRS - Cerrado, gerar indicadores de viabilidade econômica, identificar sistemas econômicos competitivos, avaliar o potencial de geração de emprego e renda, e propor indicadores de sustentabilidade.

Principais Descobertas e Contribuições

A coleta de dados foi realizada por monitores em cada estado, utilizando uma planilha de Excel detalhada que registrava informações sobre a propriedade e os sistemas de produção adotados. A metodologia envolveu a análise de custo de produção e a demonstração do resultado do exercício (DRE) para cada UD. A análise econômica completa gerou relatórios detalhados de custo de produção e DRE para as UDs, destacando o Custo Operacional Efetivo (COE), que inclui insumos, combustível, serviços terceirizados e mão de obra; o Custo Operacional Total (COT), que engloba o COE mais depreciação de benfeitorias, maquinários, pastagem perene e animais de serviço; a Receita Líquida, que é a receita bruta menos impostos sobre vendas; e Lucro Bruto, LAJIDA, LAIR e Lucro Líquido, calculados com base nas receitas e custos. Foi criado um banco de dados robusto com informações econômicas detalhadas das propriedades avaliadas.

Além disto, foram desenvolvidos e propostos indicadores econômicos, sociais e ambientais para avaliar a sustentabilidade das propriedades, incluindo a eficiência econômica, que analisa custos, receitas e nível de endividamento; o impacto ambiental, que mede as emissões de gases de efeito estufa (GEE), perda de solo e sequestro de carbono; e o impacto social, que avalia a geração de emprego e renda, promovendo a inclusão social e o desenvolvimento rural.

Impactos em Números

As tecnologias apoiadas pelo PRS - Cerrado demonstraram potencial para aumentar a produção e a produtividade das propriedades, contribuindo para a geração de emprego e renda no campo. A implementação de tecnologias de baixo carbono nas Unidades Demonstrativas (UDs) resultou na redução significativa das emissões de GEE. Exemplos de resultados em propriedades específicas incluem a Unidade Demonstrativa MT-1295-UD-1377, localizada em Juscimeira (MT), que possui uma produção de gado de corte intensiva. O custo operacional total (COT) desta unidade é alto devido à aquisição de animais (74% do custeio da atividade e 54% do COT), mas o proprietário conseguiu um lucro bruto de R\$ 2.583,44/ha devido ao alto preço de venda dos animais, com uma receita líquida de R\$ 12.988,22/ha. A taxa de lotação é de 4,54 cabeças por hectare, com ganho médio diário de peso para machos e fêmeas de 656 e 383 gramas por cabeça por dia, respectivamente.

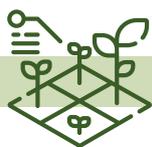
Outra Unidade Demonstrativa, MT-1851-UD-1942, localizada em São Pedro da Cipa (MT), é dedicada à produção de leite com um pequeno laticínio anexo. O COT é alto devido à alimentação e suplementação (54% do custeio e 46% do COT), e a receita líquida foi de R\$ 6.923,37/ha, mas a propriedade apresentou um prejuízo líquido de R\$ 1.938,72/ha devido aos altos custos operacionais. A produção diária de leite é de 9,82 litros por vaca, com uma taxa de vacas em lactação de 56%.

A Unidade demonstrativa MT-1118-UD-1192, localizada em Diamantino (MT), é dedicada à produção de leite, com 29 hectares de pastagens. A alimentação e suplementação representam 72% do custeio e 29% do COT. A receita líquida foi de R\$ 6.847,89/ha, com um lucro líquido de R\$ 2.328,07/ha e uma margem bruta de R\$ 4.996,04/ha. A produção diária de leite é de 5,11 litros por vaca, abaixo da média nacional de 8 litros/dia, mas o rebanho é da raça Girolando, conhecida pela alta capacidade produtiva.

Publicações e Disseminação do Conhecimento

O projeto enfrentou desafios significativos na coleta de dados e na sincronia entre a atividade de coleta de dados e as atividades de implementação das recomendações técnicas. Para superar estas dificuldades foram realizados treinamentos on-line para monitores regionais e contratado um consultor para apoiar a coleta de dados em Mato Grosso. Os resultados do projeto destacam a importância da avaliação econômica para orientar o processo de tomada de decisão dos produtores rurais quanto à adoção de práticas produtivas sustentáveis. A continuidade e a expansão desta proposta são fundamentais para construir um banco de dados abrangente, possibilitando análises precisas sobre os impactos da adoção de tecnologias sustentáveis na agricultura.

O projeto contribui diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, especialmente para a erradicação da pobreza e fome zero, promovendo uma agricultura sustentável. As tecnologias de baixo carbono implementadas visam aumentar a produção e a produtividade, gerando emprego e renda no campo, e contribuindo para que o Brasil atinja suas metas de sustentabilidade agrícola.



Unidades de Referência Tecnológica e de Pesquisa da Embrapa



Tecnologias em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta para a intensificação sustentável

Pesquisador: José Ricardo M. Pezzopane

Instituição: Embrapa Pecuária Sudeste

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 800.000,00

A pesquisa foi conduzida na Embrapa Pecuária Sudeste em São Carlos (SP) com o objetivo de promover a intensificação sustentável por meio de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Coordenado pelo Dr. José Ricardo M. Pezzopane (foto), este projeto visou não só à produção sustentável, mas também à mitigação das mudanças climáticas e à provisão de serviços ecossistêmicos. A pesquisa avaliou dois experimentos principais: o sistema ILPF com eucalipto e o sistema silvipastoril com espécies nativas. No sistema ILPF-Eucalipto, iniciado em 2011, foram implantadas áreas de 30 ha com diferentes sistemas de produção que variavam desde pastagens sem insumos até integrações de lavoura e floresta. No sistema silvipastoril, iniciado em 2008, foram plantadas árvores de espécies nativas em pastagens, com diferentes abordagens de manejo.

Principais Descobertas e Contribuições

A pesquisa mostra que os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta se apresentaram eficazes não apenas em termos de produção, mas também na melhoria da qualidade ambiental e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Os resultados obtidos são um importante legado para a continuidade de práticas sustentáveis no Cerrado e em outros biomas brasileiros.

- **Qualidade do Solo:** Houve melhorias significativas nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, com destaque para o aumento dos estoques de carbono. Durante a execução do projeto, a conversão de pastagem sob manejo de lotação contínua para o sistema de Integração Lavoura-Pecuária permitiu o acúmulo de 0,88 ton C ha⁻¹ ano⁻¹ no solo até 1 m de profundidade e a conversão da Integração Lavoura-Pecuária para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, 1,74 ton C ha⁻¹ ano⁻¹;
- **Biomassa e Carbono:** Além do aumento dos estoques de carbono no solo, a presença das árvores no sistema aumenta o potencial de mitigação de gases de efeito estufa.

Quando consideradas as taxas de acúmulo de carbono no sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (solo + árvores) é possível mitigar a emissão de 19,89 ton CO₂_{equiv.} ha⁻¹ ano⁻¹), contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas;

- **Microclima:** O monitoramento constante das características microclimáticas, como temperatura e umidade, indicou reduções de até 2°C na temperatura média do ar no sistema silvipastoril com árvores nativas. Este resultado, associado ao efeito de quebra-vento das árvores, proporcionou condições mais favoráveis para o conforto térmico animal;
- **Manejo de sistemas silvipastoris, produção de forragem e desempenho animal:** Os sistemas silvipastoris sob manejo do componente arbóreo, com manutenção da incidência de radiação solar próxima a 70% em relação a pastagens a pleno sol, apresentaram uma produção de forragem eficiente, permitindo desempenho animal semelhante ao sistema sem a presença de árvores, porém, de maneira mais sustentável;
- **Manejo de árvores em sistemas silvipastoris:** A partir da correlação entre a área basal das árvores por hectare e a transmissão de radiação solar para a pastagens em sistemas silvipastoris foi gerado um indicador de manejo do componente arbóreo para a manutenção do potencial produtivo das pastagens. Foi identificado o valor de área basal de 8 m² ha⁻¹ como parâmetro para manutenção da incidência de luz a 70% em comparação a um sistema a pleno sol;
- **Modelagem Forrageira:** A partir de base de dados de produção de forragem em sistemas silvipastoris foi gerada parametrização da plataforma APSIM para a produção do capim Piatã nesta modalidade de produção pecuária. Estes avanços na modelagem da produção de forragem ajudaram a prever e otimizar o uso de pastagens em sistemas integrados.

Impacto em Números

Durante a execução do projeto foram realizadas diversas atividades de transferência de tecnologia, incluindo visitas técnicas, dias de campo, palestras e a produção de vídeos instrucionais. Estas atividades foram cruciais para a disseminação das práticas sustentáveis desenvolvidas e para a capacitação de produtores rurais e técnicos.

Publicações e Disseminação

O projeto resultou em várias publicações científicas e técnicas que documentaram os avanços e descobertas alcançados.

A.C.C. Bernardi e colaboradores (2023) publicaram um estudo intitulado “Manejo conservacionista da matéria orgânica do solo: Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta” no livro organizado por W. Bettiol, C.A. Silva, C.E.P. Cerri, L. Martin Neto e C.A. Andrade. Este trabalho, que integra a obra “Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical”, publicada pela Embrapa, explora práticas de manejo que conservam a matéria orgânica

do solo em sistemas integrados de lavoura, pecuária e floresta, destacando a importância de tais práticas para a saúde e a sustentabilidade do solo.

Outro estudo relevante é o de P.P.A. Oliveira e colaboradores (2024), publicado no *European Journal of Agronomy*, que avalia o “Potential of integrated trees-pasture-based systems for GHG emission mitigation and improving soil carbon dynamics in the Atlantic forest biome, Southeastern of Brazil”. Este artigo analisa como sistemas integrados de árvores e pastagens podem mitigar emissões de gases de efeito estufa e melhorar a dinâmica do carbono no solo, contribuindo para a sustentabilidade ambiental no bioma da Mata Atlântica.

J.R.M. Pezzopane (2024) apresenta uma pesquisa sobre a “Basal area as a strategic indicator for forest component management in silvopastoral systems: insights from long-term experiments”, publicada na *Agroforestry Systems*. Este estudo utiliza a área basal como um indicador estratégico para o manejo de componentes florestais em sistemas silvipastoris, oferecendo *insights* valiosos a partir de experimentos de longo prazo.

N. Romanello e colaboradores (2023) investigam o “Thermal comfort of Nelore (*Bos indicus*) and Canchim (*Bos taurus* x *Bos indicus*) bulls kept in an integrated crop-livestock-forestry system in a tropical climate” em um artigo publicado na *Agricultural Systems*. A pesquisa aborda o conforto térmico de touros Nelore e Canchim mantidos em um sistema integrado de cultivo, pecuária e floresta em clima tropical, contribuindo para o bem-estar animal e a eficiência produtiva.

Estas publicações documentam importantes avanços nas práticas de manejo agrícola e florestal, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas, a melhoria da saúde do solo e o bem-estar animal. A disseminação destes conhecimentos é fundamental para promover a sustentabilidade e a conservação dos recursos naturais em diversas regiões do Brasil.



Potencialidades de sistemas ILPF para alavancar a agropecuária em regiões do Cerrado com limitações edafoclimáticas

Pesquisador: Ramon Alvarenga

Instituição: Embrapa Milho e Sorgo

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 400.000,00

O projeto realizado pela Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas (MG), visou avaliar e promover sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Coordenado pelo Dr. Ramon Alvarenga (foto), este estudo é parte essencial do PRS - Cerrado e tem como objetivo não apenas a intensificação sustentável da produção, mas também a mitigação das mudanças climáticas e a promoção de serviços ecossistêmicos.

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Referência Tecnológica e Pesquisa (URTP) da Embrapa Milho e Sorgo durante os anos agrícolas de 2020/2021 a 2022/2023. Foram avaliados dois experimentos principais: o sistema ILP, onde a cada ano eram rotacionadas as culturas para produção de grãos (soja e milho) ou silagem (milho e sorgo) consorciadas com capins dos gêneros *Urochloa* (sin. *Brachiaria*) ou *Megathyrus* (sin. *Panicum*), para pastagem. Animais Nelores e cruzados Nelore x Angus foram recriados nas pastagens do sistema ILP e terminados em confinamento. No sistema ILPF com eucalipto, as coletas de dados focaram na quantificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE), rendimento das culturas, qualidade do solo e desempenho animal. A configuração inicial do ILPF era de linha simples de árvores espaçadas de 2 m na linha e de 15 m entre renques com população de 333 árvores/ha. O último desbaste de 75% das árvores ocorreu em 2019/2020 e a população foi de 83 árvores/ha.

Principais Descobertas e Contribuições

- **Redução de Emissões de GEE:** O sistema ILP/ILPF demonstrou uma redução significativa nas emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. No ILPF, conforme a estratégia de desbaste, em 2021/2022 e 2022/2023, o eucalipto produziu 150 m³/ha de madeira, fixou 7 t de CO₂ eq/ha/ano e foi capaz de neutralizar as emissões de metano de 4 UA/ha quando houve desbaste de 75% das árvores. No ILP, aparentemente, há uma estabilização dos teores de matéria orgânica do solo (MOS) na faixa de 4 dag kg⁻¹, o que mostra o potencial deste sistema em aumentar a fixação do carbono no solo quando manejado adequadamente. Isto contribui para a melhoria da qualidade do solo como um todo, visto que a MOS é um fator chave nos processos físicos, químicos e biológicos, sendo usado como indicador

deste quesito. Animais Nelore produziram mais metano entérico expresso em g/kg de ganho médio diário ($P < 0,01$) e os cruzados machos produziram menos metano por unidade de carne produzida, ou seja, 92,6 g/kg menos metano por unidade de carne em comparação aos animais Nelore na terminação em confinamento.

- **Aumento da produtividade:** A produtividade das culturas de soja e de milho + braquiária consorciados mostrou-se estável e produtiva ao longo dos três anos, com um aumento significativo na produção de biomassa. A produtividade média de milho (10,5 t/ha) foi o dobro da produtividade regional, que é muito prejudicada pelo veranico. A presença de palhada sobre o solo e o vigoroso crescimento do sistema radicular da braquiária, que atua na reestruturação do solo e cria uma malha intensa de bioporos, foram determinantes para o alcance destes resultados devido à melhoria na infiltração e armazenamento da água no perfil de solo. A produtividade da soja girou em torno de 65 sacas/ha.
- **Melhoria da Qualidade do Solo:** Houve melhorias notáveis nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, com destaque para o aumento dos estoques de carbono que registrou valores entre 300 e 500 t/ha nos primeiros 2 m de profundidade. A porosidade total do solo foi de 55 a 60% na camada de 0 a 30 cm do solo e tendeu a aumentar até 1 m de profundidade atingindo 65% e se manteve neste patamar até 2 m de profundidade. Destaca-se neste quesito a contribuição dos bioporos (macroporos) originários da decomposição das raízes da braquiária com papel preponderante na infiltração da água.
- **Desempenho Animal:** Os sistemas ILP/ILPF proporcionaram um ambiente mais equilibrado e nutritivo para os animais, resultando em melhorias na saúde e produtividade e pastagens mais nutritivas. Animais Nelore e Nelore x Angus foram recriados no Sistema ILP e terminados no confinamento com os ingredientes grãos e volumoso (silagem) da dieta produzida dentro do sistema. A dieta de confinamento foi composta por 80% de concentrado (milho e soja moídos, mineral) e 20% de silagem de sorgo. No ano agrícola 2020/2021 animais machos inteiros Nelore e cruzados (Angus x Nelore) foram recriados a pasto com ligeira superioridade dos cruzados, que ganharam entre 7 e 8 @/animal/ano. Nos dois anos seguintes foram recriadas fêmeas destes graus de sangue, cujo ganho médio a pasto foi de 5 @/animal/ano. Nos dois primeiros anos houve terminação em confinamento. Os machos cruzados ganharam entre 7 e 8 @ e foram abatidos com peso médio de carcaça de 22 a 23 arrobas e os nelores com 18 a 20 arrobas. As fêmeas terminadas em confinamento no ano agrícola 2021/2022 apresentaram um ganho de peso na terminação de 4 @ para Nelores e 5 @ para as cruzadas, com rendimento médio de carcaça de 15 e 17 @, respectivamente. Recentemente (2022/2023) houve alteração na configuração do sistema para atender novos desafios, como a terminação intensiva de bovinos a pasto (TIP). Foram testadas fêmeas Nelore e cruzadas (Nelore x Angus) que foram abatidas com peso de carcaça de 15,04 e 15,33 @, respectivamente. Os animais cruzados tiveram maior consumo de matéria

seca, eficiência alimentar, peso vivo final, ganho médio diário, ganho médio diário de carcaça, peso de carcaça quente e percentual de costela ($P < 0,01$). O percentual de carcaça foi semelhante para ambos os grupos ($P > 0,05$). Os Nelores obtiveram maiores concentrações de ácidos graxos poliinsaturados e ácido linoleico conjugado. Ambos os grupos genéticos tiveram taxas de crescimento satisfatórias, mas os animais cruzados tiveram melhor desempenho de crescimento. A composição genética modifica o perfil de ácidos graxos da carne bovina.

- **Capacitação Técnica:** Foram realizados diversos cursos, seminários e dias de campo com uma ampla participação de técnicos e produtores rurais, promovendo a disseminação das práticas sustentáveis desenvolvidas. Soma-se a isto a oportunidade de capacitação de estudantes e bolsistas que realizaram pesquisas de mestrado, doutorado e pós-doutorado na URTP. Há um fluxo grande de visitas à URTP e ela sempre é inserida na programação de eventos patrocinados pela Embrapa Milho e Sorgo.

Impactos em Números

- **Redução de Emissões:** A implementação do sistema ILP/ILPF resultou em uma redução de até 25% nas emissões de gases de efeito estufa;
- **Aumento da produtividade:** A produtividade média das culturas consorciadas aumentou, evidenciando a eficiência dos sistemas integrados. O sistema em si tem se mostrado resiliente, superando o déficit hídrico imposto pelo veranico onde a produtividade do milho é 100% maior que a média regional;
- **Capacitação e Transferência de Tecnologia:** Mais de 10 seminários, cursos e dias de campo realizados, capacitando mais de 1000 técnicos e produtores rurais. Soma-se a estes a formação de profissionais em nível de mestrado e doutorado.

Publicações e Disseminação

O projeto gerou várias publicações científicas e técnicas, contribuindo para a disseminação dos conhecimentos adquiridos. Muitas delas ainda estão em processo de preparação para publicação:

1. ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; VIANA, J. H. M.; CLEMENTE, E. de P. Avaliação de qualidade do solo no sistema ILPF (URTP Embrapa Milho e Sorgo). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2022. 26 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 245).
2. RESENDE, A. V. de; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; SIMÃO, E. de P.; GIEHL, J.; ABREU, S. C.; HURTADO, S. M. C.; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. e C. da; MARRIEL, I. E.; VASCONCELLOS, J. H.; SANTANA, D. P.; ALVARENGA, R. C. ; VIANA, J. H. M. Intensificação agropecuária no Cerrado: construção da fertilidade do solo como base para aumento do potencial produtivo e convivência com a seca. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 56 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 265).

3. COELHO, V. A. Decomposição de palhada: liberação de nutrientes e atividade microbiana do solo em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. 57 p. (Monografia MS) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo de Goytacazes, 2023.

A pesquisa realizada na Embrapa Milho e Sorgo, em Minas Gerais, demonstrou que os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta são não apenas viáveis, mas também altamente benéficos para a sustentabilidade agrícola. A adoção destas tecnologias promove a eficiência produtiva, a melhoria da qualidade ambiental e a mitigação das mudanças climáticas. Também há de se destacar a redução do risco da produção agropecuária em região com problemas climáticos como o veranico. Os resultados obtidos fornecem uma base sólida para a continuidade das ações de desenvolvimento rural sustentável no Cerrado e em outros biomas brasileiros.



Adaptando a produção de alimentos para o enfrentamento das mudanças climáticas em Goiás

Pesquisador: Pedro Machado

Instituição: Embrapa Arroz e Feijão

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 399.980,00

Em uma iniciativa liderada pela Embrapa Arroz e Feijão na Fazenda Capivara, em Santo Antônio de Goiás (GO), sob a coordenação do pesquisador Pedro Machado, foi conduzido um estudo inovador em duas áreas de 8 hectares cada. A pesquisa focou na aplicação de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), com destaque para a instalação de sensores automatizados na área experimental, que monitoraram de forma contínua a troca líquida de gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O) pelo método micro meteorológico. Esse monitoramento permitiu a quantificação detalhada do balanço de carbono no sistema ILP, com medições realizadas 10 vezes por segundo, 24 horas por dia, ao longo de quatro anos, metade desse período sob a contribuição do projeto atual.

As principais culturas-alvo do projeto foram o feijão-comum e o arroz de terras altas, cultivados em rotação ou consorciação com a braquiária, uma forrageira comumente plantada para a criação de gado de corte. Esse sistema ILP foi denominado “Prato Feito”, por envolver o eixo da refeição tradicional do brasileiro—arroz, feijão-comum e a criação de gado de corte para produção de carne, compondo um clássico prato popular. Além disso, a pesquisa organizou dados de produtividade, programou rotações de culturas agrícolas e forrageiras, e avaliou a qualidade da forragem e o

ganho de peso do gado na estação seca. Iniciativas como essa são fundamentais para a compreensão do impacto ambiental e da sustentabilidade dos sistemas ILP na região.

Principais Descobertas e Contribuições

Uma Nova Abordagem para o Cultivo de Grãos - As produtividades neste sistema foram bastante razoáveis, principalmente o feijão-comum, atingindo 3.5 t/ha em ambiente de sequeiro (1ª safra) sem ureia, apenas com uso de bioinsumos para fixação biológica de Nitrogênio. Já a produtividade do arroz de terras altas (aprox. 1 t/ha) atingiu valores abaixo do alcançado em monocultivo, mas esperado por estar consorciada com uma forrageira plantada na mesma linha, BRS Paiaguás, com uma produção de biomassa de arroz + brachiaria de até 6 ton/ha. Assim, a área ficou preparada para receber uma “terceira safra” para engorda de gado de corte, fase de terminação com ganhos de peso vivo de aproximadamente 800 g/animal/dia, com uma taxa de lotação de 5 cabeças por hectare, entre maio e setembro. O sistema ILP Prato Feito permite adaptação e flexibilidade de cultivos, podendo receber feijão-caupi ou arroz solteiro na segunda safra. Estas alternativas, todavia, ainda serão testadas.

Impacto em Números

A pesquisa trouxe significativo impacto ambiental e na sustentabilidade. As emissões líquidas de C-CO₂ na fase sob cultivo de feijão-comum em plantio direto sobre palhada de braquiária, sem ureia, ficaram em torno de 1,37 t C-CO₂/ha. Importante constatar que o solo sob pousio, sem culturas anuais e nem pastagem plantada, apresentou emissão líquida maior, de 2,27 t C-CO₂/ha. Por outro lado, a intensidade de emissão de gases de efeito estufa (N₂O + CH₄), sem ureia, apenas com coinoculação do feijoeiro para fixação simbiótica de Nitrogênio (FBN) foi 47% menor do que com uso de ureia (221 g CO_{2eq} emitido por kg de grão), com uma eficiência produtiva 38% maior de 8 kg de grãos para cada kg de CO_{2eq} emitido no sistema ILP Prato Feito.

A inoculação de sementes de feijão-comum ou pulverização de bioinsumos no sulco de semeadura promove FBN, gerando relevante mitigação de emissão de GEE e produtividades acima de 3,5 t/ha. O maior sequestro de C-CO₂ ocorreu somente na fase pastagem de braquiária, entre 0,44 e 6,68 t/ha de Carbono capturado da atmosfera. Com relação ao metano, ao longo de 4 anos, a fase de pastagem capturou aproximadamente 5 kg C-CH₄/ha/dia, demonstrando como a fase pastagem foi um importante componente para acúmulo de Carbono no sistema solo-planta. Suspeita-se que o solo sob braquiária apresente grande população de bactérias metanotróficas. A taxa de acúmulo de carbono no solo sob sistema ILP Prato Feito foi de 0,57 a 0,9 t C/ha/ano, dos quais 20-30% foram devidos à fotossíntese ou produção de biomassa.

Resultados Práticos e Aplicações Futuras

Os benefícios vão além das métricas ambientais. A inoculação de sementes de feijão-comum, por exemplo, não apenas substituiu a necessidade de adubação mineral, mas também aumentou a produtividade. Posteriormente, a pulverização de inóculos no sulco de semeadura comprovou ser muito mais prática, motivando adoção por parte de produtores. O sistema ILP Prato Feito com

feijão-comum, arroz e braquiária tem demonstrado bom potencial para ser adotado, especialmente em esquemas associados a políticas públicas de aquisição de alimentos, como o Programa de Aquisição de Alimentos - PAA ou Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE.

Publicação e Disseminação do Conhecimento

Dado o sucesso inicial, os próximos passos da pesquisa incluem testar a adaptação de novas espécies e cultivares de arroz de sequeiro, milho e feijão-caupi no sistema, expandindo ainda mais as possibilidades da diversificação na produção e potencializando a resiliência da agropecuária no Centro-Oeste do Brasil, que vem tendo estações secas mais pronunciadas. Esta inovação não somente promove a maior sustentabilidade ambiental, mas também garante a segurança alimentar. A pesquisa de Pedro Machado e equipe é um exemplo claro de como ciência e inovação podem caminhar juntas para criar um futuro mais sustentável. Ao integrar componentes de produção para lavoura e pecuária e tecnologias para uma agricultura de baixo carbono, os resultados do projeto não apenas prometem produtividade para a segurança alimentar, como também contribuem significativamente para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, aumentando a eficiência de uso do solo.



Múltiplos estudos para avaliar a correta adequação e beneficiamento do sistema ILPF ao ambiente de implementação

Pesquisador: Alexandre Ferreira

Instituição: Embrapa Agrossilvipastoril

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 800.000,00

A região de transição entre o Cerrado e a Amazônia é um território de vastas possibilidades e desafios complexos. Nesta zona, a implementação de sistemas integrados de produção agrícola tem se mostrado uma estratégia promissora para promover a sustentabilidade e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. A pesquisa, coordenada pelo Dr. Alexandre Ferreira, da Embrapa Agrossilvipastoril, é um exemplo notável de como a ciência pode transformar práticas agrícolas, beneficiando o meio ambiente e a economia local.

A pesquisa teve como principal objetivo avaliar os estoques de carbono e as emissões de óxido nitroso em solos sob diferentes sistemas integrados de produção (ILPF) na região de transição Cerrado/Amazônia. Os objetivos específicos incluíam:

1. Avaliar os estoques de carbono na parte aérea do componente florestal cultivado sob diferentes sistemas de produção;
2. Avaliar os estoques de carbono no solo;
3. Avaliar as emissões de gases de efeito estufa em solos sob diferentes sistemas de produção.

Principais Descobertas e Contribuições

A pesquisa foi conduzida em várias localidades do estado de Mato Grosso, incluindo Sinop, Brasnorte e Itiquira. As atividades envolveram a implantação de culturas de soja e milho em diferentes sistemas de produção: lavoura solteira, Lavoura-Pecuária, Lavoura-Floresta e Lavoura-Pecuária-Floresta. A aplicação de técnicas precisas de amostragem e análise estatística garantiu a robustez dos resultados.

Os sistemas integrados foram projetados para maximizar a interação positiva entre os diferentes componentes: lavoura, pecuária e floresta. A integração destas atividades permite um uso mais eficiente dos recursos naturais, promovendo a sustentabilidade ambiental e econômica.

Monitoramento e Coleta de Dados - Para avaliar os impactos dos diferentes sistemas foram realizados monitoramentos do crescimento das árvores de eucalipto em monocultivo e em sistemas integrados para avaliação do crescimento e dos estoques de carbono na biomassa. As emissões de gases de efeito estufa do solo foram monitoradas diretamente no campo com coletas semanais utilizando câmaras estáticas manuais, e as concentrações de gases determinadas em cromatógrafo gasoso. Para os estoques de carbono no solo, amostras deformadas e indeformadas foram coletadas por meio da abertura de trincheiras. As amostras foram para o laboratório para o preparo e envio para as determinações dos teores de carbono via oxidação seca.

Impacto em Números

Dentre os resultados desta pesquisa, destacam-se os benefícios dos sistemas ILPF no estoque de carbono nas árvores, onde o eucalipto dos sistemas de ILPF acumula cerca de 4,3 kg de carbono/árvore/ano. Assim, a densidade de árvores por ha determina a capacidade do sistema em sequestrar carbono na biomassa das árvores. Nos sistemas ILPF, a maior densidade avaliada foi de 270 árvores/ha, indicando que em um ano é possível sequestrar mais de 1100 kg/ha na biomassa das árvores.

Já o estoque de carbono no solo é maior na pastagem bem manejada, seguido pela Integração Pecuária-Floresta e pela Lavoura-Pecuária. Em até 30 cm de profundidade a pastagem incrementa em mais de 800 kg/ha/ano de carbono, a integração Pecuária-Floresta cerca de 410 kg/ha/ano e a integração Lavoura-Pecuária, 240 kg/ha/ano.

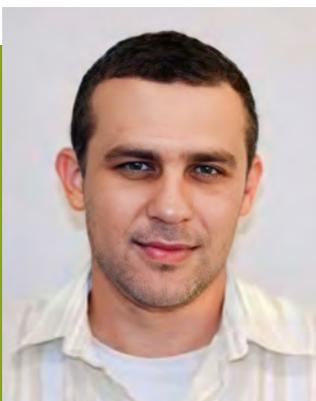
Quanto às emissões de gases, as emissões de óxido nitroso do solo em sistemas de integração com componente arbóreo bem manejado não aumentam, mesmo com maior disponibilidade de água no sistema. O bom manejo das árvores deve ser considerado na tomada de decisões

relacionadas ao manejo em sistemas de integração, especialmente nas condições da região de transição entre o Cerrado e a Amazônia. Ressalta-se que as remoções de carbono da atmosfera pelas árvores sobrepõem as emissões de gases.

Com relação ao balanço de carbono, todos os sistemas integrados apresentaram um balanço com o maior sequestro em sistemas com o componente florestal, com valores de até 20 Mg CO_{2eq}/ha/ano. O componente forrageiro de maneira contínua contribuiu para maior sequestro de C do solo, enquanto as árvores desempenham um papel significativo no estoque de C na biomassa aérea. Assim, os sistemas de integração com gramíneas forrageiras e componente florestal são promissores na mitigação de GEE e sequestro de C.

Publicações e Disseminação do Conhecimento

Os resultados da pesquisa podem servir como base para a formulação e melhoria de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade na agricultura. As evidências científicas geradas demonstram a eficácia dos sistemas ILPF em promover a sustentabilidade ambiental e podem apoiar a criação de programas de incentivo e financiamento para a adoção destas práticas em larga escala.



URTPs em Mato Grosso do Sul: experimentos de longa duração contribuindo para validação e transferência de tecnologias em ILP e ILPF

Pesquisador: Alexandre Romeiro de Araújo

Instituição: Embrapa Gado de Corte

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 400.000,00

A pesquisa conduzida pelo Dr. Alexandre Romeiro de Araújo (foto) e equipe da Embrapa Gado de Corte, com foco em sistemas integrados de produção, tem revelado resultados promissores que apontam para uma agricultura mais sustentável e produtiva. O estudo envolveu a avaliação de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e monocultivos em diferentes arranjos espaciais. A pesquisa foi conduzida em áreas experimentais, permitindo um controle rigoroso dos fatores agronômicos e ambientais.

Principais Descobertas e Contribuições

Qualidade do Solo: o estudo demonstrou que os sistemas de integração proporcionam uma melhoria significativa na fertilidade e qualidade do solo (química, física e biológica) em compa-

ração com os monocultivos tradicionais. Também houve um aumento considerável no estoque de carbono no solo, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas, principalmente quando se compara pastagens bem manejadas, sistemas de Integração Lavoura-Pecuária ou Lavoura-Pecuária-Floresta com os sistemas de lavoura convencional onde adotam-se práticas de revolvimento do solo anualmente.

Já com relação à produtividade agropecuária, a produção de soja e animal nos sistemas ILPF foi comparável à dos monocultivos em ciclos iniciais, mas apresentou redução a partir do terceiro ciclo de produção. No entanto, a gestão de desrama e desbaste das árvores no ILPF é uma alternativa para minimizar as perdas de produtividade. Já para os sistemas ILP, a produtividade agrícola foi semelhante à dos cultivos tradicionais e houve incrementos significativos na produtividade animal.

Impacto Ambiental

- **Balanco de Carbono:** Os sistemas ILPF apresentaram um balanço de carbono mais favorável, com maior sequestro de carbono e menor emissão de gases de efeito estufa;
- **Eventos Climáticos Adversos:** A pesquisa revelou que os sistemas de integração podem ser mais resilientes a eventos climáticos adversos, reduzindo a estacionalidade da produção e garantindo maior estabilidade produtiva.

Impacto em Números

Foram realizados treinamentos de Agentes Multiplicadores: Foram realizadas diversas capacitações para técnicos e produtores no âmbito do PRS-Cerrado, visando disseminar as práticas sustentáveis desenvolvidas. O projeto também contribuiu para gerar uma série de publicações científicas e técnicas, que podem subsidiar a expansão do conhecimento sobre sistemas integrados de produção.

Publicações e Disseminação do Conhecimento

Os resultados obtidos indicam que os sistemas de integração não apenas têm potencial para melhorar a qualidade do solo e aumentar a produtividade, mas também podem oferecer benefícios ambientais significativos. A gestão adequada de componentes florestais, como a desrama e o desbaste, são essenciais para minimizar eventuais perdas de produtividade nos sistemas com árvores. Além disso, a maior resiliência dos sistemas de integração a eventos climáticos adversos ressalta a importância destes sistemas para a segurança alimentar e a sustentabilidade agrícola no Cerrado brasileiro.

A pesquisa destaca-se como um exemplo de como a integração de lavoura, pecuária e floresta pode transformar a agricultura brasileira. Os avanços em fertilidade do solo, produtividade e mitigação das mudanças climáticas reforçam a necessidade de ampliar a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária. A continuidade das pesquisas e a disseminação das práticas desenvolvidas são fundamentais para promover uma agricultura mais sustentável e resiliente.



Desenvolvimento e adaptação de sistemas ILPF visando à intensificação sustentável da agropecuária no Cerrado

Pesquisador: Robélio Leandro Marchão

Instituição: Embrapa Cerrados

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 400.000,00

Sob a liderança do Dr. Robélio Leandro Marchão (foto), da Embrapa Cerrados, a pesquisa trouxe importantes resultados para a agropecuária no bioma Cerrado. Com o investimento realizado pelo PRS - Cerrado, o estudo focou principalmente na ampliação do conhecimento sobre práticas de manejo dos componentes lavoura, pecuária, floresta e solo. As práticas desenvolvidas e recomendadas ao final do projeto envolveram ajustes para inserção de leguminosas de duplo propósito (forragem/planta de cobertura) nos sistemas integrados, sejam eles na fase lavoura ou pastagem, visando aumentar a produtividade agropecuária, melhorar a eficiência no uso de nutrientes e melhorar a qualidade do solo. Também foram implantados experimentos visando à diversificação do componente arbóreo nos sistemas, incluindo recomendações iniciais para inserção de espécies florestais nativas do Bioma Cerrado, como o Baru e o Pequi, em sistemas ILPF. No que se refere à avaliação da sustentabilidade e monitoramento foram obtidos avanços com o desenvolvimento de indicadores de qualidade de solo adaptados aos sistemas integrados e a ampliação das recomendações de uso das Bioanálises (tecnologia BioAs/Embrapa) para uso em pastagens e sistemas integrados.

Principais Descobertas e Contribuições

As pesquisas foram conduzidas principalmente em experimentos de longa duração em Unidades de Referência Tecnológica e Pesquisa em ILPF da Embrapa Cerrados (Planaltina, DF) e de parceiros. Os experimentos foram delineados para gerar conjuntos de dados seriados no tempo para os efeitos dos componentes anual (lavouras) e perene (pastagens e florestas) sobre as condições edáficas e agronômicas. Diferentes ciclos de rotação entre os componentes foram propostos para permitir a geração de dados em número suficiente para descrever as externalidades de interesse. Os experimentos são dinâmicos e modificações no manejo e tratamentos culturais são introduzidas ao longo do tempo para simular condições reais de fazenda. A pesquisa foi desenvolvida de forma a atender às demandas atuais das regiões do Cerrado, com potencial para expandir a aplicação das recomendações obtidas para outras áreas. Sempre que possível, foram testadas e validadas tecnologias desenvolvidas pela Embrapa e parceiros, como cultivares, microorganismos (bioinsumos), recomendações de manejo, boas práticas etc.

Impactos em Números

O projeto proporcionou um avanço significativo no conhecimento sobre a sinergia entre os componentes lavoura, pecuária e floresta. As pesquisas demonstraram que a integração destes componentes aumenta a resiliência dos sistemas agrícolas às mudanças ambientais e melhora a produtividade geral. Os estudos envolvendo o uso de leguminosas demonstraram que a intensificação ecológica utilizando plantas fixadoras de nitrogênio podem trazer benefícios econômicos e ambientais, com reflexos positivos na melhoria da eficiência do uso de insumos e dos recursos naturais.

As práticas de manejo sustentáveis promovidas pelo projeto e as recomendações obtidas são ferramentas que podem ajudar o(a) produtor(a) a **mitigar as emissões de gases de efeito estufa** e minimizar os impactos proporcionados pelas mudanças climáticas, por meio do aumento da resiliência dos sistemas de produção. As pesquisas mostraram que os sistemas ILPF têm maior capacidade de armazenar carbono no solo, um indicador crucial para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Foram quantificados os balanços das emissões de GEE pelos sistemas integrados demonstrando seu potencial de mitigação, incluindo a compensação das emissões de metano entérico pelos animais.

O uso de leguminosas de duplo propósito, como o feijão guandu, nos pastos consorciados mostrou-se eficaz na melhoria da qualidade do solo. A dinâmica do nitrogênio no solo e no sistema solo-planta foi cuidadosamente avaliada, revelando que a leguminosa contribui significativamente para a fixação de nitrogênio, melhorando a dieta dos animais e a qualidade do solo. Os resultados do projeto ainda ajudaram a comprovar os benefícios das plantas forrageiras como adubos verdes, especialmente as leguminosas, com potencial de melhoria do ambiente para as culturas companheiras. O projeto também permitiu obter informações para a recomendação de inserção destas plantas nos sistemas integrados de acordo com a realidade dos produtores da região do Cerrado.

Publicações e Disseminação do Conhecimento

O projeto gerou uma série de recomendações práticas e materiais de divulgação que estão sendo compartilhados em publicações no site da Embrapa Cerrados e em revistas técnico-científicas. As recomendações incluem como os sistemas integrados auxiliam na mitigação das emissões e mantêm a qualidade do solo com frações mais estáveis de carbono.

Este projeto destaca-se como um marco na intensificação sustentável da agropecuária no Cerrado. Ao promover práticas de manejo inovadoras e sustentáveis, os resultados obtidos não só beneficiam diretamente o Cerrado, mas também contribuem para a mitigação das mudanças climáticas e a promoção de uma agricultura mais resiliente e eficiente.



Monitoramento de sistemas integrados de produção por meio de atributos de solo, plantas e ambientais em modelos físicos de longa duração

Pesquisador: Júlio Cesar Salton

Instituição: Embrapa Agropecuária Oeste

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 400.000,00

A pesquisa conduzida pelo pesquisador Júlio Cesar Salton (foto), da Embrapa Agropecuária Oeste, no coração do Cerrado brasileiro, está transformando a maneira como entendemos e praticamos a agricultura. O projeto focou no monitoramento de sistemas integrados de produção usando atributos de solo, plantas e ambientais. Com a participação da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), a iniciativa buscou promover uma agricultura mais sustentável.

Desde 1995, os pesquisadores têm trabalhado em um experimento de longa duração sobre Latossolo Vermelho, com o objetivo de avaliar diferentes sistemas de produção. A meta principal? Reduzir a predominância de monocultivos, aumentar a resiliência climática e melhorar a qualidade do solo. As metas específicas incluíram monitorar a qualidade do solo, o estoque de carbono, a produtividade de grãos e forragem e a dinâmica da água no solo.

Para alcançar estes objetivos foram realizadas amostragens sistemáticas do solo para determinar os teores dos principais elementos. Sensores de umidade e temperatura, pluviômetros e outros métodos avançados foram utilizados para avaliar a qualidade do solo e a eficácia dos sistemas produtivos.

Principais Descobertas e Contribuições

No que diz respeito à qualidade do solo e seus atributos químicos, o estudo mostrou que o Sistema Plantio Direto (SPD) e o sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) apresentaram melhor desempenho em comparação ao sistema de Pastagem Permanente (PP). Em termos de atributos químicos, os níveis de fósforo (P) e potássio (K) foram significativamente superiores nos sistemas SPD e ILP. Estes nutrientes são essenciais para o crescimento saudável das plantas e indicam uma melhoria geral na fertilidade do solo.

Sobre os atributos físicos, relativos à estrutura do solo, os sistemas SPD e ILP também se destacaram. Os solos nestes sistemas apresentaram agregados mais estáveis, menor densidade e maior macroporosidade, o que facilita os fluxos de água e a aeração do solo, ambos cruciais para o desenvolvimento das raízes e a saúde das plantas.

O sistema de pastagem permanente mostrou o maior teor de carbono na camada de 0 a 10 cm, superando até mesmo a vegetação natural. Este resultado destaca a capacidade das pastagens em armazenar carbono no solo, uma prática crucial para conferir qualidade ao solo. O sistema ILP também apresentou bons resultados, apresentando acúmulo de matéria orgânica no solo. Já o monitoramento das emissões de gases, como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), revelou que as práticas de manejo influenciam significativamente estas emissões. Os dados indicam que sistemas mais sustentáveis, como SPD e ILP, podem reduzir a liberação destes gases na atmosfera.

Durante o período do projeto, as condições climáticas variaram, oferecendo uma oportunidade para testar a resiliência dos diferentes sistemas de produção. Em anos com condições climáticas favoráveis, como em 2020/21, a produtividade de soja no sistema SPD atingiu 3808 kg/ha, significativamente maior que os 2750 kg/ha do sistema PC.

Em anos de veranicos severos, como em 2021/22, o sistema PC sofreu perdas totais de safra, enquanto SPD e ILP conseguiram manter alguma produtividade. Este resultado sublinha a importância dos sistemas integrados e conservacionistas em proporcionar maior tolerância às condições climáticas adversas, como veranicos e altas temperaturas.

Impactos em Números

O projeto gerou uma série de publicações científicas e materiais didáticos, além de adquirir equipamentos que melhoraram as operações agrícolas e a comunicação dos resultados. Os produtos incluem artigos completos em periódicos especializados, resumos publicados em eventos científicos e relatórios técnicos detalhados.

Publicações e Disseminação do Conhecimento

- **Publicações Científicas:** Artigos foram publicados em periódicos científicos nacionais e internacionais, destacando os avanços e descobertas do projeto;
- **Materiais Didáticos e Instrucionais:** Produção de materiais de divulgação e capacitação de pessoal técnico e usuários dos sistemas ILP e SPD, essencial para a transferência de tecnologia;
- **Equipamentos Adquiridos:** A aquisição de equipamentos, como sistemas de direção assistida para tratores e estabilizadores para smartphones, contribuiu para a melhoria das operações agrícolas e da comunicação dos resultados.

Os resultados deste projeto fornecem evidências robustas de que sistemas de produção integrados, como ILP e SPD, melhoram significativamente a qualidade do solo e a resiliência dos sistemas agrícolas às adversidades climáticas. As informações geradas são de aplicação imediata para profissionais técnicos e agricultores, promovendo uma agricultura mais sustentável e eficiente.

Os resultados deste projeto não só beneficiam diretamente o Cerrado, mas também contribuem para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, especialmente na promoção da agricultura sustentável e na mitigação das mudanças climáticas.



Internet das Coisas (IoT) na Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)



Aplicação da Internet das Coisas (IoT) no contexto da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)

Pesquisador: Kleber Xavier Sampaio de Souza

Instituição: Embrapa Agricultura Digital

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 1.353.000,00

Sob a coordenação do Dr. Kleber Xavier Sampaio de Souza (foto), da Embrapa Agricultura Digital, o projeto contribuiu para a inovação na agropecuária sustentável no Cerrado. O projeto foi executado em parceria com várias unidades da Embrapa, incluindo a Embrapa Cerrados, Embrapa Gado de Corte, Embrapa Pecuária Sudeste e Embrapa Agropecuária Oeste.

Principais Descobertas e Contribuições

O objetivo central do projeto foi avaliar como as soluções de IoT poderiam melhorar a tomada de decisão e o desempenho técnico-econômico na fase de pecuária dos sistemas ILPF no Cerrado. Para isto, diversas tecnologias foram integradas, como veículos aéreos não tripulados (VANTs), balanças de passagem e etiquetas de radiofrequência (RFID). Estas tecnologias coletaram dados que alimentaram modelos computacionais avançados, resultando em sistemas de gestão e controle inovadores.

A coleta de dados foi realizada nas Fazendas Santa Brígida, em Ipameri (GO), e Minuano, em Chapadão do Sul (MS). Os dados incluíram informações sobre os animais (peso, movimentação e identificação), dados agrometeorológicos (temperatura, precipitação e umidade) e imagens da pastagem coletadas por VANTs. Estas imagens foram utilizadas para estimar a biomassa da pastagem por meio de técnicas de visão computacional e aprendizado de máquina.

Entre os resultados alcançados destaca-se a criação de um banco de dados robusto contendo imagens e dados de quantificação de biomassa de forragem, disponível no repositório institucio-

nal da Embrapa (Redape). Além disto, foram desenvolvidos modelos matemáticos e algoritmos, incluindo uma rede neural regressora para estimativa de biomassa da pastagem e um sistema de simulação e otimização da orçamentação forrageira. O projeto também implementou a versão 1 de uma plataforma de software para visualização dos resultados, que está disponível no GitLab da Embrapa Agricultura Digital.

Impactos em Números

A pesquisa demonstrou que as soluções de IoT podem melhorar significativamente a tomada de decisão e o desempenho técnico-econômico em sistemas ILPF. Os proprietários das fazendas envolvidas no projeto reconheceram o valor das novas tecnologias, especialmente as balanças de passagem, que fornecem informações cruciais para a gestão do rebanho. Estes resultados mostram que as tecnologias digitais são estratégicas para a agricultura do futuro, promovendo eficiência produtiva, sustentabilidade e competitividade.

Os resultados promissores alcançados pavimentam o caminho para futuras pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos, com potencial de aplicação em outras regiões e sistemas produtivos. O sucesso do projeto liderado pelo Dr. Kleber Xavier Sampaio de Souza exemplifica como a integração de tecnologias pode transformar a gestão agrícola, promovendo maior eficiência e sustentabilidade.

Em suma, este projeto representa um marco na utilização de IoT para a agricultura sustentável no Cerrado, demonstrando que a combinação de inovação tecnológica e práticas agrícolas avançadas pode gerar grandes benefícios econômicos, ambientais e sociais para a agropecuária brasileira.



Técnicas de medição, relato e verificação de GEE



Desenvolvimento e validação de um Sistema MRV para a agricultura ABC

Pesquisador: Celso Vainer Manzatto

Instituição: Embrapa Meio Ambiente

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 700.000,00

Sob a coordenação do Dr. Celso Vainer Manzatto (foto), a Embrapa Meio Ambiente liderou um projeto voltado para o desenvolvimento e validação de um sistema de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV) para a Agricultura de Baixo Carbono (ABC). Este projeto foi executado entre abril de 2021 e agosto de 2023 e abrangeu os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás.

O objetivo principal foi desenvolver um sistema MRV para monitorar a adoção de Tecnologias ABC pelos beneficiários do Projeto Rural Sustentável II. O sistema foi concebido para combinar informações de diferentes escalas com ferramentas existentes, seguindo preceitos e recomendações internacionais.

O protocolo desenvolvido combina e integra as diferentes ferramentas de coleta de dados e informações a campo e remotamente, banco de dados de múltiplo uso e formas de cálculo e verificação remota; conta com uma calculadora para realizar o balanço das emissões de sistemas produtivos e propriedades rurais escopo I e II, o GHG Protocol, que permite a aplicação para os diversos sistemas agropecuários, incluindo culturas anuais e perenes (culturas alimentares, fibrosas, forrageiras e bioenergéticas), confinamento e tratamento de dejetos, sistemas integrados e silvipastoris e agroflorestais.

Os coeficientes de emissão relacionados ao uso das terras e sistemas de produção sustentáveis foram atualizados de acordo com o Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa publicado em 2020. O novo módulo AgroTag MRV está disponível, integrado com o GHG Protocol e com novas funcionalidades para o trabalho de campo, permitindo ainda verificar o histórico de adoção das tecnologias identificadas pelo AgroTag através do SatVeg. Dispõe ainda do Sistema de Apoio à Caracterização de Imóveis Rurais (SACIR) para a geração de cartogramas para aplicação em propriedades rurais – aplicação, com solução WEB, destinada a

apresentar um panorama das características de aptidão agrícola do imóvel rural, confrontos com Unidades de Conservação e Terras Indígenas, ocupação do imóvel com vegetação nativa e históricos de uso da terra e da qualidade das pastagens desde 2008. O serviço disponibiliza os mapas de uso atual do imóvel, aptidão agrícola, declividade, histórico de uso, histórico das pastagens e estado de sua adequação ambiental.

Para alcançar este objetivo, o projeto utilizou uma abordagem metodológica que integrava diversas ferramentas de coleta de dados e informações a campo e remotamente. As principais ferramentas desenvolvidas incluíam:

- **SACIR (Sistema de Apoio à Caracterização de Imóveis Rurais):** Proporciona um panorama das características de aptidão agrícola do imóvel rural, histórico de uso da terra e qualidade das pastagens desde 2008;
- **AgroTag:** Um sistema para identificação do uso e cobertura das terras, coleta de dados a campo e integração de informações temáticas;
- **SatVeg:** Ferramenta para visualização de perfis temporais dos índices vegetativos NDVI e EVI, apoiando a gestão territorial;
- **GHG Protocol para Agricultura e Pecuária:** Ferramenta de cálculo das emissões de GEE, mensurando as emissões e removendo os GEE das propriedades rurais.

Principais Descobertas e Contribuições

O projeto alcançou resultados significativos, consolidando um protocolo MRV que integra várias ferramentas e é aplicável a diversos sistemas agropecuários, incluindo culturas anuais e perenes, confinamento de bovinos, sistemas integrados e agroflorestais. Entre os principais resultados estão:

1. Protocolo MRV: O protocolo desenvolvido combina e integra as diferentes ferramentas de coleta de dados e informações a campo e remotamente, banco de dados de múltiplo uso e formas de cálculo e verificação remota;
2. Sistema de Apoio ao Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Propriedades Rurais – Web GHG Rural: Ferramenta WEB para uso gratuito por agricultores, técnicos e interessados na geração anual de Inventários de emissões de GEES de propriedades rurais que permitem a orientação das principais fontes de emissões e sequestro de GEEs pelas diversas atividades produtivas e de conservação ambiental desenvolvidas no imóvel rural;
3. AgroTag MRV: Sistema AgroTag: sistema para identificação do uso e cobertura das terras e qualificação dos sistemas produtivos associados aos diferentes usos agropecuários e florestais. O foco principal do AgroTag são as técnicas preconizadas na agricultura ABC;

4. SACIR - Sistema de Apoio à Caracterização de Imóveis Rurais: sistema auxiliar para apoiar o estabelecimento de um Sistema MRV da adoção de tecnologias de baixa emissão de carbono dentro do desafio de aumentar a produtividade agrícola e atender às demandas regulatórias de enfrentamento das mudanças climáticas. A aplicação, com solução WEB, destina-se a apresentar um panorama das características de aptidão agrícola do imóvel rural, confrontos com Unidades de Conservação e Terras Indígenas, ocupação do imóvel com vegetação nativa e históricos de uso da terra e da qualidade das pastagens desde 2008.

Impacto em Números

O sistema MRV validado foi aplicado em 20 propriedades rurais parceiras do PRS-Cerrado, onde se realizou o levantamento das fontes de emissões decorrentes dos sistemas de produção adotados. Os resultados mostram que entre as propriedades analisadas, 11 têm um balanço de emissões de carbono negativo, ou seja, sequestram mais carbono equivalente do que emitem. Isto significa que estas propriedades, além de compensarem todo o carbono por elas emitido na atmosfera, ainda contribuem sequestrando emissões vindas de outras fontes.

Quanto às propriedades com valores de emissões positivas de GEEs, embora o PRS – Cerrado esteja promovendo melhorias nos sistemas produtivos, no geral, possuem as maiores áreas de pastagens sem adoção de sistemas integrados, florestas e/ou grande quantidade de rebanho, consequentemente, a atividade agrícola passa a não ser capaz de compensar as emissões de GEEs oriundos da pecuária.

A verificação da adoção de sistemas de produção sustentáveis e do uso da terra foi realizada por meio do SatVeg e do SACIR, demonstrando a eficácia do protocolo e a performance das propriedades em termos de emissões por unidade animal de bovinos e/ou por tonelada de produção de grãos.

A abordagem e as ferramentas são de uso livre e podem ser utilizadas por produtores rurais, técnicos e cadeias do agronegócio como estratégia de identificação e avaliação de suas fontes de emissão de GEEs e para comunicar a sustentabilidade de sua produção, contribuindo através da adoção de tecnologias ABC para abertura e consolidação de mercados, diferenciação e obtenção de prêmios de preço para produtores. O sistema proposto pode ainda ser adequado a diferentes propósitos, como a verificação de baixo custo de projetos financiados por instituições públicas, até a customização para certificações privadas.

É evidente a melhoria da gestão agrícola e da promoção da sustentabilidade na agropecuária. As ferramentas desenvolvidas permitem que produtores rurais e cadeias do agronegócio avaliem, monitorem e relatem suas emissões de GEE, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas.

Publicações e Disseminação do Conhecimento

Os resultados promissores abrem caminho para futuras pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos, com potencial de aplicação em outras regiões e sistemas produtivos. O sucesso do

projeto demonstra a importância da integração de tecnologias na gestão agrícola, promovendo maior eficiência e sustentabilidade.

Em resumo, o projeto representa um avanço significativo na utilização de tecnologias MRV para a agricultura sustentável, oferecendo uma abordagem robusta para monitorar e reduzir as emissões de GEE na agropecuária brasileira.

- Pereira, V.C.S. Estoques de carbono e nitrogênio e agregação do solo em diferentes sistemas de produção agrícola sustentáveis e em vegetação nativa no cerrado. 2024. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2024.
- Sistema Agrotag MRV. Disponível em: <http://www.agrotag.cnptia.embrapa.br/>.
- SACIR. Sistema de Apoio à Caracterização do Imóvel Rural. Acesso livre via Web em breve.
- Web GHG Rural. Disponível em:- <https://calculadoraghg.cnpma.embrapa.br/login>.



Abordagem Nexus na Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): uma questão de segurança alimentar, hídrica e energética

Pesquisador: Bruno Alves

Instituição: Embrapa Agrobiologia

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 1.348.000,00

A pesquisa coordenada pelo pesquisador Bruno Alves (foto), da Embrapa Agrobiologia, explora a abordagem Nexus na Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). O foco da pesquisa está na segurança alimentar, hídrica e energética, tendo como um dos principais objetivos a verificação da mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) alcançada com a implementação das técnicas de produção de baixo carbono (TBC).

Utilizando a ferramenta *Ex-Ant Carbon-Balance* (Ex-Act) da FAO, a pesquisa estimou o balanço de carbono das áreas de adoção de tecnologias de baixo carbono no bioma Cerrado, abrangendo os estados de Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Antes, porém, a ferramenta foi melhorada por meio de levantamentos de dados sobre fatores de emissão e

por experimentação científica, para avançar em cálculos mais precisos de balanço de GEE, e mais representativos das condições da agropecuária dos Cerrados.

Principais Descobertas e Contribuições

1. Abordagem Nexus: Integração das dimensões de segurança alimentar, hídrica e energética, considerando os impactos da produção de alimentos na emissão de CO₂ e uso da terra;
2. Técnicas de Produção Sustentáveis: Implementação de práticas como a recuperação de pastagens, Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), sistemas silvipastoris e sistemas agroflorestais;
3. Metodologia de Balanço de GEE: Utilização do Ex-Act (ferramenta disponibilizada pela FAO) para estimar as emissões e remoções líquidas de GEE com base nas diretrizes do IPCC, com adequação para uma abordagem Tier 2 por meio da inclusão de fatores de emissão regionais.

Impactos em Números

Base de dados - Revisões de literatura e atividades de campo foram conduzidas com apoio de consultores, permitindo construir uma base de informações sobre fatores de emissão e de remoção de GEE para o aprimoramento da ferramenta Ex-Act usada para a realização de estimativas ex-ante e ex-post do impacto do projeto no balanço de GEE;

Balanço de GEE - A pesquisa apresentou resultados significativos na mitigação de GEE com a implementação das TBC. Os resultados mostram uma redução substancial nas emissões de GEE ao longo do tempo, que alcançou 1.642.932 toneladas de CO₂eq projetados para um período de 20 anos;

Recuperação de Pastagens e Sistemas Integrados - A adoção de tecnologias de baixo carbono, como a recuperação de pastagens e sistemas ILPF, mostrou-se eficaz na remoção de GEE. As áreas de projeto nos quatro estados, totalizando 55.856 hectares, foram monitoradas e analisadas, revelando a importância dos sistemas com árvores na mitigação de emissões. Os sistemas silvipastoris, utilizados em 10% da área do projeto, são responsáveis por 50% do total da mitigação de emissões de GEE, enquanto a recuperação de pastagens, adotada em 70% da área, contribuiu com 15% do total mitigado. O uso de árvores se mostrou essencial em solos mais arenosos, cuja capacidade de armazenamento de carbono pelo solo é menor.

Ações Desenvolvidas

1. A abordagem Nexus foi trabalhada no projeto a partir da combinação de critérios e indicadores ambientais e sociais para avaliar as TBC, visando avaliar impactos com a transição entre condição sem e com a presença do projeto;

2. Levantamento de Dados: Atividades de campo foram realizadas por consultores para coletar dados sobre os sistemas integrados e estoques de carbono no solo. A revisão dos dados de literatura e dos dados obtidos pelos consultores foi fundamental para aprimorar a metodologia de balanço de GEE;
3. Mapeamento de Uso do Solo: Elaboração de mapas de uso do solo por tipo de solo, seguindo a classificação do IPCC, para apoiar as estimativas de mitigação de emissões;
4. Avaliação de Tecnologias: Descrição de dados de atividade na condução das TBC, ou seja, os sistemas RPD e ILPF, em áreas do projeto sobre diferentes tipos de solo, com aplicação dos fatores de emissão e remoção adequados à região dos Cerrados para a contabilidade do balanço de GEE.

Publicações e Disseminação do Conhecimento

A pesquisa não apenas demonstrou a eficácia das TBC na mitigação de GEE, mas também destacou a importância da integração das dimensões de segurança alimentar, hídrica e energética. O projeto promoveu práticas agrícolas sustentáveis, contribuindo para a segurança alimentar e a redução dos impactos ambientais. Os resultados obtidos fortalecem as políticas públicas nacionais e proporcionam um modelo replicável para outras regiões.

O sucesso da abordagem Nexus e das TBC abre caminho para futuras pesquisas e implementações em larga escala. A continuidade das ações de monitoramento e a expansão das áreas de adoção de tecnologias de baixo carbono são cruciais para consolidar os benefícios ambientais e produtivos observados.

Em resumo, a pesquisa representa um avanço significativo na promoção da sustentabilidade na agropecuária brasileira, demonstrando como a integração de técnicas inovadoras pode transformar a gestão agrícola e contribuir para um futuro mais sustentável.



Desmatamento evitado e quantificação de serviços ecossistêmicos



Estimativa de desmatamento evitado e quantificação de serviços ecossistêmicos em municípios do bioma Cerrado

Pesquisador: Laurimar G. Vendrusculo

Instituição: Embrapa Agrossilvipastoril

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 300.000,00

A pesquisa, coordenada pela pesquisadora Laurimar G. Vendrusculo (foto), da Embrapa Agrossilvipastoril, teve como objetivo principal desenvolver metodologias para estimar o desmatamento evitado e quantificar os serviços ecossistêmicos proporcionados pela implementação de práticas agrícolas sustentáveis. Executado ao longo de 29 meses, o projeto contou com a parceria do PRS-Cerrado para desenvolvimento de suas atividades. A equipe principal incluiu pesquisadores da Embrapa, como Laurimar Gonçalves Vendrusculo e Cornélio Alberto Zolin e a doutoranda Daniella Dastagna.

Os principais objetivos do projeto incluíram desenvolver metodologias para calcular o desmatamento evitado em propriedades rurais no Cerrado; quantificar os serviços ecossistêmicos, medindo benefícios ambientais, como captura de carbono, melhoria da qualidade do solo e preservação da biodiversidade; e desenvolver indicadores econômicos, sociais e ambientais para avaliar a sustentabilidade das propriedades.

Principais Descobertas e Contribuições

O desmatamento evitado para os 101 municípios contemplados pelo PRS-Cerrado foi estimado de acordo com a metodologia desenvolvida por Tipper e Bournazel (2018), nomeada como “Hectares Indicator”. A metodologia é baseada no risco de desmatamento em função de cinco fatores, considerados chaves, que as áreas de cobertura natural estão submetidas.

Os fatores considerados chaves para o desmatamento são elencados no modelo ACEU, o qual permite classificar se a cobertura vegetal natural está em maior ou menor risco de desmatamento em função da influência de fatores aos quais estão submetidas.

$$\text{RISK} = (A + C + E) - U \quad (\text{Eq. 1})$$

em que: RISK - risco de desmatamento; A – accessibility, fator acessibilidade; C – cultivability, fator de aptidão agrícola; E – extractability, fator referente à existência de recursos extraíveis; U - protection status, fator de status de proteção.

O acesso às áreas de cobertura natural, segundo a metodologia, promove e facilita a exploração florestal e o desmatamento em áreas remotas, incentivando a imigração e o aumento da exploração agrícola. A cultivabilidade está ligada a maior ou menor aptidão agrícola do solo, sendo que áreas com maior aptidão agrícola têm maior risco de desmatamento, pois sofrem maior pressão para o desenvolvimento de áreas agricultáveis, enquanto as de menor aptidão sofrem menor pressão. Os recursos extraíveis indicam a existência de matéria-prima com valor comercial, áreas com a existência destes elementos sofrem maiores pressões, que resultam em degradação ambiental e desmatamento. E o risco de status de proteção refere-se a áreas legalmente protegidas, sejam elas estaduais, federais e municipais (Morel *et al.*, 2015)⁷.

- **Fator acessibilidade (A):** foi utilizada a base de dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2021) para rodovias estaduais e federais. Ao longo da malha viária foi estabelecida uma área de amortecimento, dividida em cinco classes, com intervalo de 4,5km a cada classe, totalizando 22,5km de amortecimento para cada lado ao longo da via;
- **Fator cultivabilidade (C):** foi extraído do shapefile de potencialidade agrícola do IBGE (2022), em que áreas consideradas de muito boa potencialidade ao desenvolvimento agrícola são consideradas de risco 5, áreas com boa potencialidade agrícola têm risco 4, potencialidade moderada é risco 3, áreas restritas o risco é 2 e áreas consideradas fortemente restritas o risco de desmatamento é 1;
- **Fator recursos extraíveis (E):** foi considerada a existência de cobertura vegetal natural restante (nível de referência) para o ano de avaliação (2020) e presença de minerais. Para a presença de cobertura natural foram utilizadas as classes de uso da terra: Formação Florestal, Formação Savânica, Campo Alagado e Área Pantanosa e Formação Campestre do banco de dados do projeto Mapbiomas, coleção 7.0, produto Uso e Cobertura da Terra. O dado referente ao recurso mineral foi oriundo do produto Processos Minerários Ativos, do banco de dados da Agência Nacional de Mineração (ANM), disponível na plataforma Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE);
- **Status de proteção (U):** foi utilizado o dado de Terra Indígena do banco de dados da FUNAI (2019), o dado de Unidades de Conservação do Ministério do Meio Ambiente (2019) e as áreas quilombolas do INCRA (2019). Devido à subtração do risco de desmatamento por serem áreas legalmente protegidas, a presença de áreas protegidas o risco é 1 e a ausência, o risco é 0.

Com base no risco de desmatamento é possível quantificar o desmatamento esperado. Conforme

⁷ Morel, V.; Viergever, K.; Tipper, R.; Mitchard, E. Risk Based Methodology for Assessing Avoided Deforestation with Application in ICF Forest Programms in Brazilian Cerrado; Edinburgh, UK, 2015.

a metodologia, nas áreas consideradas de risco muito baixo ao desmatamento espera-se uma perda de 10% no período de 20 anos, para a classe de risco baixo espera-se uma perda de 30% no período de 20 anos, para a classe de risco médio, a perda de 50%, para a classe de risco alto, perda de 70% e risco muito alto, uma perda de 90% no período de 20 anos.

Desta forma, da diferença entre o desmatamento esperado para o ano de avaliação e o desmatamento estimado para o mesmo ano tem-se o desmatamento evitado. Para estimar o desmatamento foi realizada a subtração da cobertura vegetal natural de 2021 em função de 2020, com o uso do produto Uso e Cobertura da Terra da plataforma Mapbiomas coleção 7.

Impactos em Números

Indicadores de Sustentabilidade

1. Estimativa do Desmatamento Evitado:
 - **Perdas Menores que as Estimadas:** Em todos os estados (MG, GO, MT e MS), as Unidades Demonstrativas (UDs) apresentaram perdas esperadas menores do que as estimadas em 2020 nas classes de risco baixo e muito baixo. Contudo, ressalta-se que os fatores econômicos e sociais não considerados pela metodologia ACEU podem explicar esta diferença;
 - **Desmatamento Evitado Total Negativo:** As UD's apresentaram desmatamento evitado total negativo, apontando que o desmatamento estimado foi maior do que o esperado para 2020. No entanto, áreas de reserva legal e Áreas de Preservação Permanente (APP) não foram consideradas, desta forma, o desmatamento esperado pode apresentar subestimativas que podem influenciar os resultados de desmatamento evitado.
2. Quantificação de Serviços Ecossistêmicos:
 - **Captura de Carbono:** A adoção de práticas sustentáveis resultou na captura significativa de carbono. Em 2020 foram removidas 163.425 toneladas de CO₂. As estimativas para 2025 e 2030 são de 199.190 e 326.930 toneladas de CO₂, respectivamente;
 - **Melhoria da Qualidade do Solo:** A implementação de sistemas integrados como ILPF aumentou significativamente o teor de matéria orgânica e a capacidade de retenção de água no solo.

Detalhamento dos Resultados

1. Risco de Desmatamento e Cobertura Vegetal Natural:
 - **Cobertura Vegetal Natural em 2020:** Para os municípios atendidos pelos PRS Fase II - Bioma Cerrado, a cobertura vegetal natural em 2020 era de 15.058.949,38 ha,

dos quais 51% estava nos municípios mato-grossenses, 19% nos municípios de Mato Grosso do Sul, 14% em Goiás e 16% nos municípios mineiros;

- **Distribuição dos Fatores de Risco:** A maior porção da cobertura vegetal natural nos estados, cerca de 50,7%, estava nas classes de risco médio a muito baixo para o desmatamento, enquanto a classe de risco muito alto tinha a menor proporção de cobertura natural, aproximadamente 13,3%.

2. Desmatamento Estimado e Realizado:

- **Desmatamento Total em 2020:** O desmatamento total para os municípios contemplados pelo PRS foi de 337.742,21 ha, sendo 127.174,08 ha em Mato Grosso, 105.936,27 ha em Mato Grosso do Sul, 42.357,91 ha em Goiás e 62.278,95 ha em Minas Gerais;
- **Desmatamento Esperado para 2020:** O desmatamento esperado foi de 172.802,29 ha em Mato Grosso, 61.000,67 ha em Mato Grosso do Sul, 42.587,50 ha em Goiás e 53.585,17 ha em Minas Gerais.

3. Desmatamento Evitado por Estado:

- **Mato Grosso:** Desmatamento evitado positivo de 45.628,21 ha;
- **Mato Grosso do Sul:** Desmatamento evitado negativo de -44.935,60 ha;
- **Goiás:** Desmatamento evitado negativo de 229,59 ha;
- **Minas Gerais:** Desmatamento evitado negativo de -8.693,78 ha.

Publicações e Disseminação do Conhecimento

Um dos trabalhos em destaque é a dissertação de mestrado “Aptidão Agrícola dos Municípios Mato-Grossenses do Projeto Rural Sustentável – Fase I”. Este estudo oferece uma análise detalhada das potencialidades e limitações agrícolas dos municípios de Mato Grosso que participam do projeto, proporcionando informações cruciais para o desenvolvimento sustentável da região.

Outro trabalho relevante é a dissertação de mestrado intitulada “Erosividade e Risco de Desmatamento em Áreas de Cerrado” que utiliza métodos de análise espacial e dados pluviométricos para avaliar a erosividade das chuvas e o risco de desmatamento no Cerrado. Esta pesquisa é complementada pelo artigo científico “Rainfall Erosivity in Municipalities of Brazilian Cerrado Biome”, que apresenta dados críticos para a gestão ambiental e agrícola do bioma Cerrado.

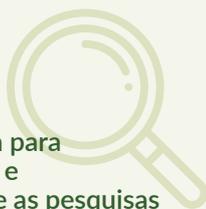
A precisão das análises climáticas e hidrológicas na região de Sorriso (MT) é aprimorada pelo artigo “Regressão Linear para Correção de Falhas da Estação Pluviométrica de Sorriso, MT”, que introduz um método de regressão linear para corrigir falhas nos dados pluviométricos da estação local.

A importância da tecnologia na preservação ambiental é destacada em uma matéria jornalística intitulada “Estudo Usa Dados Espaciais para Classificar Risco de Desmatamento no Cerrado”. Esta matéria descreve como a pesquisa utiliza dados espaciais para avaliar e classificar o risco de desmatamento, enfatizando a relevância destas ferramentas tecnológicas para a conservação do Cerrado.

Em uma entrevista intitulada “Pesquisa Auxilia no Combate ao Desmatamento no Cerrado”, a coordenadora da pesquisa discute os principais achados de suas pesquisas e como estes resultados podem ser aplicados para combater o desmatamento no bioma Cerrado.

Por fim, o artigo científico “Serviços Ecosistêmicos de Perdas de Sedimentos em Algumas Áreas do Bioma Cerrado, Utilizando o Software INVEST” explora os serviços ecosistêmicos relacionados à perda de sedimentos. Utilizando o software INVEST, este estudo oferece uma modelagem detalhada e análise dos dados, contribuindo para o conhecimento e a preservação dos serviços ecosistêmicos no Cerrado.

Estas publicações fazem parte da disseminação do conhecimento científico e para a implementação de práticas sustentáveis na agricultura e na conservação ambiental.



Aponte sua câmera para o QR Code ao lado e conheça mais sobre as pesquisas apoiadas pelo PRS - Cerrado







PESQUISAS DO EDITAL P&D

EDITAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D): ESTUDOS EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NO BIOMA CERRADO

O intuito principal do edital foi a seleção de pesquisas em Sistemas Sustentáveis de Produção Agropecuária, com especial foco em temas como Agropecuária de Baixa Emissão de Carbono e Inovações Tecnológicas e de Mercado nas regiões do bioma Cerrado nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Direcionado a instituições de ensino e pesquisa e seus pesquisadores, o edital promoveu a formação de consórcios com produtores, ONGs e outras entidades colaboradoras.

Inicialmente orçado em 2 milhões de reais, destinando 500 mil reais a cada estado envolvido no PRS - Cerrado, a qualidade e quantidade das propostas resultaram em um investimento ampliado para mais de 4 milhões de reais, com o número de propostas aprovadas seguindo esta expansão. Cada proposta contemplada recebeu um financiamento máximo de 230 mil reais.

O recebimento de 79 propostas de pesquisa, em áreas específicas e com tamanha adesão da comunidade científica, ratifica a relevância e o alcance do edital. Destas, 44 abordaram Sustentabilidade na Produção Agropecuária, 19 focaram em Agricultura de Baixa Emissão de Carbono e 16 exploraram Inovações Tecnológicas e de Mercado. No que tange às instituições proponentes, 48% das propostas foram de Instituições de Ensino Públicas, 22% de Instituições de Pesquisa Públicas e 14% de Institutos Federais, sendo 53% destas propostas compostas por consórcios predominantemente do setor público.

Após o processo seletivo, 22 pesquisas foram aprovadas, com um prazo de execução de 22 meses, distribuídas em 6 projetos em Goiás, 6 em Minas Gerais, 4 no Mato Grosso do Sul e 6 no Mato Grosso (Figura 2).

O edital de P&D passou por uma avaliação em duas fases distintas, iniciando com a submissão de propostas simplificadas e *pitch decks*⁸, avançando para a Fase I com análises comparativas, culminando na Fase II com a submissão detalhada das propostas selecionadas. O desfecho do processo ocorreu com a seleção conduzida pelo Comitê Estratégico vinculado ao PRS-Cerrado, composto por representantes das instituições participantes do Comitê Consultivo do projeto.

⁸ Pitch deck é uma apresentação rápida e visual utilizada para mostrar para o público os principais diferenciais da sua proposta. É produzida em formas de slides e outros meios audiovisuais e textuais que dão suporte à fala de quem está expressando as ideias relevantes do projeto.

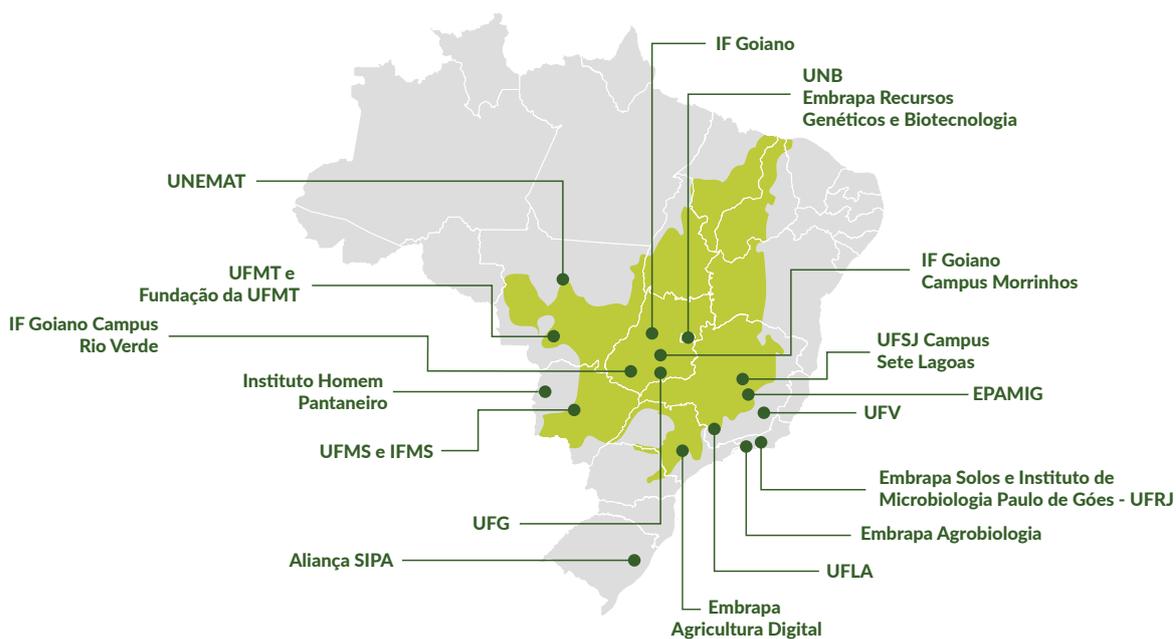


Figura 2. Identificação dos locais das instituições com projetos aprovados no Edital de Pesquisa e Desenvolvimento.

Fonte: PRS - Cerrado.

A supervisão e a gestão dos recursos financeiros destinados às pesquisas foram conduzidas de forma eficaz e transparente por meio do Sistema de Acompanhamento das Pesquisas. Este sistema garante um acompanhamento cuidadoso ao longo de todo o processo. No próximo subcapítulo serão detalhados os principais resultados provenientes das pesquisas contempladas no Edital de Pesquisa e Desenvolvimento, enfatizando os avanços e descobertas que emergiram destas análises aprofundadas. Além disso, será ressaltado o comprometimento contínuo com a inovação e o desenvolvimento sustentável na região do Cerrado.

PESQUISAS EDITAL P&D REALIZADAS EM MATO GROSSO



Sustentabilidade na produção agropecuária



Pecuária-Cum-Baru: sistemas silvipastoris com árvores nativas no Cerrado

Pesquisador: Aldicir Scariot

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 199.976,00

A pesquisa liderada pelo pesquisador Aldicir Scariot (foto), da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, está trazendo à luz os sistemas silvipastoris com árvores nativas e seus benefícios. Focando particularmente no cumbaru (*Dipteryx alata*), uma árvore leguminosa reconhecida por produzir frutos, folhas e sombra para o gado, castanhas para as pessoas e interagir positivamente com o capim, o estudo abrange os municípios de Poconé, Nossa Senhora do Livramento e Cáceres, no coração do Mato Grosso.

O ponto de partida para esta pesquisa inovadora foi a seleção de quarenta e três propriedades pecuárias, onde cada uma representa uma unidade de manejo caracterizada por solo, relevo e vegetação homogêneos. Em cada propriedade, uma parcela de 1 hectare (50 x 200 m) foi demarcada para a realização da amostragem.

Entre março e abril de 2022, durante o final da estação das chuvas, a equipe conduziu um levantamento florístico detalhado, coletou amostras de solo e sobrevoou com drone. Este levantamento envolveu uma análise segmentada da vegetação, focando na cobertura do solo, regeneração lenhosa e árvores.

Para quantificar a cobertura vegetal, os pesquisadores usaram o método de pontos de intersecção em linhas: uma técnica onde uma vareta de 2 metros é posicionada perpendicularmente ao solo a cada metro, registrando todas as plantas que a tocam e identificando áreas de solo exposto. Além disto, para os regenerantes lenhosos e árvores foram medidos parâmetros como diâmetro a 1,3 m do solo (DAP), altura do fuste e da copa, assim como o diâmetro da copa, proporcionando uma análise precisa da flora e do volume de copa e madeira das árvores na pastagem.

A equipe realizou estimativas de biomassa aérea e estoque de carbono das árvores, utilizando variáveis dendrométricas e modelos preditivos não destrutivos. As amostras de solo coletadas em diferentes profundidades foram analisadas para quantificar o carbono total, contribuindo para uma avaliação abrangente dos estoques de carbono no solo.

Nas 43 pastagens foram amostradas 189 espécies na cobertura do solo, pertencentes a 41 famílias. Destas, 14 são espécies de capim plantado, 165 espécies nativas (capim, ervas, lianas, subarbustos, arbustos e árvores) e 10 espécies de plantas daninhas. Identificamos 1090 árvores adultas (média de 25 ind.ha⁻¹) e 2796 recrutas (média de 406 recrutas.ha⁻¹). Cumbaru foi a espécie com maior número de indivíduos amostrados, com 312 árvores adultas em 31 pastagens. Porém, havia 97 espécies de árvores adultas e 90 espécies de árvores recrutas. O estoque de carbono nas árvores adiciona cerca de 10% ao estoque total nas pastagens. As árvores ainda adicionam valor econômico pela produção de castanhas e madeira para uso— estes serviços ecossistêmicos estão sendo quantificados.

Os resultados destacam a importância dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade agropecuária. Além de proporcionar uma nova perspectiva sobre a percepção dos agropecuaristas locais, a pesquisa revela o impacto positivo destes sistemas na cadeia produtiva do cumbaru.

Os benefícios dos sistemas silvipastoris com árvores nativas são diversos e significativos: desde o sequestro de carbono e a fixação de nitrogênio no solo até a maior infiltração e retenção de água, enriquecimento da dieta do gado, conservação da biodiversidade e promoção de cadeias produtivas sustentáveis. Estas práticas demonstram um enorme potencial em promover a sustentabilidade das pastagens no Cerrado, uma das regiões mais biodiversas e ameaçadas do Brasil.

À medida que a equipe de pesquisa compila e interpreta os dados, o impacto potencial destas descobertas se torna cada vez mais evidente. As publicações derivadas deste estudo prometem trazer novos insights sobre os serviços ambientais da região, especialmente no que diz respeito ao sistema tradicional silvipastoril com cumbaru.

As implicações das descobertas vão além do campo acadêmico, influenciando diretamente a formulação de políticas públicas e subsídios a incentivos econômicos, como selos e pagamento por serviços ambientais. Espera-se que estas novas práticas sustentáveis recebam incentivo e sejam integradas em estratégias voltadas ao fortalecimento e desenvolvimento rural, incluindo a coleta, comercialização e processamento das sementes de baru.

Com uma abordagem técnica e metódica, os pesquisadores da Embrapa e seus colegas estão promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes. Estes esforços não apenas sublinham a necessidade de integrar a produção agropecuária com a conservação ambiental, mas também apontam para um futuro mais equilibrado e promissor para a região do Cerrado de Mato Grosso.



Aplicação de modelagem computacional e sensoriamento remoto no desenvolvimento e avaliação de agroecossistemas sustentáveis no Cerrado

Pesquisador: Daniel Abreu

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 205.448,42

O estudo desenvolvido pelo pesquisador Daniel Abreu (foto), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) em Sinop (MT), Coordenador do Programa AgriSciences, e sua equipe, tem contribuído para promoção da inovação na agricultura brasileira. A pesquisa utiliza modelagem computacional e sensoriamento remoto para investigação e atualização de sistemas de produção agrícola e pecuária. Este estudo não apenas impulsiona a intensificação sustentável das atividades produtivas, mas também promove uma integração vital entre os produtores(as) rurais e o conhecimento acadêmico.

À frente deste projeto inovador encontra-se uma equipe de especialistas vinculados à UFMT e à EMPAER-MT. A equipe é composta por Daniel Carneiro de Abreu, Wininton Mendes da Silva, Cleverson Freitas de Almeida, Danielle Helena Muller, Sylvia Sanae Takishita, Jessica Lima Viana e Luana Molossi. Além destes experientes pesquisadores, o projeto conta com a valiosa colaboração internacional de Aaron Kinyu Hoshide, da Universidade do Maine (EUA). A equipe parceira integra ainda Dalíhia Nazaré dos Santos da EMPAER-MT, Axel Garcia y Garcia da Universidade de Minnesota (EUA), Lino Roberto Ferreira da UFV e Abílio Rodrigues Pacheco da Embrapa, todos trazendo uma riqueza de experiência e um elevado grau de especialização às suas respectivas áreas, contribuindo significativamente para o sucesso e a abrangência do projeto.

O cerne desta pesquisa reside na avaliação de sistemas de produção agropecuários por meio de técnicas de modelagem computacional, objetivando a otimização sustentável destas atividades. Paralelamente, o projeto se dedica a aproximar profissionais de campo e produtores rurais do vasto acervo de conhecimento gerado pelas academias, promovendo uma integração efetiva da produção científica e da inovação tecnológica adaptada ou criada sob a égide do projeto.

Com este intuito foram conduzidos ensaios experimentais no Centro Regional de Pesquisa e Transferência de Tecnologia da EMPAER-MT em Sinop (MT), aplicando tecnologias de baixa emissão de carbono e as melhores práticas agrícolas. Posteriormente, cenários sustentáveis foram simulados pelo modelo computacional *Integrated Farm System Model* (IFSM), utilizan-

do dados tanto biológicos quanto econômicos de sistemas comerciais de cultivo e criação. Adicionalmente foi realizada uma capacitação abrangente envolvendo produtores rurais, estudantes, pesquisadores e agentes de extensão rural, disseminando materiais digitais focados na introdução de tecnologias inovadoras para atingir cenários de produção mais sustentáveis e eficientes.

Os dados gerados por este projeto oferecem uma base sólida para a aplicação de boas práticas agrícolas em todo o bioma Cerrado e potencialmente em outros biomas. Estas informações são instrumentalizadas por produtores rurais, pesquisadores e agentes de extensão, permitindo a adaptação das práticas às características específicas das propriedades rurais, contemplando aspectos como experiência no cultivo de culturas anuais, nível tecnológico, acesso à assistência técnica, infraestrutura e logística.

Os resultados do projeto são tangíveis e impactantes: estruturamos e operacionalizamos ensaios experimentais no Centro Regional de Pesquisa e Transferência de Tecnologia da EMPAER-MT em Sinop (MT), capacitamos cerca de 750 profissionais e produtores rurais e publicamos dois livros e três artigos científicos. Estes resultados evidenciam a relevância e a influência positiva do projeto na difusão de práticas agrícolas sustentáveis e no desenvolvimento das capacidades dos profissionais e produtores do setor.

Dada a enorme heterogeneidade dos biomas brasileiros em termos de condições edafoclimáticas, dimensão das propriedades, escala de produção e nível tecnológico, além do perfil educacional e econômico dos produtores, a modelagem computacional emerge como um ferramental poderoso para o manejo correto dos solos e a otimização de práticas agrônômicas sustentáveis. Entretanto, a efetiva adoção das práticas e sistemas de cultivo delineados pelo projeto requer uma adequada adaptação às aptidões e condições edafoclimáticas regionais.

A importância destas pesquisas para a sociedade acadêmica, produtores rurais e outros stakeholders está alicerçada na capacidade de promover uma agricultura mais eficiente e sustentável, respondendo aos desafios econômicos e ambientais contemporâneos. O PRS - Cerrado, em particular, desempenhou um papel crucial na execução deste projeto ao fornecer não apenas suporte financeiro, mas também orientação técnica e logística, permitindo que este estudo robusto fosse realizado com êxito.

A sinergia entre as diversas instituições e pesquisadores envolvidos solidifica a relevância e o impacto destas iniciativas, abrindo novas fronteiras para a aplicação de tecnologias de ponta no campo e contribuindo significativamente para a sustentabilidade agrícola do bioma Cerrado. Esta cooperação e a geração de conhecimento inovador reafirmam o compromisso com a evolução tecnológica e a sustentabilidade das práticas agropecuárias, beneficiando diretamente a comunidade acadêmica, produtores rurais e toda a sociedade.



Integração Pecuária-Floresta como forma de garantir sustentabilidade nos municípios da bacia leiteira da mesorregião sudeste do estado de Mato Grosso

Pesquisador: Danieli Artuzi Pes Backes

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 180.000,00

O objetivo principal da pesquisa, liderada pela coordenadora Danieli Artuzi Pes Backes (foto), foi identificar e resolver desafios que afetam a sustentabilidade e a eficiência produtiva da atividade leiteira na mesorregião sudeste do estado do Mato Grosso.

O projeto adotou uma abordagem multidisciplinar, combinando pesquisa de campo, análise de dados e capacitação dos(as) agricultores(as). Com isto, foram implementadas boas práticas que visam melhorar o manejo animal, a nutrição, a gestão de recursos e a criação de embalagens sustentáveis para produtos da agricultura familiar.

A Cooperativa dos Agricultores Familiares do Assentamento Santo Antônio da Fartura (Coopersaf) foi a principal beneficiada. Com a disseminação de conhecimento e orientação técnica, os(as) produtores(as) aprenderam a mitigar problemas como multas por contaminação bacteriana no leite e descontos devido à mastite. Treinamentos específicos na detecção precoce de mastite, materiais para testes e instruções detalhadas elevaram a qualidade do leite e do manejo do rebanho.

Testes laboratoriais nas rações indicaram deficiências nutricionais, que foram corrigidas com orientações sobre alimentação adequada, manejo reprodutivo e recuperação de pastagens degradadas. A atuação da equipe de Engenharia Florestal foi crucial para adequar ambientalmente as propriedades e facilitar o acesso ao Cadastro Ambiental Rural (CAR), aumentando as chances de regularização e crédito rural.

Um destaque do projeto foi a implementação de unidades demonstrativas de sistemas silvipastoris, que combinam espécies nativas valiosas com a criação de gado. Esta estratégia promove a conscientização sobre a preservação ambiental, bem-estar animal e aumento da produtividade. Além disto, pesquisas laboratoriais resultaram em inovações, como embalagens sustentáveis e filmes biodegradáveis, contribuindo para a conservação dos produtos e avanços na ciência.

O impacto do projeto vai além da sustentabilidade. Ele serve como exemplo de colaboração eficaz entre pesquisa e comunidade, empoderando os agricultores com conhecimento técnico

e habilidades práticas. A iniciativa eleva o padrão de produção, melhora a qualidade dos produtos e fortalece a relação com o meio ambiente. Isto não só beneficia os produtores rurais individualmente, mas também promove o desenvolvimento econômico e ambiental da região, impulsionando práticas agrícolas mais responsáveis e lucrativas para toda a sociedade.



Intensificação, diversificação e inovação agropecuária no Cerrado brasileiro: modelos e cenários para 2030

Pesquisador: Mateus Batistella

Instituição: Embrapa Agricultura Digital

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

Sob a liderança do pesquisador Mateus Batistella (foto), da Embrapa Agricultura Digital, um estudo abrangente foi conduzido para intensificar, diversificar e inovar a agricultura e a pecuária no bioma Cerrado, com um enfoque especial no estado de Mato Grosso. Este projeto, parte integrante do PRS - Cerrado, tem como objetivo principal promover uma produção sustentável, aliando tecnologia e práticas ecologicamente responsáveis para maximizar a produtividade e minimizar os impactos ambientais.

Utilizando uma abordagem multiescalar, o estudo se propôs a atingir vários objetivos ambiciosos:

1. **Desenvolvimento de Bases de Dados Geoespaciais:** Criação de bases de dados detalhadas para o Cerrado mato-grossense e para as unidades demonstrativas do PRS-Cerrado, permitindo uma análise precisa das oportunidades e barreiras à diversificação agropecuária;
2. **Análise de Cenários de Restauração:** Avaliação de diferentes cenários de restauração de biomas para reduzir o impacto na produção agrícola, promovendo ao mesmo tempo a restauração em áreas com alto potencial de sequestro de carbono e ganhos em biodiversidade.

As ações em campo realizadas no Mato Grosso foram essenciais para o desenvolvimento da pesquisa e incluíram:

- **Coleta de Dados Secundários:** Obtenção de dados de fontes respeitadas, como IABS, IBGE, CAR, e Mapbiomas;

- **Entrevistas nas Unidades Demonstrativas:** Interação direta com produtores e técnicos em diversas localidades;
- **Desenvolvimento de Bases de Dados Geoespaciais:** Criação de mapas e modelos que auxiliam na tomada de decisões estratégicas;
- **Uso de Tecnologia de Drones:** Coleta de dados multiespectrais via drones em regiões como Campo Verde e Campo Novo do Parecis.

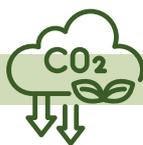
Os resultados do estudo foram amplamente divulgados em periódicos de alto impacto, como *Science of Total Environment e Land*.

O estudo revelou que o acesso ao mercado tem um impacto significativo nas decisões dos agricultores, influenciando tanto a escolha de culturas quanto a adoção de novas tecnologias. Um modelo de regressão foi desenvolvido para avaliar como variáveis relativas ao acesso ao mercado e à comercialização afetam a diversificação agrícola em 5.565 municípios brasileiros, entre 2013 e 2021. Os resultados destacaram a importância da logística e da infraestrutura, apontando que estes fatores devem ser considerados em políticas públicas direcionadas ao aumento da sustentabilidade.

Além disso, a pesquisa mostrou que é viável usar terras menos produtivas para compensar o déficit de reservas legais, com um impacto relativamente baixo na produção agrícola atual. Isto abre caminho para um mercado viável de créditos de carbono, beneficiando proprietários de terras em áreas menos produtivas e promovendo a compensação ambiental por meio de comércio de créditos de carbono.

Os achados da pesquisa foram compartilhados com a comunidade acadêmica e associações de produtores, contribuindo significativamente para a formulação de políticas agropecuárias e ambientais. A compreensão das dinâmicas de uso da terra e a adoção de práticas sustentáveis são fundamentais para o desenvolvimento sustentável e a redução da pobreza rural no Mato Grosso.

O projeto PRS - Cerrado desempenha um papel crucial não só na pesquisa, mas também na prática agrícola sustentável. Facilitando a formação de uma base de conhecimento robusta, ele apoia inovações que promovem a sustentabilidade ambiental e produtiva. A infraestrutura e recursos do PRS-Cerrado são fundamentais para permitir que estas pesquisas se desenvolvam plenamente, garantindo um impacto positivo duradouro tanto na agricultura quanto na conservação ambiental. Com este suporte contínuo, o PRS-Cerrado se consolidou como um alicerce vital para o progresso sustentável da agropecuária no Cerrado.



Agricultura de baixa emissão de carbono



Intensificação sustentável em solos arenosos com sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) no Cerrado

Pesquisador: Edicarlos Damacena de Souza

Instituição: Aliança SIPA

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

A pesquisa realizada por uma equipe multidisciplinar, liderada pelo pesquisador Edicarlos Damacena de Souza (foto), da Aliança SIPA, desenvolveu uma tecnologia que promete transformar a produção agropecuária. Composta por estudantes de Biologia, Zootecnia, Economia, Agronomia e Engenharia Agrícola e Ambiental das Universidades Federais de Rondonópolis, Paraná e Rio Grande do Sul, juntamente com o Serviço de Inteligência em Agronegócios (SIA), os estudos focam em sistemas de produção agropecuária puros e integrados, com especial atenção ao cultivo de algodão em solos arenosos.

A pesquisa enfrenta o desafio de cultivar algodão em solos arenosos, que tradicionalmente possuem baixa fertilidade e reduzida capacidade de retenção de água. O objetivo é criar um pacote tecnológico que permita a integração de lavoura e pecuária, visando à sustentabilidade e segurança alimentar.

Para alcançar esses objetivos, foram realizados experimentos em uma área de 6,25 hectares, dividida em três blocos casualizados com cinco tratamentos. Cada tratamento combina diferentes níveis de diversidade funcional, variando de soja durante a safra com diferentes práticas na entressafra, incluindo o cultivo de *Urochloa ruziziensis*, niger, nabo forrageiro, feijão caupi e trigo mourisco. Em alguns tratamentos foi inserida a prática de pastejo de animais.

O projeto possibilitou (i) consolidar conhecimentos em sistemas de produção de baixo impacto ambiental, otimizando o uso sustentável dos solos frágeis do Mato Grosso; (ii) caracterizar os estoques de matéria orgânica do solo, inclusive os principais atributos reguladores destes estoques; (iii) estabelecer uma Unidade de Excelência em Sistemas de Produção Sustentáveis, focada na capacitação contínua de técnicos e produtores; e (iv) disseminar conceitos de intensificação sustentável em diversos meios.

Entre os principais resultados obtidos, destaca-se o aumento dos teores de matéria orgânica do solo (MOS), proporcional à diversidade funcional. A maior produtividade de algodão foi observada nos sistemas com alta diversidade funcional, atingindo 4,1 Mg ha⁻¹, uma produtividade 156% superior ao sistema com baixa diversidade.

Os resultados da pesquisa indicam que mesmo em solos arenosos, considerados menos propícios para a agricultura, é possível obter altos rendimentos com práticas de diversidade funcional. A construção da fertilidade e das características físicas destes solos é imprescindível, permitindo que as raízes se desenvolvam mais e explorem maiores profundidades, onde a umidade é maior. Além disto, a prática do cultivo com o solo coberto por palha de uma variedade maior de espécies ajuda a melhorar a qualidade dos nutrientes no solo, reciclar materiais orgânicos e estabilizar o carbono, fator crucial na mitigação dos gases de efeito estufa.

Este trabalho de pesquisa é essencial para a sociedade e, especialmente, para os produtores rurais. Ele mostra caminhos viáveis para aumentar a produtividade de forma sustentável em áreas desafiadoras. O projeto PRS-Cerrado se destaca como um pilar no desenvolvimento destas atividades, fornecendo a estrutura e apoio necessários para que pesquisas inovadoras possam ser conduzidas e implementadas. A importância do PRS Cerrado transcende a pesquisa científica, contribuindo para a capacitação de produtores e técnicos, disseminação do conhecimento e promoção de práticas agrícolas que respeitam o meio ambiente e garantem a sustentabilidade das futuras gerações.

Com esta abordagem integrada e sustentável, o Cerrado não é apenas preservado, mas também se torna um campo fértil para a inovação e a produtividade agropecuária.



Qualidade do solo em áreas de sistemas integrados no Cerrado mato-grossense

Pesquisador: Silvio Yoshiharu Ushiwata

Instituição: Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 121.800,00

No Cerrado mato-grossense, o pesquisador Silvio Yoshiharu Ushiwata (foto), da Universidade do Estado de Mato Grosso, foi responsável por liderar um grupo de pesquisa composto por pesquisadores da Embrapa Floresta e da Universidade Estadual de Maringá (UEM), acadêmicos do programa de pós-graduação em Ciências do Solo da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e graduandos em Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT/Campus Nova Xavantina). O foco do estudo foi avaliar a qualidade física, química e biológica do solo em áreas de sistemas integrados (ILP, IPF e sistemas agroflorestais) em propriedades rurais no Cerrado.

As análises químicas laboratoriais incluíram pH, matéria orgânica e teores de cálcio, magnésio, potássio trocáveis, fósforo disponível, saturação por bases e saturação por alumínio. Estes parâmetros são essenciais para entender o estado nutricional e a saúde geral do solo.

Para a qualidade física foram avaliadas a resistência à penetração do solo (RPS), macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo. Estas medidas são cruciais para determinar a compactação do solo e sua capacidade de retenção de água e nutrientes. A qualidade biológica foi avaliada através de atividades enzimáticas, como beta-glicosidase, fosfatase ácida e arilsulfatase. Além do mais, a quantificação, biomassa e identificação das minhocas proporcionaram uma visão sobre a biodiversidade e vitalidade do solo.

Na Fazenda São Luiz, situada no Vale do Araguaia, foram avaliadas cinco áreas distintas, incluindo três áreas de ILP com diferentes anos de implantação (2013, 2014 e 2015), uma área de pastagem degradada e uma área de vegetação nativa de Cerrado. A pesquisa utilizou métodos rigorosos, como análise de solo, determinação de resistência à penetração e coleta de monólitos para triagem de minhocas.

Na Fazenda Brasil, o estudo abrangeu áreas de ILP com soja e *Urochloa ruziziensis*, ILP irrigada com soja, milho e *Urochloa humidicola*, além de áreas de pastejo contínuo e vegetação de Cerrado. A coleta de amostras e análise das propriedades químicas, físicas e biológicas foram realizadas em maiores profundidades, oferecendo uma visão completa da qualidade do solo.

No Sítio 25 de Dezembro, foram examinadas áreas de integração pecuária-floresta com *Urochloa ruziziensis* e eucalipto, além de áreas de pastagem degradada e sistemas agroflorestais. As amostras foram coletadas em diferentes épocas para avaliações químicas, físicas e biológicas, permitindo uma análise detalhada e abrangente.

Inicialmente foi realizada uma caracterização granulométrica dos solos estudados — os solos apresentaram textura média nas Fazenda São Luiz e Fazenda Brasil e textura argilosa no Sítio 25 de Dezembro. A avaliação das Fazendas São Luiz, Brasil e Sítio 25 de Dezembro revelou resultados distintos em diferentes aspectos.

Propriedades Químicas: Os teores de matéria orgânica e minerais foram analisados, evidenciando áreas de ILP com teores superiores de cálcio, magnésio e potencial trocável. A correção e a adubação nestes locais resultaram em melhorias notáveis nas propriedades químicas.

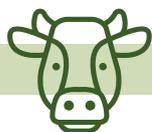
Propriedades Físicas: A resistência à penetração e a porosidade foram examinadas, apontando desafios com alta resistência à penetração em áreas de ILP e pastagens degradadas.

Propriedades Biológicas: A atividade enzimática do solo e a presença de minhocas indicaram melhorias em áreas de sistemas integrados e relação a pastagens degradadas.

As propriedades químicas e biológicas mostraram-se favoráveis em áreas de sistemas integrados, enquanto as propriedades físicas apresentaram limitações. A importância de uma análise abrangente do solo, considerando seus diversos aspectos, foi destacada para promover práticas agrícolas sustentáveis e melhorar a qualidade do solo a longo prazo.

Os resultados destacam a importância crucial de uma avaliação abrangente do solo, que leve em consideração não apenas as suas propriedades físicas, químicas e biológicas, mas também a interação entre estes elementos para orientar práticas de manejo agrícola mais eficazes e ambientalmente sustentáveis no futuro. Esta abordagem integrada é essencial para garantir a produtividade e sustentabilidade a longo prazo, fornecendo orientações valiosas para os produtores rurais no Cerrado. Cuidar da qualidade do solo não apenas beneficia a agricultura local, mas também contribui para a preservação do ecossistema e a saúde geral da produção agrícola da região.

PESQUISAS EDITAL P&D REALIZADAS EM GOIÁS



Sustentabilidade na produção agropecuária



O pequeno produtor rural 4.0: tecnologias, formação, conservação e consumo sustentável no nordeste goiano

Pesquisador: Adriano Darosci

Instituição: Instituto Federal Goiano

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

Esta pesquisa inovadora, liderada pelo pesquisador Adriano Darosci (foto), do Instituto Federal Goiano, está criando um impacto profundo e duradouro no nordeste goiano, conectando pequenos produtores diretamente aos consumidores, eliminando intermediários e revitalizando áreas degradadas. A equipe é composta por pesquisadores, estudantes e moradores locais, que trabalham incessantemente para promover práticas agroecológicas sustentáveis e desenvolver tecnologias que fortaleçam a economia rural.

O trabalho teve início com o entendimento das necessidades da comunidade local, compreendendo os desafios enfrentados pelos pequenos produtores(as) rurais. Como resposta a esses desafios, foi desenvolvido o aplicativo “OFairTa”, que moderniza a venda de produtos agrícolas. Este aplicativo permite que produtores negociem sua produção diretamente, como em uma feira virtual, e ainda conta a história dos seus cultivos, criando uma conexão emocional e transparente com o consumidor.

O impacto vai além da tecnologia. Em dois assentamentos locais, a equipe implementou um curso técnico de 36 horas para 26 pequenos produtores, abordando temas como desenvolvimento sustentável, empreendedorismo e agroecologia. Além disto, iniciaram a recuperação de áreas degradadas, com o plantio de mudas nativas, e a valoração do ambiente natural local, registrando cerca de 50 aves em áreas de reserva e de matas no assentamento, incluindo espécies raras como o assanhadinho-de-cauda-preta e o papa-lagarta-de-asa-vermelha, e 10 espécies de mamíferos, destacando grandes felinos como a jaguatirica e a onça-parda.

Estas ações não só restauraram a biodiversidade, promovendo o ecoturismo e as políticas conservacionistas, mas também projetaram um modelo de horta agroecológica em espaços comunitários, visando beneficiar e formar a comunidade local.

Os resultados são claros e transformadores. Pequenos produtores, que antes enfrentavam dificuldades para acessar mercados maiores, agora contam com uma plataforma moderna e eficiente para vender seus produtos. É um passo gigantesco para a modernização do comércio em pequenas propriedades rurais, especialmente crucial em um cenário pós-pandemia.

A recuperação de áreas degradadas promoveu a oferta e a manutenção de serviços ecossistêmicos, com o fortalecimento do ambiente local, garantindo sua sustentabilidade a longo prazo. Adicionalmente, os produtores foram capacitados com conhecimentos valiosos que os empoderaram a enfrentar desafios futuros com confiança.

O papel do Projeto Rural Sustentável - Cerrado (PRS-Cerrado) foi fundamental para o sucesso desta iniciativa. Oferecendo suporte financeiro, o PRS-Cerrado proporcionou os recursos necessários para a execução eficaz do projeto.

Esta inovação na agricultura familiar oferece um modelo inspirador para todo o estado de Goiás e além, promovendo uma produção sustentável, a conservação ambiental e o fortalecimento das comunidades locais. Conheça mais sobre as iniciativas do Projeto Rural Sustentável - Cerrado e ajude a preservar este bioma vital para o equilíbrio ecológico e a prosperidade econômica do Brasil.



Avaliação da sustentabilidade hidroambiental e socioeconômica da restauração de pastagens na região da APA das nascentes do Rio Vermelho - GO

Pesquisador: Henrique Marinho Leite Chaves

Instituição: Universidade de Brasília (UnB)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

Sob a liderança do Prof. Henrique Marinho Leite Chaves (foto), da Universidade de Brasília, a pesquisa reúne uma equipe diversificada de pesquisadores, estudantes e moradores locais, todos empenhados em redescobrir e revitalizar as pastagens da região. Ao integrar expertise técnica, engajamento comunitário e uma visão de futuro, a equipe se propõe a criar um impacto positivo e duradouro que transcende gerações.

O projeto adotou uma abordagem holística, combinando pesquisa científica, modelagem hidrossedimentológica e ações práticas no terreno. Monitoramentos intensivos foram realizados

em parcelas experimentais e microbacias em Mambaí (GO), e esta metodologia foi expandida para outras propriedades e municípios da APA. Utilizando modelos avançados e técnicas econômicas apropriadas, o estudo quantificou e valorizou os serviços hidroambientais gerados pela restauração de pastagens.

A degradação das pastagens na APA das Nascentes do Rio Vermelho resulta em aumento de escoamento superficial, erosão e sedimentação, comprometendo tanto o ambiente quanto a viabilidade econômica das propriedades locais. O projeto visa romper este ciclo vicioso ao promover a restauração das pastagens e ao destacar os benefícios ambientais gerados, o que favorece tanto os agricultores quanto o ecossistema. Os objetivos centrais do projeto incluem: i) restaurar pastos degradados com espécies exóticas e nativas do Cerrado; ii) monitorar hidrossedimentologicamente os diferentes tipos de ocupação da APA (Pasto Degradado, Pasto Restaurado e Cerrado Natural); e iii) quantificar os serviços hidroambientais da restauração.

Os resultados, obtidos após três anos de monitoramento, são promissores. A restauração das pastagens degradadas reduziu ligeiramente o escoamento superficial e diminuiu significativamente a perda de solo quando comparada às áreas degradadas. Mantendo-se o bom manejo dos pastos restaurados, a tendência é que os valores de perda de água e solo se aproximem daqueles observados nas parcelas de Cerrado natural, indicando um grande potencial de geração de serviços ambientais.

Os resultados desta pesquisa são fundamentais para promover uma mudança de paradigma na região, transformando-se em um modelo para todo o estado de Goiás e além. A degradação das pastagens é um problema crítico que amplifica os impactos ambientais negativos, como a erosão e a sedimentação, e a restauração oferece uma solução viável e sustentável.

O Projeto Rural Sustentável - Cerrado desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento desta pesquisa, proporcionando suporte financeiro e logístico essencial para a execução e expansão das atividades de campo. Este apoio facilitou a obtenção de dados robustos e a geração de conhecimento científico confiável, que é vital para fundamentar políticas públicas e incentivar práticas agrícolas sustentáveis. A certificação baseada em evidências científicas promoverá políticas que incentivam a produção sustentável e a recuperação ambiental, empoderando comunidades locais e protegendo ecossistemas vitais.



Diagnóstico e monitoramento de serviços ecossistêmicos do bioma Cerrado no norte de Goiás, como apoio à agricultura familiar

Pesquisador: Manuel Ferreira

Instituição: Universidade Federal de Goiás (UFG)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 199.984,75

A pesquisa, liderada pelo pesquisador Manuel Ferreira (foto), da Universidade Federal de Goiás (UFG), foi realizada no norte de Goiás, com objetivo de diagnosticar e monitorar os serviços ecossistêmicos, apoiando a implantação de Sistemas Agroflorestais (SAFs) que contribuem para a recuperação de áreas degradadas e a manutenção de ativos ambientais, como solo, recursos hídricos, biodiversidade e estoques de carbono.

A pesquisa contou com a colaboração de uma equipe multidisciplinar da UFG, da Universidade Estadual de Goiás (UEG) e da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em parceria com a Cooperativa Agroecológica dos Produtores Familiares de Niquelândia (COOPEAG).

Para alcançar seus objetivos, a equipe mapeou o uso da terra e o relevo, analisou indicadores de qualidade do solo e catalogou espécies frutíferas, considerando parâmetros edafoclimáticos. Adicionalmente, a pesquisa investigou os recursos hídricos em termos de qualidade e disponibilidade, levando em conta a topografia da área de plantio e a sua condição na bacia hidrográfica. Os agricultores familiares foram capacitados em sistemas agroflorestais, adquirindo o conhecimento necessário para recuperar áreas degradadas em suas propriedades.

Niquelândia, historicamente centrada na mineração, enfrentou uma transição econômica desafiadora com o declínio da indústria mineral. Frente a esta nova realidade, tornou-se urgente investir em outras frentes de trabalho, especialmente na agricultura familiar. Neste contexto, o projeto busca combater a evasão rural, preservar tradições agrícolas e enfrentar as pressões das monoculturas, como a soja, promovendo alternativas sustentáveis de subsistência e geração de renda.

A capacitação dos agricultores familiares em sistemas agroflorestais contribuiu para uma nova consciência ambiental, potencializando a recuperação de áreas degradadas e a manutenção do Cerrado. Além disso, foram fornecidos dados detalhados sobre o uso da terra e a qualidade do solo e dos recursos hídricos, essenciais para o manejo sustentável. O projeto trouxe benefícios diretos para as comunidades locais, incluindo aumento da produção e renda, conservação ambiental e fortalecimento do cooperativismo.

Foram implantados dez sistemas agroflorestais, cada um de 0,5 hectare (mínimo) a 1,0 hectare (máximo), com monitoramento em todas as etapas – desde o preparo do solo ao desenvolvimento das culturas. A fase de acompanhamento vem sendo realizada por meio de coletas de solo, com avaliação de parâmetros físico-químicos, e monitoramento com veículos aéreos não tripulados (drones), com vistas a avaliar a eficiência da cobertura verde (ex. altura das plantas e formação de dossel).

Os dados indicam melhorias na qualidade ambiental das áreas selecionadas mesmo nos estágios iniciais de desenvolvimento dos SAFs, a citar uma maior proteção do solo, influenciando na retenção de umidade, menor compactação e aumento de atividades enzimáticas. A água coletada nas propriedades apresentou bioindicadores de qualidade, presentes em ambientes não impactados. Duas áreas já colheram cultivos de ciclo curto, como milho, jiló, abóbora e pimenta bode; outras duas já despontam para a produção de citros. Além disto, a prefeitura de Niquelândia iniciou tratativas com a UFG e a COOPEAG para manter o apoio aos agricultores, especialmente na produção de alimentos para a merenda escolar.

A equipe de pesquisadores têm produzido materiais de divulgação dos resultados para a comunidade acadêmico-científica, que são apresentados em congressos de alcance nacional, e está imbuída também na preparação de artigos científicos. Para a comunidade de agricultores, foram preparados folders e uma cartilha em formato digital, divulgados sobretudo na região assistida pelo projeto.

A importância desta pesquisa vai além de suas contribuições acadêmicas, ela é um farol para o futuro da agricultura sustentável e regenerativa. Ao buscar soluções inovadoras para a recuperação de áreas degradadas, a pesquisa mostra que é possível harmonizar o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental. Alimentando um ciclo virtuoso, o projeto enriquece a agricultura familiar e fortalece a comunidade rural com práticas seguras que podem ser replicadas em várias regiões do país.

O apoio do PRS - Cerrado foi crucial para o desenvolvimento deste projeto. Este apoio viabilizou a capacitação dos agricultores, a aquisição/plantio de mudas, o deslocamento das equipes às propriedades, além de equipamentos essenciais para a coleta de dados em campo e análises laboratoriais, sublinhando a importância de fomentar a pesquisa e a inovação na busca por um futuro mais sustentável. Em última análise, esta iniciativa exemplifica como a integração entre ciência, inovação e comunidade pode gerar mudanças positivas e duradouras, beneficiando agricultores, pesquisadores e toda a sociedade.



Inovações tecnológicas e de mercado



Centro de referência de biogás e biofertilizante para produção sustentável: biomassa, dejetos animais e resíduos agroindustriais

Pesquisador: Bruno de Oliveira Costa Couto

Instituição: Instituto Federal Goiano

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

A pesquisa “Centro de Referência de Biogás e Biofertilizante para Produção Sustentável” no interior de Goiás busca enfrentar desafios ambientais, para promover soluções inovadoras para o manejo sustentável de resíduos agropecuários. Ao transformar biomassa e resíduos agroindustriais em biogás e biofertilizantes, a pesquisa não apenas mitiga os impactos ambientais, mas também cria novas fontes de energia renovável.

Liderada pelo Dr. Bruno de Oliveira Costa Couto (foto), pesquisador do Instituto Federal Goiano, esta empreitada abrange várias cidades, incluindo Jataí, Santa Helena de Goiás, Aparecida do Rio Doce e Rio Verde. A força desta iniciativa reside na dedicação e competência de uma equipe composta por pesquisadores do Instituto Federal Goiano, aliados a colaboradores do setor privado e cooperativas.

O início da pesquisa envolveu visitas às propriedades rurais da região, coleta de amostras e análise da qualidade do gás gerado nos biodigestores, utilizando um analisador portátil adquirido com recursos do projeto. As primeiras observações revelaram que os níveis de metano (CH_4) produzidos eram inferiores aos recomendados, variando entre 60% e 65%. Este resultado se deve, em grande parte, ao elevado consumo de água no processo, influenciado pelas altas temperaturas predominantes na região ao longo do ano. Após ajustes no consumo de água, os percentuais de metano foram elevados para os níveis recomendados, próximos a 65%.

Para a condução desta pesquisa, além dos biodigestores de campo, foram adquiridos diversos equipamentos e reagentes e confeccionados reatores de bancada que simulam condições de campo em ambiente controlado de laboratório. Durante os experimentos com estes reatores, surgiram questões relativas à vedação dos biorreatores e dos bags de armazenamento, problemas que já foram solucionados. Atualmente, os testes continuam em andamento, embora

os inóculos selecionados ainda não estejam totalmente adaptados. Espera-se que a adaptação completa ocorra em um período de 45 a 55 dias.

Com os recursos provenientes do projeto, o Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde estabeleceu o Laboratório de Biogás e Biomassas, destinado a conduzir pesquisas sobre o potencial energético de biomassas e resíduos sólidos. Este laboratório representa um marco na infraestrutura de pesquisa da instituição, permitindo a realização de estudos avançados e a formação de novos pesquisadores.

Entre os experimentos de destaque, testes com adição de bagaço de laranja foram realizados para potencializar a produção de metano, embora os resultados de biogás ainda tenham sido baixos devido ao elevado teor de água e ao aumento de pH resultante da adição do bagaço. Adicionalmente, testes com a adição de diversas enzimas (xilase, fitase e arabinofurosidase) foram efetuados para aumentar a taxa de digestão da matéria orgânica e, conseqüentemente, a produção de metano. A enzima arabinofurosidase mostrou-se mais eficaz na potencialização da produção de metano entre as testadas.

A transformação e o reaproveitamento dos resíduos agropecuários realizados por esta iniciativa não apenas reduzem o impacto ambiental destas atividades, mas também criam uma fonte renovável de energia, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas.

A importância desta pesquisa transcende as fronteiras da academia, impactando diretamente produtores rurais e diversas outras partes interessadas. Através do desenvolvimento de soluções sustentáveis para o tratamento de resíduos agropecuários, esta iniciativa do Centro de Referência de Biogás e Biofertilizante abre novas possibilidades para uma agropecuária mais eficiente, econômica e ambientalmente responsável. O apoio do PRS - Cerrado foi fundamental para a execução deste trabalho, fornecendo não apenas os recursos financeiros necessários, mas também o suporte técnico imprescindível para o sucesso do projeto.



Agricultura de baixa emissão de carbono



Validação de modelos para análise de oportunidades de mitigação da emissão de gases de efeito estufa em sistemas de intensificação pecuária no Cerrado

Pesquisador: Cláudia Jantalia

Instituição: Embrapa Agrobiologia

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

Uma equipe de pesquisadores, liderada por Cláudia Jantalia (foto), da Embrapa Agrobiologia, está desenvolvendo um estudo sobre práticas agropecuárias inovadoras, que comprovam sua eficácia na mitigação de gases de efeito estufa. Esta pesquisa foca na adaptação, calibração e validação do modelo DNDC (Denitrification-Decomposition), uma ferramenta de simulação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) internacionalmente aceita pela comunidade científica, mas que demanda um ajuste para que tenha aplicabilidade às nossas condições tropicais, especificamente para sistemas Integrados de Lavoura-Pecuária. O objetivo? Subsidiar com dados gerados neste modelo (DNDC) as ações/atividades que incrementem a produtividade agropecuária, e que também se mostrem positivas na mitigação das emissões de GEE.

A pesquisa abrangeu tanto a coleta de dados de experimentos em andamento, particularmente da Embrapa Arroz e Feijão, quanto a análise de dados já publicados. A metodologia foi dividida em duas partes essenciais: a coleta experimental de dados e a compilação de estudos publicados.

Na fase experimental, ocorrida em março, os pesquisadores coletaram amostras de solo em profundidades de até 100 cm. As amostras passaram por um processo de secagem e peneiramento até 2 mm antes de serem enviadas ao laboratório da Embrapa Arroz e Feijão, onde os teores de carbono orgânico total (COT) foram determinados conforme o método de Yeomans & Bremner (1988)¹⁰. Além disto, a densidade das amostras foi calculada seguindo Teixeira *et al.* (2017).

A partir destes dados, os pesquisadores calcularam o estoque de carbono total no solo (Estc), utilizando a fórmula $Estc = (COT \times Ds \times e) / 10$. Esta fórmula integra o carbono orgânico total (COT),

10 YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.

11 TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. Brasília: Embrapa, 2017 p.573.

a densidade do solo (Ds) e a espessura da camada amostrada (e). A equipe também fez ajustes de massa com base em áreas de referência adjacentes ao experimento, no caso, o Cerrado natural.

Além do solo, foram analisadas partes aéreas das plantas tanto na fase De Integração Lavoura-Pecuária (ILP) quanto na fase de pastagem. Estas amostras foram avaliadas quanto aos teores de carbono (C) e nitrogênio (N) utilizando autoanalisadores CHN. Também foram realizadas coletas de óxido nitroso (N_2O) pela equipe da Embrapa Arroz e Feijão, seguindo protocolos rigorosos.

Para complementar a fase experimental, a equipe realizou uma ampla revisão de artigos científicos na plataforma “Web of Science”, buscando termos como “Integrated”, “crop”, “livestock” e “ N_2O ”. A pesquisa inicial resultou em 65 artigos, dos quais 21 atenderam aos critérios rigorosos de seleção, incluindo experimentos de campo com medições de N_2O por mais de 120 dias, tratamentos com repetição adequada e presença de pastagem para ruminantes.

Os artigos analisados cobriram uma ampla gama de sistemas ILP e ILPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta), com culturas como soja, milho, trigo, aveia, algodão e vinha, e diversas gramíneas em consórcio com a pecuária, como braquiária, capim-guiné e azevém. Todos os estudos ILPF incluíram o eucalipto como componente silvícola. Estes estudos abrangiam diversas metodologias e práticas, desde cultivos contínuos e sistemas rotacionados até diferentes intensidades de pastejo e fontes de nitrogênio, como uréia, nitrato de ureia e compostos orgânicos.

Os resultados destacam a importância dos sistemas integrados para a redução das emissões de N_2O . Estes sistemas não só melhoram a fertilidade do solo e a produtividade agrícola, como também desempenham um papel crucial na mitigação das mudanças climáticas, capturando e armazenando carbono e reduzindo as emissões de gases de efeito estufa.

À medida que os dados são compilados e interpretados, a pesquisa de ajuste do modelo às condições tropicais realizada pela equipe, junto com os desenvolvedores, é uma promessa de fornecer insights valiosos para a formulação de políticas públicas e valorizar as práticas agrícolas mais sustentáveis. As informações detalhadas sobre emissões de GEE e as melhores práticas para minimizá-las são essenciais para promover um equilíbrio entre produtividade e sustentabilidade.

O estudo conduzido pela Embrapa Agrobiologia demonstra um compromisso robusto com a sustentabilidade ambiental e a eficiência produtiva. Esta pesquisa não apenas ilumina o caminho para práticas agropecuárias mais verdes no Cerrado, mas também reforça a importância da integração entre ciência, agricultura e conservação ambiental.

Para os produtores rurais, estas descobertas representam uma oportunidade de aumentar a produtividade de maneira ecológica e sustentável, garantindo que as futuras gerações também possam usufruir de um Cerrado vivo e produtivo.

Em última análise, o trabalho de Cláudia Jantalia e sua equipe é um exemplo do poder transformador da pesquisa científica aplicada, mostrando que é possível alinhar os interesses econômicos dos agricultores com a preservação do meio ambiente. E, assim, construir um futuro mais sustentável para todos.



Quais impactos do sistema ILPF no solo e no fluxo de gases de efeito estufa, frente a outros usos e ocupações do solo em três regiões de Goiás?

Pesquisador: Emerson Trogello

Instituição: Instituto Federal Goiano

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 235.708,80

Coordenada pelo pesquisador Emerson Trogello, do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, a pesquisa intitulada “Quais impactos do sistema ILPF no solo e no fluxo de gases de efeito estufa, frente a outros usos e ocupações do solo em três regiões de Goiás?” reúne uma equipe comprometida com a sustentabilidade, integrando pesquisadores, estudantes e diversas instituições públicas e privadas, unidas pela visão de um futuro mais sustentável para Goiás.

Realizada em Unidades Demonstrativas nas regiões de Quirinópolis, Rio Verde e Morrinhos, a pesquisa focou em avaliar os impactos dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) nos estoques de carbono e nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, comparando-os com sistemas tradicionais como monocultivo de grãos, pastagem degradada e mata nativa ao longo de dois anos. As análises aprofundadas incluíram a coleta de amostras para estudo da fauna nematológica e a seleção de materiais florestais adaptados ao sistema ILPF.

Os resultados foram notáveis. O sistema ILPF mostrou-se altamente resiliente, melhorando significativamente as características físicas, químicas e biológicas do solo em comparação com os outros sistemas de uso do solo. Demonstrou também uma maior diversidade de fauna nematológica benéfica, contribuindo para um ambiente agrícola mais sustentável. A pesquisa também destacou a seleção de materiais genéticos florestais que se adaptaram melhor ao sistema ILPF, aumentando a produtividade por unidade de área e o acúmulo de carbono.

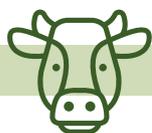
A relevância desta pesquisa vai além dos ganhos científicos, oferecendo benefícios práticos e significativos para a sociedade. O Cerrado, um dos biomas mais impactados pelo desmatamento, enfrenta desafios ambientais acentuados pelo aquecimento global. A conservação e valorização da sua biodiversidade são imperativas, e este estudo sobre ILPF fornece evidências cruciais para promover práticas agrícolas mais sustentáveis. A análise detalhada do solo e do fluxo de gases de efeito estufa é essencial para certificar propriedades rurais comprometidas com práticas sustentáveis e orientadas por políticas públicas robustas.

O PRS - Cerrado foi essencial no desenvolvimento desta pesquisa, fornecendo apoio financeiro para sua realização. A certificação baseada em evidências científicas proporcionará um impulso significativo na promoção de políticas públicas que incentivem a produção de alimentos de forma

sustentável e segura. Ao fomentar um sistema produtivo diversificado e bem adaptado às condições ambientais, esta pesquisa não só melhora a produtividade agrícola, mas também reforça o compromisso com a conservação ambiental e o empoderamento das comunidades locais.

Transformar a agricultura do Cerrado e proteger este bioma vital é uma missão que beneficia a todos. Conheça mais sobre as iniciativas do Projeto Rural Sustentável - Cerrado e contribua para a preservação de um dos mais ricos e importantes ecossistemas do Brasil.

PESQUISAS EDITAL P&D REALIZADAS NO MATO GROSSO DO SUL



Sustentabilidade na produção agropecuária



Monitoramento da expansão dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária no Estado de Mato Grosso do Sul

Pesquisador: Betina Kellerman

Instituição: Instituto Homem Pantaneiro

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

A pesquisadora Betina Kellerman (foto) e sua equipe dedicam-se a investigar a expansão dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) no Mato Grosso do Sul. Este estudo, fruto de uma parceria entre o Instituto Homem Pantaneiro (IHP) e a Embrapa Solos, visa explorar a capacidade dos ILPs de regenerar solos degradados e promover práticas agrícolas que respeitem o meio ambiente. Utilizando algoritmos de ponta desenvolvidos pelo projeto GeoABC+, a equipe conseguiu mapear com precisão o crescimento dos ILPs na região, revelando assim um futuro promissor para a agricultura sustentável.

A metodologia de monitoramento, inicialmente testada no estado do Mato Grosso e agora aprimorada para o Mato Grosso do Sul, baseia-se em um modelo capaz de identificar cultivos sequenciais e práticas de Integração Lavoura-Pecuária mediante a criação de uma base de dados sólida. O sucesso obtido demonstra um caminho viável para a agricultura e pecuária sustentáveis, apoiando a análise detalhada das regiões e fornecendo dados cruciais para a implementação de sistemas integrados.

Os resultados deste trabalho inovador podem ser observados na identificação de áreas potenciais para a ocorrência de sistemas ILP por meio do uso do estimador de densidade Kernel, uma metodologia específica desenvolvida pelo GeoABC+. Além disso, a equipe de pesquisa foi além ao aplicar técnicas de segmentação semântica para detectar Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) utilizando Deep Learning, comprovando que o modelo U-Net é uma ferramenta poderosa para detecção em larga escala.

O impacto deste estudo é multifacetado. Ele não apenas sugere um método eficiente para a preservação do solo e a sustentabilidade agrícola, mas também proporciona uma ferramenta essencial para a criação de políticas públicas informadas e transparentes. A precisão dos métodos aplicados mostra como a tecnologia pode ser uma aliada na luta contra a degradação do solo, assegurando que a produção agrícola possa crescer sem sacrificar o meio ambiente.

O Projeto Rural Sustentável - Cerrado, cuja contribuição foi essencial para o desenvolvimento desta pesquisa, representa uma lufada de ar fresco para o setor agrícola brasileiro. A importância deste estudo reside na sua capacidade de transformar a maneira como percebemos e aplicamos práticas agrícolas, impulsionando a sustentabilidade e garantindo recursos naturais para as gerações futuras.

Ao integrar tecnologia e natureza, inaugura-se uma nova era para a agricultura no Mato Grosso do Sul, onde inovação e responsabilidade ambiental caminham de mãos dadas, beneficiando tanto a sociedade quanto os produtores rurais. Esta pesquisa ecoa como um símbolo de esperança e um modelo de sucesso para outras regiões, promovendo um futuro mais verde, justo e próspero.



Estudo ecológico, etnobotânico e socioeconômico de *Dipteryx alata* Vog. em Nioaque, MS

Pesquisador: Reinaldo Farias Paiva de Lucena

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

A pesquisa coordenada pelo professor Reinaldo Farias Paiva de Lucena (foto), do Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), está lançando luz sobre o cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.), também conhecido como baru. Conduzido na área de Nioaque, no Assentamento Andalucía, este estudo se destaca por sua análise abrangente dos aspectos ecológicos, etnobotânicos, genéticos e socioeconômicos desta valiosa planta.

O projeto buscou registrar e avaliar os usos e a cadeia produtiva do cumbaru, explorando desde a coleta e manejo até a comercialização desta noz que é culturalmente e economicamente significativa para as comunidades locais. Algumas das hipóteses testadas incluem a existência de deficiências na cadeia produtiva, um manejo incipiente da planta no assentamento e o alto potencial do cumbaru para ser integrado em sistemas agroflorestais.

A pesquisa utilizou diversas metodologias para capturar a complexidade do uso do baru. Entrevistas semiestruturadas e turnês guiadas com extrativistas ajudaram a compreender a cadeia socioprodutiva, enquanto métodos ecológicos e geográficos mapearam a disponibilidade da planta na região. Para analisar a diversidade genética e o impacto do manejo, foram empregados métodos da genética e biologia celular.

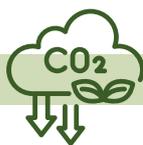
A análise da cadeia produtiva do baru revelou uma rede composta por diversos agentes responsáveis por operações que vão desde a extração até a comercialização internacional. Esta cadeia é vital para o sustento econômico das comunidades tradicionais do Cerrado. O estudo genético, ainda em andamento, espera identificar se está em processo uma possível domesticação incipiente do cumbaru na região, possibilitando a seleção de plantas matrizes para produção de sementes e mudas para uma plantação comercial e em grande escala. É essencial compreender a distribuição e diversificação genética para promover a conservação *in situ* e uso comercial dos produtos e subprodutos.

A pesquisa evidenciou que o manejo sustentável do cumbaru pode ser uma solução prática para melhorar a sustentabilidade econômica, social e ambiental. O apoio institucional e a divulgação são fundamentais para fortalecer esta cadeia produtiva no Mato Grosso do Sul.

O estudo também destacou que, embora o cumbaru seja naturalmente abundante, muitos habitantes só o conheceram recentemente, graças aos esforços do Centro de Produção, Pesquisa e Capacitação do Cerrado (CEPPEC), fundado com o apoio da ONG ECOA – Ecologia em Ação. Esta descoberta recente da planta destaca a importância da educação e do suporte organizacional para a disseminação do conhecimento. A pesquisa está gerando materiais importantes para futuras publicações e espera-se que as descobertas contribuam significativamente para a conservação e uso sustentável do cumbaru, selecionando as melhores práticas e promovendo a sustentabilidade do Cerrado.

Este estudo sobre o cumbaru realizado pelo professor Reinaldo Lucena e sua equipe da UFMS é de grande importância tanto para os(as) produtores(as) rurais quanto para a ciência. Para os(as) agricultores(as), a pesquisa fornece *insights* valiosos sobre a cadeia produtiva do baru, desde a coleta até a comercialização, ajudando a identificar e superar deficiências e a promover práticas de manejo sustentável que podem aumentar a renda e garantir um preço justo para seus produtos. Para a comunidade científica, a pesquisa amplia o conhecimento sobre as interações ecológicas, genéticas e socioeconômicas do cumbaru, estabelecendo bases sólidas para futuras investigações e ações de conservação. Também pode ser verificado que o cumbaru pode ser mantido em áreas de florestas, de pastagem e de cultivo, sendo importante espécie do Cerrado para a organização do sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF).

Além disto, este estudo contribui significativamente para o impacto do PRS - Cerrado, reforçando a importância da ciência aplicada na promoção de práticas agrícolas sustentáveis e na preservação ambiental, garantindo a manutenção e valorização do bioma para as gerações futuras.



Agricultura de baixa emissão de carbono



Estequiometria da matéria orgânica do solo e dos resíduos vegetais como estratégia para potencializar o incremento do carbono nos solos agrícolas

Pesquisador: Ademir Fontana

Instituição: Embrapa Solos (*remanejado para Embrapa Gado de Corte*)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

A pesquisa liderada por Ademir Fontana (foto), da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, tem como foco a inovação nas práticas agrícolas, para contribuir com a mitigação das mudanças climáticas. O estudo tem uma abordagem multidisciplinar, que analisa a interação entre os componentes químicos, físicos e biológicos do solo em diferentes áreas de cultivo do Cerrado. A equipe de pesquisadores está analisando solos de áreas de pastagem (monocultivo e sistemas integrados), agricultura (monocultivo e sistemas integrados) e áreas de vegetação nativa, comparando os níveis de carbono, a estrutura da matéria orgânica e a atividade microbiana em cada um destes ambientes.

O foco está em desvendar a dinâmica do carbono: como ele é armazenado no solo, quais fatores influenciam sua permanência e como podemos aumentar esse estoque. Para isto, a equipe utiliza métodos científicos avançados, como a espectroscopia, que permite analisar a composição da matéria orgânica do solo, fornecendo um retrato detalhado do carbono presente em cada camada. Esta abordagem inovadora permite que os pesquisadores tracem um mapa preciso da distribuição do carbono no solo e identifiquem os pontos chave para aumentar seu estoque.

Por exemplo, a pesquisa analisou a influência do uso de diferentes tipos de cobertura vegetal, como a palhada, na retenção de carbono no solo. A equipe também investigou o papel da atividade microbiana na transformação da matéria orgânica oriunda dos resíduos de cultivos, considerando especialmente o processo de humificação, chave para o incremento de carbono no solo. As informações coletadas nesta pesquisa são cruciais para entender como as práticas agrícolas impactam o ciclo do carbono no solo e para desenvolver estratégias de manejo que favorecem o incremento da matéria orgânica no solo.

Os resultados da pesquisa, que serão publicados em artigos científicos, boletins e outros meios técnicos, possuem um impacto direto e significativo para a agropecuária brasileira. Para o produ-

tor rural, as informações geradas pela pesquisa servirão como base para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais eficazes, que contribuem para aumentar o estoque de carbono no solo, tornando-o mais fértil e resistente. Isto significa produção mais sustentável, com maior produtividade e menor impacto ambiental. As informações da pesquisa podem auxiliar os produtores na escolha de técnicas de manejo adequadas, como a rotação de culturas, o plantio direto e o uso de adubos orgânicos, o que pode ser definido com a “agricultura de palhada”, que fornece matéria orgânica constante para a atividade biológica do solo, mantém o solo protegido do impacto de chuva e vento, que minimizam a ação erosiva, além da ciclagem e reciclagem de nutrientes.

O estudo abre portas para outras pesquisas e o desenvolvimento de soluções inovadoras para a agricultura do Cerrado, estimulando a criação de novas tecnologias e práticas de manejo que contribuem para a “agricultura conservacionista” e conseqüentemente para a sustentabilidade do bioma. Os resultados da pesquisa podem servir como base para novos projetos de pesquisa, desenvolvimento de tecnologias e criação de políticas públicas que promovam a agricultura sustentável no Cerrado.

A pesquisa também está alinhada com o Plano ABC (Plano ABC – Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) e aos selos de Carne Carbono Neutro (CCN) e Carne Baixo Carbono (CBC), demonstrando o compromisso do Brasil com a produção agropecuária sustentável.

O apoio do PRS - Cerrado é essencial para que a pesquisa de Fontana e sua equipe possa continuar avançando, trazendo resultados cada vez mais relevantes para a conservação do Cerrado e o desenvolvimento da agricultura sustentável no Mato Grosso do Sul e no bioma Cerrado.



Comparativo de sistemas de cultivo em diferentes regiões de Mato Grosso do Sul

Pesquisador: Elcio Santos

Instituição: Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 70.000,00

O Professor Elcio Santos (foto), do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), mergulhou na missão de comparar os efeitos dos métodos tradicionais de cultivo com os avançados sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Sua pesquisa ia além de medir a produtividade e a nutrição das culturas; seu foco era desvendar o verdadeiro impacto dessas práticas no clima

local. Os resultados estão demonstrando que os métodos de ILPF e plantio direto aumentaram a produtividade da soja para patamares quase dobrados em relação ao plantio convencional.

No IFMS, localizado no município de Nova Andradina, o estudo avaliou a reforma de pastagens em solos arenosos, utilizando a produção de soja em dois anos agrícolas diferentes sob sistemas de plantio direto, ILPF e plantio convencional. O experimento, meticulosamente organizado em blocos aleatórios, incluiu subdivisões de parcelas e quatro repetições, com amostras de solo coletadas de até 40 cm de profundidade, entre outubro de 2021 e agosto de 2023. Paralelamente, uma área de pastagem degradada foi mantida para comparação e os atributos químicos e físicos de uma mata nativa adjacente à produção de soja foram analisados.

Os resultados mostraram que as plantações de soja em sistema de plantio direto e ILPF atingiram uma impressionante produtividade de 4.700 kg/ha, em contraste com os 2.400 kg/ha obtidos no plantio convencional. A manutenção da palhada nos sistemas conservacionistas foi crucial para esta melhoria, promovendo maior eficiência na retenção de umidade e controle da temperatura do solo. Esta eficiência refletiu-se na elevada atividade das enzimas B-glicosidase e arilsulfatase, indicadores claros da recuperação da qualidade do solo sob os sistemas ILPF e plantio direto, em comparação com as áreas de pastagem degradada.

O estudo ressaltou também que o sistema ILPF não apenas incrementou a matéria orgânica do solo, mas aumentou significativamente os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio — elementos vitais para a saúde do solo. De forma notável, as propriedades químicas e físicas do solo nas áreas de ILPF mostraram-se comparáveis às dos solos de mata nativa, destacando o potencial do ILPF em replicar as condições de um ecossistema natural e saudável.

Além dos benefícios ao solo, o sistema ILPF oferece vantagens econômicas e ambientais substanciais. Ao permitir que agricultores combinem atividades agrícolas, pecuárias e florestais em uma mesma propriedade, o sistema diversifica as fontes de renda e reduz os riscos financeiros ligados à sazonalidade ou às flutuações de mercado de uma única cultura. A presença de árvores, por exemplo, melhora a qualidade do solo e a retenção de água, favorecendo cultivos e criação de gado. Mais importante, ao atuar como sumidouros de carbono, as árvores ajudam a capturar o carbono atmosférico, contribuindo para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Esta integração produtiva maximiza o uso dos recursos naturais de forma eficiente, assegurando a viabilidade das operações agrícolas a longo prazo e a preservação dos recursos naturais para futuras gerações.

A importância desta pesquisa é amplificada pelo apoio do Projeto Rural Sustentável - Cerrado, que foi fundamental para o desenvolvimento dos estudos realizados. Este projeto não apenas apoia a busca por práticas agrícolas mais eficientes e ambientalmente amigáveis, mas também promove o desenvolvimento sustentável no coração do Brasil. A disseminação e adoção de sistemas como o ILPF têm o potencial de revolucionar a agricultura, tornando-a uma atividade mais resiliente, rentável e ecológica. Através da tecnologia e da inovação, o estudo de Elcio Santos fornece ferramentas cruciais para os agricultores, promovendo um futuro agrícola mais verde e sustentável.

A pesquisa sublinha uma transformação crítica para a sociedade e os produtores rurais. Ao adotar práticas sustentáveis e integradas, pavimenta-se o caminho para uma agricultura que não só alimenta a humanidade, mas também protege e preserva o meio ambiente. Este estudo é um testemunho do impacto positivo que a ciência e a inovação podem ter na vida das pessoas, promovendo um desenvolvimento agrícola equilibrado, próspero e duradouro em Mato Grosso do Sul e além.

PESQUISAS EDITAL P&D REALIZADAS EM MINAS GERAIS



Sustentabilidade na produção agropecuária



Inovação e otimização da análise de solos, plantas, alimentos e insumos: uma contribuição para o uso sustentável do Cerrado e segurança alimentar

Pesquisador: Bruno Teixeira Ribeiro

Instituição: Universidade Federal de Lavras(UFLA)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

A pesquisa, coordenada pelo pesquisador Bruno Teixeira Ribeiro (foto), da Universidade Federal de Lavras, tem gerado um avanço significativo na análise de solos, plantas, corretivos e fertilizantes no bioma Cerrado. Com o uso da tecnologia de fluorescência de raios X portátil (pXRF), a equipe multidisciplinar alcançou resultados de grande relevância, permitindo análises rápidas e precisas diretamente no campo, otimizando o manejo da fertilidade do solo e o estado nutricional das plantas de maneira sustentável.

O projeto desenvolveu, testou e validou metodologias de análise usando a tecnologia pXRF, uma das técnicas analíticas mais versáteis disponíveis atualmente. Os equipamentos pXRF permitem a determinação multielementar em diferentes tipos de amostras, revolucionando a análise de solo e ambiental nos últimos dez anos. Este avanço na instrumentação científica facilita análises rápidas e precisas diretamente no campo, sem a necessidade de reagentes químicos e sem gerar poluentes.

A coleta das amostras foi realizada em parceria com um laboratório certificado e envolveu viagens a várias localidades em Minas Gerais (Lavras, Monte Carmelo, Piuhi, Sete Lagoas,

Bom Sucesso e Alto Paranaíba) e Jataí, em Goiás. As análises de solo e folhas foram executadas diretamente no campo com dispositivos pXRF, proporcionando resultados imediatos e de alta precisão.

Durante o desenvolvimento do projeto, o preparo das amostras e as análises laboratoriais convencionais e com pXRF ocorreram de forma contínua. Esta tecnologia se destaca no cenário da agricultura inteligente (IoT), onde a exigência por análises portáteis, em tempo real e com possibilidade de transferência imediata de dados é crescente.

Resultados Promissores

A pesquisa conseguiu desenvolver modelos específicos para predição acurada dos atributos de fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas cultivadas no Cerrado. De forma inédita, foram estabelecidos modelos para predição do estado nutricional das plantas usando dados de pXRF obtidos diretamente em folhas intactas e frescas no campo.

Além disto, a tecnologia pXRF provou ser eficaz na análise rápida da composição elementar de corretivos e fertilizantes, inclusive na detecção de elementos potencialmente poluentes. A análise de produtos agrícolas com pXRF também se mostrou promissora, impactando positivamente na verificação da qualidade e segurança alimentar, além de ser uma ferramenta valiosa para estratégias de biofortificação das culturas.

Esta pesquisa representa uma contribuição significativa para a sociedade, para os agricultores e para a comunidade acadêmica. Os resultados, que trazem uma abordagem eficiente e sustentável para a análise agrícola, destacam-se pela inovação e relevância no contexto atual. A capacidade de realizar análises rápidas e precisas no campo vai ao encontro da necessidade de métodos eficazes e sustentáveis na agricultura 5.0.

O desenvolvimento de técnicas rápidas e precisas de análise foi fundamental para o avanço da ciência agrícola no país. A tecnologia pXRF, com suas características de portabilidade, rapidez e precisão, atende perfeitamente à demanda por métodos analíticos inovadores na agricultura moderna.

O Brasil destaca-se mundialmente como um líder na produção de alimentos, tanto em termos de produtividade quanto de sustentabilidade e segurança alimentar. A infraestrutura e os recursos fornecidos pelo PRS-Cerrado foram cruciais para o sucesso desta pesquisa, permitindo a implementação e validação de técnicas que garantirão a segurança alimentar e a sustentabilidade agrícola.



Biodiagnóstico de solos sob pastagens em sistema de produção orgânica e bioprospecção e desenvolvimento de bioinoculantes para forrageiras no Cerrado

Pesquisador: Caio Rachid

Instituição: Instituto de Microbiologia Paulo de Góes (UFRJ)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 222.580,00

Sob a coordenação do pesquisador Caio Rachid (foto), do Instituto de Microbiologia Paulo de Góes-UFRJ, o estudo está inserido na constante busca por um biodiagnóstico de solos sob pastagens em sistemas de produção orgânica e convencional, assim como na bioprospecção e o desenvolvimento de bioinoculantes para forrageiras no Cerrado. Este projeto não apenas visa aprofundar o entendimento sobre a dinâmica dos atributos químicos e biológicos do solo, mas também marca um avanço substancial na sustentabilidade da pecuária. Ao longo de vários anos de experimentos de campo minuciosos, a equipe de pesquisadores angariou dados preciosos, estabelecendo novas fronteiras no campo da biotecnologia agrícola.

Os solos, que abrigam a maior e mais complexa biodiversidade do planeta, são habitados por fungos e bactérias que desempenham papéis cruciais na ciclagem de nutrientes e na modulação da emissão de gases de efeito estufa. No cerne deste estudo está a exploração da interação entre plantas e microrganismos do solo, particularmente aqueles endofíticos e rizosféricos, que são fundamentais para a biodisponibilização de nutrientes, controle de fitopatógenos, estímulo ao enraizamento e tolerância ao estresse hídrico. Com o objetivo central de comparar o manejo orgânico com o convencional e desenvolver bioinoculantes eficazes para forrageiras, o projeto se estendeu por quatro propriedades rurais em Minas Gerais, abrangendo análises físico-químicas e biológicas completas do solo e o isolamento de microrganismos endofíticos.

O estudo revelou que os solos manejados organicamente apresentaram maior teor de matéria orgânica e carbono orgânico total, promovendo uma melhor conservação a longo prazo. Diferenças significativas foram encontradas no pH, cálcio e fósforo, e a composição bacteriana variou conforme o manejo, com maior riqueza de espécies e diversidade em propriedades orgânicas. As análises biológicas e físico-químicas incluíram a avaliação da fertilidade, estrutura física, granulometria e quantificação de estoques de carbono orgânico do solo. Surpreendentemente, mais de 500 estirpes de bactérias e fungos foram isoladas e estão sendo caracterizadas quanto ao seu potencial de promoção do crescimento vegetal.

Um dos componentes inovadores deste projeto é o desenvolvimento de uma tecnologia de multiplicação *on farm* para pequenos agricultores. O protótipo de biorreator de baixo custo,

com capacidade para até 15L, foi projetado para ser auto pasteurizável, com controle de temperatura e injeção de ar filtrado, garantindo a redução máxima de contaminantes. Atualmente, a tecnologia está em fase de validação, com testes de fermentação e monitoramento da dinâmica de multiplicação, prometendo revolucionar a aplicação de bioinoculantes em campo.

Em conclusão, a relevância deste projeto de pesquisa transcende o contexto acadêmico, trazendo benefícios palpáveis tanto para a comunidade acadêmica quanto para produtores rurais. A diminuição do uso de insumos químicos nas práticas agrícolas convencionais é um passo vital para a sustentabilidade do setor, reforçando a biodiversidade e promovendo a saúde do solo. A importância do projeto Rural Sustentável na execução desta pesquisa é inestimável, oferecendo um modelo prático e eficiente para a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, essencial para o futuro da agricultura e do meio ambiente.



Recuperação de pastagens degradadas em sistemas ILPF, no bioma Cerrado, intensificando o desempenho forrageiro, animal e florestal

Pesquisador: Edilane da Silva

Instituição: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 207.096,91

O estudo pioneiro coordenado pela Dra. Edilane da Silva (foto), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), está alicerçado em uma rede de instituições multidisciplinares e interdisciplinares, comprometida a promover uma agricultura mais sustentável e conservar o bioma Cerrado. Com um foco central em aprimorar e garantir soluções tecnológicas, a pesquisa busca aumentar a produtividade e a rentabilidade da agricultura e da pecuária no Cerrado, utilizando 38 hectares de terrenos experimentais em Prudente de Moraes, Patos de Minas e Uberaba. A revitalização de pastagens de *Urochloa* em sistemas de integração entre lavoura, pecuária e floresta é o núcleo deste ambicioso projeto.

Os impactos gerados por esta pesquisa foram substanciais. No Campo Experimental Getúlio Vargas (CEGT) em Uberaba (MG), a área de 9 hectares foi subdividida em três blocos, contendo sistemas integrados de produção - Integração-Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), e sistemas convencionais como pastagem renovada (PR), pastagem não renovada (PNR), floresta plantada (F) e lavoura (L). Em março de 2022 foi plantado o milho híbrido transgênico para silagem (Agroceres 8061 PRO2), um dia após o capim-marandu, com

mudas de eucalipto (*Corymbia citriodora*) utilizadas nos sistemas com árvores. No primeiro ano de avaliação, na safra 2021/2022, as produtividades foram de 2,5 t, 3,2 t, 2,42 t e 2,9 t de matéria seca/ha de *Uroclhoa* para os sistemas PNR, PR, ILP e ILPF, respectivamente, somados a mais 15,6 t de matéria seca/ha de silagem de milho nos sistemas ILP e ILPF. A produtividade total de forragem, incluindo a massa de forragem do milho silagem, nos sistemas L, ILP e ILPF foi maior, com cerca de 15% e 18% da biomassa nos sistemas ILP e ILPF, respectivamente.

A biomassa de capim-marandu no segundo ano apresentou uma média de 2.075 kg de matéria seca/ha, não diferenciando significativamente entre os sistemas com reposição de nutrientes (PR, ILP e ILPF) em relação ao sistema PNR. Contudo, a PR mostrou maior capacidade de suporte. O menor índice de clorofila foi observado no Sistema ILP (35,71) em relação aos demais sistemas (40,71; 41,07 e 39,86 para ILPF, PR e PNR, respectivamente). Nota-se que o milho cultivado na safrinha e no primeiro ano após a recuperação das áreas não foi suficientemente alto para influenciar o índice de clorofila do capim-marandu nos sistemas ILP e ILPF. As novilhas mostraram um crescimento linear esperado para a fase de crescimento da raça Gir Leiteiro. Os resultados do primeiro ano revelam que a recuperação de pastagens degradadas no Cerrado Mineiro melhora a produtividade de forragem, incrementa a produção de silagem de milho e aumenta a produção animal por área.

A importância desta pesquisa se estende além do âmbito acadêmico, proporcionando benefícios econômicos, ambientais e sociais. Os sistemas integrados de produção destacam-se como estratégias eficazes para otimizar a produção agrícola, pecuária e florestal em um mesmo espaço, promovendo o uso eficiente dos recursos disponíveis.

Definindo-se a eficiência no uso da água como sendo a razão entre a precipitação em Litros por hectare e biomassa vegetal produzida em kg por hectare, verificou-se as maiores eficiências na seguinte ordem: ILPF > ILP > L > PR > PNR > F. O ILPF foi aproximadamente 3000 vezes mais eficiente que o sistema F, levando em consideração os períodos durante a semeadura e colheita do milho nas safrinhas de 2022 e 2023.

O PRS - Cerrado foi imprescindível para o desenvolvimento desta pesquisa, fornecendo uma plataforma robusta para a implementação de tecnologias integradas que favorecem a sustentabilidade e a preservação ambiental. Em suma, este estudo representa um avanço significativo para a agricultura sustentável, beneficiando tanto os ecossistemas quanto as comunidades locais do Cerrado.



Árvores frutíferas do Cerrado

Pesquisador: Júlio Onésio Ferreira Melo

Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 200.000,00

O pesquisador e professor Júlio Onésio Ferreira Melo (foto), da Universidade Federal de São João del-Rei – Campus Sete Lagoas, e líder do Grupo de Ensino de Pesquisa e de Extensão em Química e Farmacognosia (GEPEQF), tem se dedicado a desenvolver estudos inovadores com diversos frutos nativos do Cerrado mineiro.

O projeto busca explorar as potencialidades alimentares, ecológicas, educacionais, econômicas e sociais dos frutos do Cerrado. Utilizando as árvores nativas e seus frutos como elementos centrais, esta pesquisa visa promover a preservação e manutenção da dinâmica ecológica do bioma por meio de intervenções informativas e práticas educativas sobre sua importância.

Neste estudo foram identificadas árvores frutíferas do Cerrado e coletados seus frutos, incluindo araticum, baru, buriti, cagaita e pequi, de diferentes municípios da região central de Minas Gerais. As partes destes frutos (casca, polpa e semente) foram, exaustivamente, caracterizadas quanto à constituição dos compostos químicos fixos e voláteis, utilizando espectrometria de massas e cromatografia gasosa, além de suas propriedades antioxidantes. A análise revelou que estes frutos contêm compostos benéficos à saúde, apresentando características essenciais para o desenvolvimento de novos produtos, agregando valor aos produtos do extrativismo e melhorando a conservação dos frutos sazonais.

A transferência do processo de produção para as comunidades rurais foi realizada por meio de Dias de Campo, resultando na criação de geleias de polpa de buriti e cagaita, conserva de caroço de pequi, bala e doce de polpa de cagaita, além de licores de polpa e castanha de baru e bolo de polpa de cagaita. Além disto, os resíduos dos frutos foram aproveitados na produção de extratos, filmes comestíveis e adsorventes de poluentes orgânicos e inorgânicos. A produção, plantio e distribuição de mudas das árvores contribuíram para o empoderamento das famílias rurais e aumentaram a conscientização sobre a riqueza nutricional, cultural, econômica, ambiental e social do bioma Cerrado.

A importância desta pesquisa para a sociedade é inestimável. O Cerrado, que há anos sofre com o desmatamento, enfrenta sérios danos ambientais e contribui para o agravamento do aquecimento global. Este projeto busca mitigar estes efeitos, incentivando a conservação e

a valorização da rica biodiversidade do Cerrado. Ao desenvolver conhecimento sobre as potencialidades e aplicações de suas espécies frutíferas e promover o extrativismo sustentável, o projeto auxilia na recuperação de áreas degradadas e proporciona uma fonte de renda adicional, empoderando as comunidades rurais.

O PRS - Cerrado desempenhou um papel crucial no desenvolvimento desta pesquisa, fornecendo uma base sólida e apoio para a implementação sustentável das descobertas. As iniciativas do GEPE-QF, como o projeto de extensão “Árvores do Cerrado”, envolveram a comunidade local, estudantes e professores da rede pública, fortalecendo a relação entre ciência e sociedade. A pesquisa não apenas destaca as funcionalidades dos frutos do Cerrado, mas também impulsiona a conservação deste bioma essencial para o Brasil, incentivando práticas sustentáveis e conscientização ambiental.



Análise técnica e econômica de cultivos agrícolas em sistemas integrados com Macaúba

Pesquisador: Sívio Nolasco de Oliveira Neto

Instituição: Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Recurso disponível para pesquisa: R\$ 114.363,96

A pesquisa, coordenada pelo professor Sívio Nolasco de Oliveira Neto (foto), da Universidade Federal de Viçosa, está lançando novas luzes sobre a agropecuária sustentável no Brasil, com foco na Macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.) e em análises que consideram aspectos econômicos. Realizada em João Pinheiro, Minas Gerais, em parceria com a Sóleum/Acrotech e a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), a pesquisa visa avaliar a viabilidade econômica de sistemas integrados de cultivo com a macaúba, concentrando-se na fase de pré-produção e comparando diferentes cenários de cultivo.

O projeto busca analisar custos e receitas de dois sistemas integrados com macaúba: um com milho e milheto (SAF-MM), em ciclos anuais sequenciais, e outro com girassol (SAF-GG), ambos com macaúba em fileiras duplas (5 x 5 m + 13 m), analisados em horizonte de 20 anos, sendo as informações dos dois primeiros anos observadas e dos demais estimadas. Estes sistemas foram comparados à monocultura de macaúba, que geralmente é implantada em espaçamentos amplos, permitindo a possibilidade de cultivos intercalares. A metodologia envolveu análise dos custos de produção, incluindo insumos (fertilizantes, defensivos e ferramentas), operações de plantio, manutenção e colheita.

Os resultados revelaram que os custos de produção dos sistemas integrados são geralmente inferiores aos da monocultura. Especificamente, os custos do SAF-MM foram em média 18% e os do SAF-GG, 11% inferiores.

Esta redução de custos dos sistemas integrados em relação ao monocultivo se deve principalmente aos gastos com a implantação e aquisição de insumos ao longo do ciclo de produção. O monocultivo da macaúba em espaçamento de 5 x 5 m compreende uma densidade de 400 plantas/ha, enquanto nos sistemas integrados de produção a proporção de área ocupada pela macaúba (5 x 5 m + 13 m) equivale a 46% da área total do monocultivo, proporcionando densidade de 184 plantas/ha. Deste modo, ainda que haja incremento de custos com a integração das culturas agrícolas, os custos do monocultivo da macaúba ainda são superiores, especialmente em sua fase pré-produtiva. Considerando o ciclo de 20 anos, os custos referentes à aquisição de insumos apresentaram-se como mais elevados, correspondendo a 60%, 54% e 78% no SAF-MM, SAF-GG e monocultivo, respectivamente.

Os sistemas integrados demonstraram boa produtividade de grãos (Ano 1). No primeiro ciclo de produção, o SAF-MM gerou 45,87 sacas/ha de milho (equivalente a 84,95 sacas/ha em monocultivo de milho), enquanto o SAF-GG produziu 19,74 sacas/ha de girassol (equivalente a 36,55 sacas/ha em monocultivo de girassol). A receita estimada para o S-MM foi de R\$ 2.589,35/ha (milho vendido a R\$ 56,00/sc) e para o S-GG, R\$ 2.392,58/ha (girassol vendido a R\$ 120,00/sc), com base nos preços médios praticados no mercado regional, conforme dados da CONAB.

Se a produção for destinada para silagem (também ano 1), as receitas de milho foram de R\$ 1.750,00/ha (5 t/ha a R\$ 350,00/t) e de girassol, R\$ 1.560,00/ha (3 t/ha a R\$ 520,00/t). Nestas condições observa-se que a destinação da produção para produção de grãos é mais rentável e potencial para amortização dos custos iniciais dos sistemas integrados.

Considerando o segundo ciclo (Ano 2) e a produção destinada somente para silagem, observaram-se receitas de R\$ 2.790,00/ha para S-MM (9 t/ha a R\$ 310,00/t) e R\$ 1.152,00/ha para S-GG (2,4 t/ha a R\$ 480,00/t).

A introdução de culturas agrícolas com a macaúba oferece vantagens, visto que a comercialização das colheitas intercalares permite aos produtores diversificar a renda e recuperar parte dos custos iniciais (Tabela 2), com amortizações de 32,89% para S-MM e 19,92% para S-GG ao final de dois ciclos intercalados de produção (grãos - ano 1 e silagem - anos 2).

Além disto, a integração de culturas agrícolas pode auxiliar no manejo de plantas daninhas, na melhoria da fertilidade do solo com as adubações realizadas e no potencial de estoque de carbono devido à biomassa residual.

Análise econômica

Analisando os sistemas em ciclos de 20 anos, os custos médios anuais dos sistemas integrados de produção foram R\$ 5.650,24 (SAF-MM/grãos) e R\$ 6.902,99 (SAF-GG/grãos), sendo

o custo médio anual do monocultivo da macaúba superior (R\$ 7.586,20) (Tabela 3). Nos sistemas SAF-MM e SAF-GG as receitas totais equivalem a R\$ 218.951,8 e R\$ 203.197,4 para produção de grãos, superando em 20% (SAF-MM) e 9% (SAF-GG) as receitas geradas quando considerada a produção de silo (Tabela 3). A integração das culturas agrícolas, corresponderam a 37% e 27% (produção de grãos) das receitas totais nos sistemas SAF-MM e SAF-GG, respectivamente. A receita total do monocultivo foi de R\$346.500,00, de modo geral, superior aos sistemas agroflorestais.

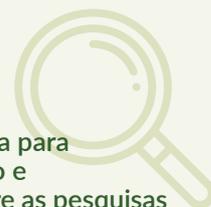
O monocultivo obteve saldo positivo superior aos sistemas integrados, devido ao maior número de plantas e a maior receita na venda do fruto da macaúba. Os valores de Payback foram bem próximos entre os sistemas integrados e monocultivo, com o tempo de retorno estimado entre 6 e 7 anos, indicando que o incremento da receita proveniente da comercialização dos frutos da macaúba tem efeito expressivo nos sistemas de produção. Foi possível amortizar, com a soma das receitas dos cultivos agrícolas entre o ano 0 e 5 (fase pré-produção da macaúba), 100% dos custos de implantação (ano 0) em todos os sistemas integrados de produção (SAF-MM e SAF-GG). Para o período considerado (20 anos), verificou-se VPL positivo e TIR superior à taxa mínima de atratividade TMA (6% a.a) para os sistemas integrados e monocultivo, o que indica que são economicamente viáveis. Todavia, o monocultivo da macaúba apresentou VPL bem superior aos sistemas integrados, e o sistema integrado com milho foi o mais eficiente economicamente.

A análise de sensibilidade para o sistema integrado com melhor desempenho financeiro (SAF-MM), considerando variações de -20 a +20% nos principais custos e receitas, indicou que 5% dos valores estão abaixo de - R\$1.867,5 ha/ano e 95% acima de R\$46.131,7 ha/ano. Associando estes valores aos valores mínimos apresentados pelos métodos financeiros utilizados, pode-se afirmar que o SAF - MM apresenta viabilidade econômica consistente e baixo risco de investimento, considerando que sejam mantidas as condições de estabilidade de mercado ao longo do projeto.

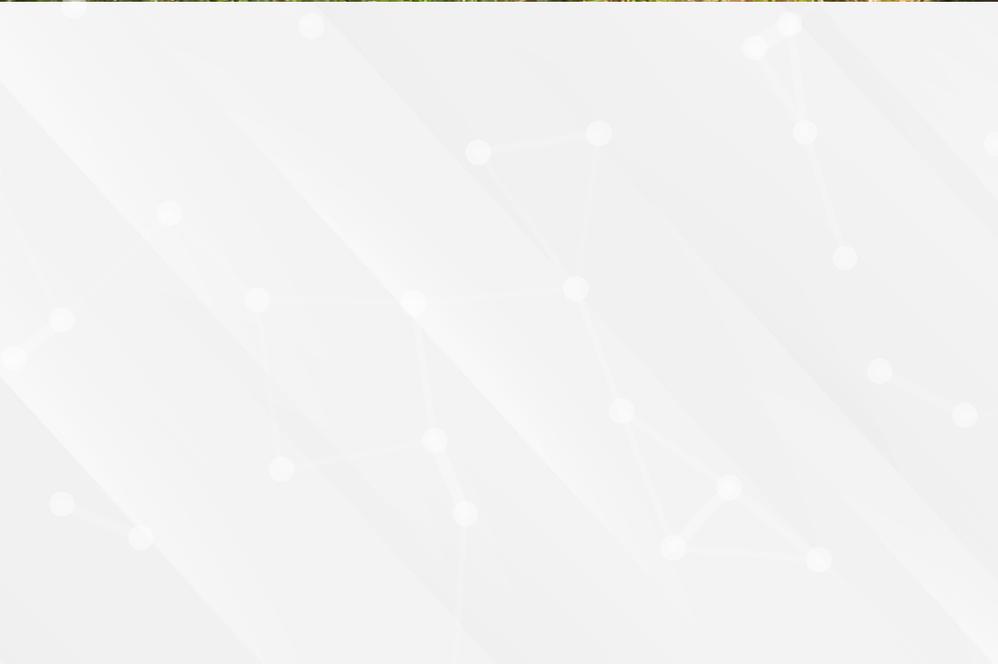
Os dados gerados pelo estudo são importantes para análises de viabilidade técnica e econômica de sistemas integrados. Informações detalhadas sobre custos e receitas ajudam a enriquecer a base de dados necessária para elaborar projetos de financiamento, como PRONAF e Plano ABC – Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. Estes dados são especialmente úteis para pequenos e médios produtores que necessitam de apoio financeiro para projetos com a macaúba e para as instituições financiadoras.

Os resultados deste estudo são cruciais para produtores rurais, para a comunidade científica e programas como o PRS - Cerrado. Para os agricultores, os dados oferecem informações precisas sobre a viabilidade e a rentabilidade dos sistemas integrados, permitindo uma diversificação mais sustentável e lucrativa de suas atividades agrícolas. Para a comunidade científica, o estudo amplia o conhecimento sobre o manejo e os benefícios da macaúba, incentivando novas pesquisas e inovações tecnológicas.

Além disto, o PRS - Cerrado terá um papel fundamental na disseminação destes resultados, abrindo novas frentes de aplicação prática em diversas regiões do Brasil. Promovendo a adoção de sistemas agrícolas mais sustentáveis e incentivando a sustentabilidade econômica, social e ambiental, o projeto contribuirá para um desenvolvimento mais equilibrado e consciente, garantindo assim a manutenção e valorização do bioma Cerrado para as futuras gerações.



Aponte sua câmera para o QR Code ao lado e conheça mais sobre as pesquisas apoiadas pelo PRS - Cerrado





SEMINÁRIOS ESTADUAIS DE PESQUISA



COMPARTILHANDO SABERES: SEMINÁRIO DE DIVULGAÇÃO DAS PESQUISAS

Durante os meses de maio e junho de 2024, os eventos do “Seminário Estadual das Pesquisas” foram estrategicamente concebidos com o objetivo primordial de fomentar a disseminação do saber, propiciar a interação entre as Pesquisas Direcionadas, Edital de P&D, além de estabelecer sólidas parcerias científicas. Este seminário buscou um formato inovador, visando facilitar a ampla difusão de conhecimento e promover a integração entre os participantes, entre eles os produtores locais e os alunos envolvidos.

A estrutura programática adotada nestes seminários englobou a realização de diversos painéis temáticos e visitas técnicas às áreas experimentais. Cabe ressaltar a relevância da escolha das sedes dos eventos em unidades da Embrapa, que proporcionaram uma infraestrutura de excelência para suas realizações.

Em uma análise geral, os resultados obtidos com a realização destes eventos foram significativos. O número total de participantes alcançou a marca de 350 indivíduos, com variações entre 86 e 123 participantes em cada encontro, sendo que 45% deste público era composto por estudantes, representando assim um engajamento promissor da comunidade acadêmica.

No que tange à questão de gênero, observou-se uma participação equitativa de ambos os sexos, contribuindo igualmente com 50% de participação cada, enquanto a média de idade dos presentes foi de 22 anos.

Por fim, destaca-se a produção de um produto do conhecimento para cada Seminário de Pesquisa realizado. Este produto se materializou na forma de um livreto estadual, composto pelos principais desdobramentos das pesquisas apresentadas e as metas bem-sucedidas atingidas por cada projeto de pesquisa. Este material resumido funcionou como uma valiosa fonte de informação e referência para todos os envolvidos no seminário e além, consolidando o legado destes eventos de troca de saberes e aprimoramento mútuo.

Nos subcapítulos subsequentes serão apresentadas detalhadamente as informações históricas durante os seminários realizados em cada estado participante. Estas mensagens abrangem os votos mais significativos, as metas alcançadas e as experiências compartilhadas em Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Cada subcapítulo proporcionará uma visão rica e aprofundada dos resultados destes seminários, evidenciando o impacto e os progressos promovidos pelas atividades científicas desenvolvidas em cada região.

SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM MATO GROSSO DO SUL - RESULTADOS ALCANÇADOS

No dia 08 de maio de 2024 ocorreu o primeiro Seminário de Divulgação das Pesquisas apoiadas pelo Projeto Rural Sustentável – Cerrado, com um foco especial no estado do Mato Grosso do Sul. Este evento visou apresentar as pesquisas que estão impulsionando avanços e inovações em prol de uma produção mais sustentável no setor agrícola.

A mesa de abertura foi composta por ilustres figuras: Dr. Antonio do Nascimento Ferreira Rosa, Chefe Geral da Embrapa Gado de Corte, Marília Ramos, Coordenadora de Campo do PRS-Cerrado, Márcio Alexandre Diório Menegazzo, Chefe da Divisão de Desenvolvimento Rural (DDR-MS), e Dr. Ladislau Araújo Skorupa, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente e coordenador técnico-científico das pesquisas do PRS-Cerrado.

O evento, realizado na Embrapa Gado de Corte em Campo Grande (MS), reuniu cerca de 68 participantes, entre eles gestores públicos, pesquisadores, estudantes, produtores rurais, representantes de Organizações Socioprodutivas parceiras do projeto, membros do Ministério de Agricultura e Pecuária (MAPA) e a equipe do Projeto. No total, nove pesquisas realizadas no Mato Grosso do Sul foram apresentadas, destacando as instituições envolvidas e os recursos disponíveis, conforme ilustrado no mapa subsequente.

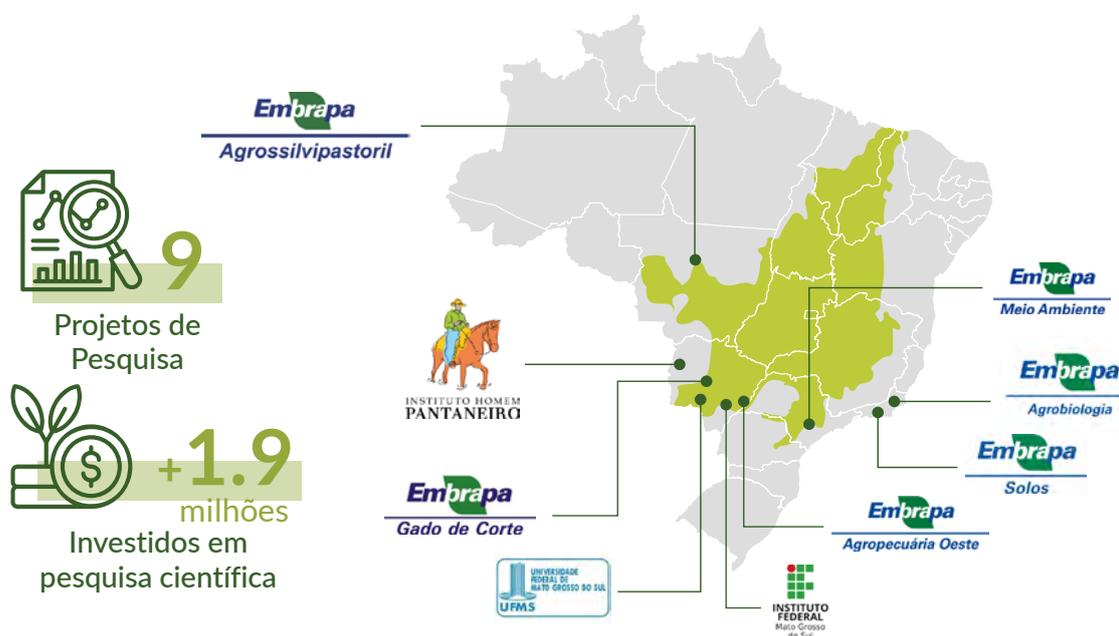


Figura 3: Lupa das Instituições responsáveis pelas Pesquisas e recursos disponíveis no Estado de Mato Grosso do Sul

Fonte: PRS - Cerrado.

Os participantes do seminário apresentaram uma composição de 65% do gênero masculino e 35% do gênero feminino, com idades variando entre 18 e 77 anos, sendo a média etária de 35 anos (Figura 4).



Figura 4. Distribuição de gênero e faixa etária dos(as) participantes.

Fonte: PRS - Cerrado.

A importância do evento foi sublinhada pela Profa. Dra. Maria Aparecida do Nascimento, da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS), curso de Agronomia:

“Eventos como esse são de extrema importância para nós que trabalhamos com ensino. Desta forma, sabemos exatamente o que levar para nossos alunos, que, no futuro, serão as pessoas que trabalharão com essas tecnologias. Além disso, é fundamental essa troca entre quem faz a pesquisa e quem vai de fato utilizar o resultado dela.”

O Dr. José Ubirajara Garcia, da Embrapa, ressaltou a relevância das colaborações: “A importância dessa parceria do Projeto Rural Sustentável - Cerrado com a Embrapa se comprova a partir das demandas dos produtores para melhorar a produtividade de suas propriedades com sustentabilidade”.

De acordo com o Dr. Reinaldo Lucena, pesquisador da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), o aspecto mais estimulante dos eventos foi a colaboração interfuncional:

“O mais interessante desses eventos é ver diferentes pessoas de diferentes funções dialogando para buscarmos soluções em conjunto para os desafios da ciência, da bioeconomia e da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Fiquei muito feliz de ver que estamos avançando na área com o apoio do Projeto Rural Sustentável - Cerrado e da Embrapa.”

Para finalizar, o Seminário de Divulgação das Pesquisas apoiadas pelo Projeto Rural Sustentável - Cerrado no estado do Mato Grosso do Sul foi um marco significativo no caminho para uma produção agrícola mais sustentável e inovadora. Através do engajamento diversificado de pesquisadores, produtores, estudantes e gestores, o evento criou uma plataforma de intercâmbio de saberes essencial para o avanço científico e tecnológico na região.

O registro fotográfico do seminário captura não apenas os momentos de aprendizado e discussão, mas também a essência da colaboração e do compromisso coletivo em prol de um futuro agrícola mais promissor e sustentável. As imagens, que acompanham este relatório, refletem a energia, a dedicação e o espírito colaborativo que permearam cada sessão e visita técnica, simbolizando os sólidos passos dados rumo ao desenvolvimento sustentável do Cerrado.



Fotos 1. Registros do evento.

Fonte: Acervo PRS - Cerrado.

AVANÇOS SUSTENTÁVEIS: DESTAQUES DO SEMINÁRIO DE PESQUISAS NO ESTADO DE GOIÁS

No dia 23 de maio de 2024, realizou-se o Seminário de Divulgação das Pesquisas financiadas pelo Projeto Rural Sustentável - Cerrado, com destaque para o estado de Goiás. O evento teve como objetivo apresentar os avanços e inovações impulsionados por estas pesquisas, com vistas a promover uma produção agrícola mais sustentável.

O seminário contou com a presença de gestores públicos, pesquisadores, estudantes, produtores rurais e Organizações Socioprodutivas parceiras do projeto. Este público, juntamente com a equipe do Projeto, reuniu-se na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, para prestigiar as apresentações. No total, aproximadamente 90 participantes marcaram presença.

Foram apresentadas dez pesquisas provenientes de Goiás, com um investimento superior a 4,3 milhões de reais destinados à pesquisa científica no estado, distribuídos entre nove instituições (Figura 5).

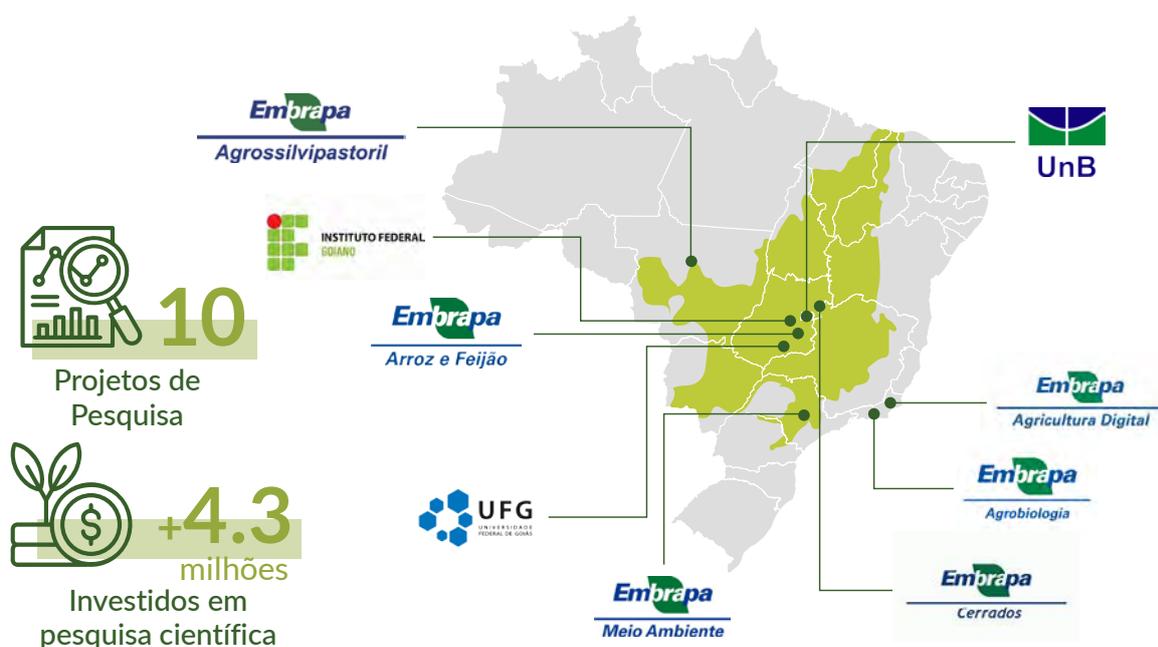


Figura 5. Lupa das Instituições responsáveis pelas Pesquisas e recursos disponíveis no Estado de Goiás.

Fonte: PRS - Cerrado.

Os participantes do evento foram divididos em 48% do gênero masculino e 57% do gênero feminino. A faixa etária variou de 16 a 73 anos, com uma média de idade de 22 anos.



Figura 6. Distribuição de gênero e faixa etária dos(as) participantes.

Fonte: PRS - Cerrado.

O Dr. Emerson Trogello, pesquisador do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, destacou a importância das pesquisas:

“O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, por meio da nossa pesquisa em parceria com o PRS-Cerrado, demonstrou ser um sistema de alta sustentabilidade. Isso significa que ele melhora a qualidade química, física e biológica do solo, diversifica o meio ambiente e torna o sistema produtivo mais sustentável. O apoio do PRS foi fundamental, especialmente para a parte experimental de toda a pesquisa, o que nos permitiu obter tantos resultados.”

O Dr. Pedro Machado, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, ressaltou a relevância do evento:

“Foi uma grande satisfação receber todos para um evento de tema tão relevante e atual. Resultados robustos e qualificadores dos ecossistemas de produção foram apresentados. Instituições de fomento podem constatar que, quanto mais recursos financeiros forem disponibilizados para as instituições envolvidas, maior será a precisão dos resultados para o desenvolvimento das cadeias de valor. O grupo já está unido graças aos esforços do Rural Sustentável.”

Para finalizar, destacamos a importância do registro fotográfico do Seminário de Divulgação das Pesquisas financiadas pelo Projeto Rural Sustentável – Cerrado, com ênfase no estado de Goiás. O registro visual do evento captura não apenas os momentos de aprendizado e apresentação, mas também a essência da colaboração e do comprometimento coletivo. As fotografias documentam a energia, a dedicação e o espírito cooperativo que caracterizaram cada sessão e visita técnica, simbolizando os avanços significativos na busca por um futuro agrícola mais sustentável e inovador.



Fotos 2. Registros do evento.

Fonte: Acervo PRS - Cerrado.

AVANÇOS CIENTÍFICOS EM MINAS GERAIS: RESULTADOS DO SEMINÁRIO DE PESQUISAS

No dia 06 de junho de 2024, Minas Gerais foi palco do evento promovido pelo PRS - Cerrado, onde as pesquisas visando promover avanços e inovações para uma produção agrícola mais sustentável foram apresentadas.

O Seminário de Divulgação das Pesquisas apoiadas pelo Projeto foi realizado na renomada Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas (MG), reunindo um público diversificado de aproximadamente 120 participantes, formado por gestores públicos, renomados pesquisadores, engajados estudantes, dedicados produtores rurais e importantes Organizações Socioprodutivas.

Durante o Seminário, nove pesquisas centradas em Minas Gerais ganharam destaque, contando com um generoso investimento que ultrapassou a marca de 3,7 milhões de reais, destinados à pesquisa científica no estado, distribuídos entre nove instituições de renome e excelência acadêmica (Figura 7).

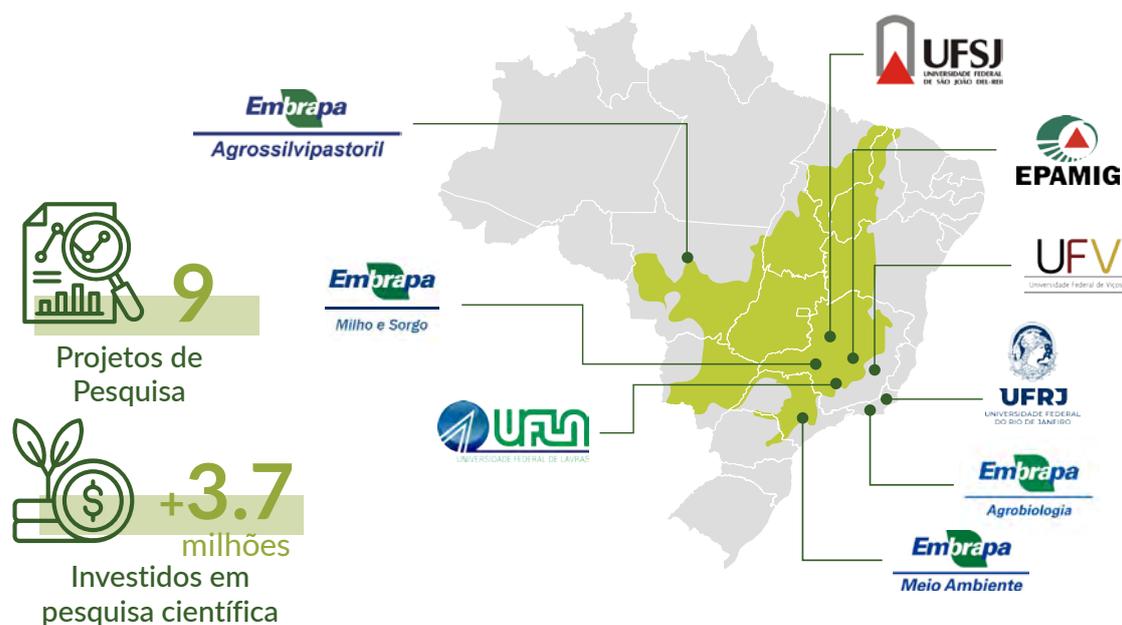


Figura 7. Lupa das Instituições responsáveis pelas Pesquisas e recursos disponíveis no Estado de Minas Gerais

Fonte: PRS - Cerrado.

No que diz respeito à composição do público, houve uma representativa divisão, contando com 45% de participação do gênero masculino e 54% do gênero feminino, refletindo um engajamento equitativo e uma representação diversificada. As idades dos participantes variaram de 18 a 68 anos, revelando uma ampla faixa etária, com uma significativa média de 24 anos, evidenciando a diversidade de experiências e perspectivas presentes no evento (Figura 8).



Figura 8. Variedade de gênero e faixa etária dos(as) participantes.

Fonte: PRS - Cerrado.

André Baldoni, Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da renomada Universidade Federal de São João del-Rei, compartilhou seus *insights*:

“Neste Seminário, pudemos testemunhar uma gama diversificada de produtos, processos e artigos científicos, resultantes de uma frutífera parceria de dois anos com o Projeto Rural Sustentável - Cerrado. Essas significativas contribuições foram de extrema relevância, servindo de inspiração e referência para nossa comunidade acadêmica, integrando de forma única a sociedade com nossas pesquisas científicas e formação acadêmica.”

Ana Carolina, estudante promissora de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de São João del-Rei, campus Sete Lagoas, compartilhou suas impressões:

“O Seminário superou nossas expectativas ao apresentar resultados significativos que reforçam o enorme potencial deste Projeto para as futuras gerações. A experiência foi enriquecedora e motivadora, não somente para nós estudantes, mas também para nossos educadores e toda comunidade científica e rural envolvida.”

Para finalizar este subcapítulo, sublinhamos a importância dos registros fotográficos do Seminário de Divulgação das Pesquisas financiadas pelo Projeto Rural Sustentável - Cerrado em Minas Gerais. Estas imagens não apenas documentam os avanços e descobertas apresentados, mas também capturam a essência colaborativa e inovadora deste evento, perpetuando assim as conquistas coletivas rumo a um futuro agrícola mais sustentável e promissor no âmbito local.



Fotos 3. Registros do evento.

Fonte: Acervo PRS - Cerrado.

SUSTENTABILIDADE EM FOCO: *INSIGHTS* DO SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM MATO GROSSO

No dia 27 de junho de 2024 encerrou-se a série de Seminários de divulgação das Pesquisas apoiadas pelo Projeto Rural Sustentável – Cerrado, que tem impulsionado avanços em práticas rurais sustentáveis no bioma Cerrado. Após percorrer os estados de Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, o Seminário desembarcou no estado de Mato Grosso. O evento congregou aproximadamente 72 participantes, incluindo gestores públicos, pesquisadores, estudantes e o público em geral interessado no progresso do projeto. A sede do evento foi na Embrapa Agrossilvipastoril, situada no município de Sinop (MT).

No estado de Mato Grosso foram apresentadas 12 pesquisas com o propósito de introduzir inovações no setor rural, harmonizando a sustentabilidade com a geração de renda dos produtores rurais. O PRS-Cerrado investiu mais de 5,4 milhões de reais em pesquisa, beneficiando 9 instituições (Figura 9).

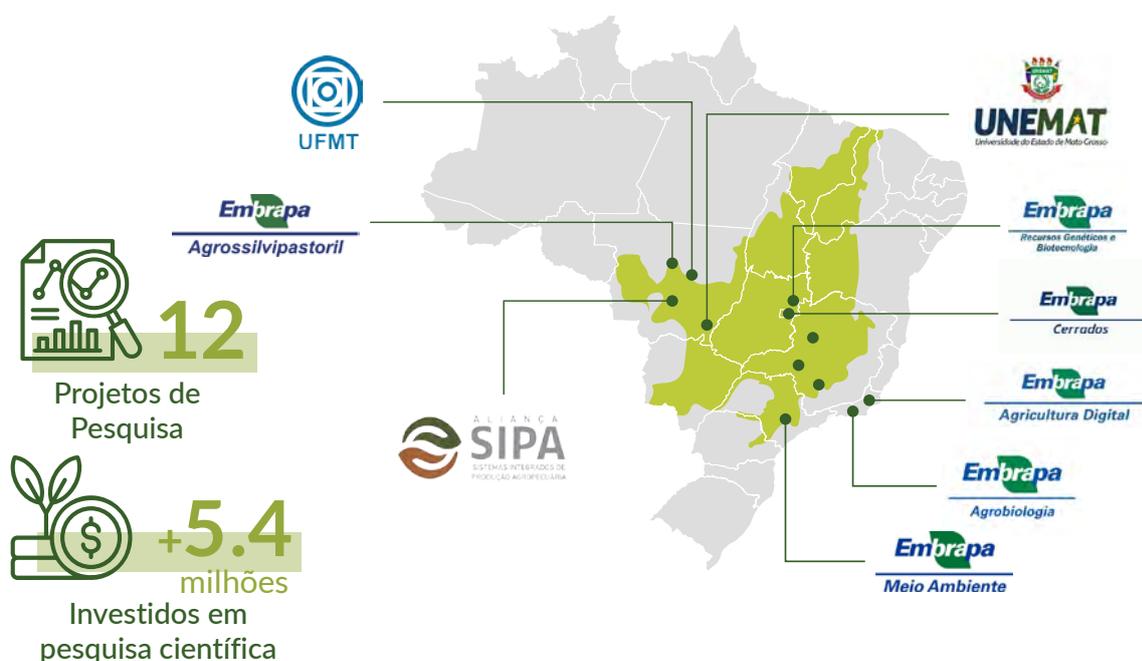


Figura 9. Lupa das Instituições responsáveis pelas Pesquisas e recursos disponíveis no Estado de Mato Grosso.

Fonte: PRS - Cerrado.

A composição dos participantes revelou uma divisão equitativa, com 44% do gênero masculino e 56% do gênero feminino participando ativamente. Quanto à faixa etária, a variação foi significativa, abrangendo dos 20 aos 65 anos, com uma média de idade consolidada em 22 anos (Figura 10).



Figura 10. Distribuição de gênero e faixa etária dos(as) participantes.

Fonte: PRS - Cerrado.

Omar Roberto da Silveira, representante do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), pontuou que:

“A atuação do PRS - Cerrado tem se destacado significativamente na concretização de seu objetivo primordial. As pesquisas realizadas têm sido altamente benéficas no sentido de efetivamente reduzir as emissões de carbono. Além disso, iniciativas como programas de capacitação e treinamento de assistentes técnicos têm proporcionado ferramentas viáveis e oportunidades que nos capacitam a tomar medidas assertivas em nível governamental, resultando em benefícios consideráveis para o meio ambiente.”

No encerramento do Seminário de divulgação das Pesquisas financiadas pelo Projeto Rural Sustentável - Cerrado, realçamos a significância das imagens capturadas dos momentos compartilhados. Estas fotografias não apenas documentam as experiências do evento, mas também desempenham um papel crucial na preservação do legado do projeto, proporcionando um arquivo visual valioso para futuras referências e análises. O registro fotográfico não só celebra as conquistas alcançadas durante o Seminário em Mato Grosso, mas também contribui para a disseminação contínua dos resultados e aprendizados, fortalecendo assim o impacto duradouro e o legado do Projeto Rural Sustentável - Cerrado.

Ao concluirmos a jornada dos quatro Seminários de divulgação das Pesquisas apoiadas pelo Projeto Rural Sustentável - Cerrado, é inegável o impacto significativo de cada evento. Através da apresentação dos resultados obtidos e das inovações propostas, os seminários não apenas enriqueceram o conhecimento científico e prático no âmbito rural, mas também fortaleceram as parcerias entre instituições, pesquisadores e a comunidade envolvida.

A participação ativa dos estudantes e do público em geral cumpriu um papel crucial, garantindo a disseminação efetiva das descobertas e promovendo uma maior consciência sobre questões ambientais e sustentáveis. Assim, o legado deixado por estes seminários não se limita às descobertas científicas, mas se estende ao estímulo da colaboração contínua e ao incentivo para a implementação de práticas mais sustentáveis e inovadoras em toda a região do bioma Cerrado.



Fotos 4. Registros do evento.

Fonte: Acervo PRS - Cerrado.







DIAS DE CAMPO

SEMEANDO CONHECIMENTO: A INTEGRAÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA NOS DIAS DE CAMPO DA PESQUISA DO PROJETO RURAL SUSTENTÁVEL - CERRADO

Os Dias de Campo das Pesquisas conduzidas pelo Projeto Rural Sustentável desempenham um papel fundamental na disseminação do conhecimento e na promoção da sustentabilidade no âmbito rural. Estes eventos ofereceram uma oportunidade valiosa para produtores rurais, estudantes, pesquisadores e o público em geral se engajarem e aprenderem de forma prática e interativa. Ao proporcionar um ambiente de aprendizagem ao ar livre, os dias de campo permitem a troca de experiências, a demonstração de boas práticas agrícolas e a discussão de inovações que podem ser aplicadas no campo, contribuindo assim para o avanço e aprimoramento da agricultura sustentável.

Neste capítulo abordaremos em detalhes os Dias de Campo das pesquisas realizadas nos estados contemplados pelo Projeto Rural Sustentável. Cada região apresenta desafios e particularidades únicas, tornando estes eventos ainda mais relevantes para a adaptação e implementação de práticas sustentáveis específicas a cada contexto. Vamos explorar como estes dias de campo se tornam um ponto de encontro crucial para compartilhar conhecimentos, promover a inovação e incentivar a adoção de soluções sustentáveis em diferentes realidades agrícolas.

TRILHANDO O CAMINHO DA SUSTENTABILIDADE: O PRIMEIRO DIA DE CAMPO DAS PESQUISAS EM TANGARÁ DA SERRA/MT

Em um cenário de relevância, o pesquisador Dr. Daniel Abreu liderou a realização do primeiro Dia de Campo das Pesquisas, em 28 de julho de 2022, na imponente Fazenda Boitanga, localizada no município de Tangará da Serra (MT). Este evento, fruto de uma parceria estratégica entre o Projeto Rural Sustentável e a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), teve como foco principal a integração entre produtores, profissionais do setor agropecuário e jovens em busca de conhecimento acadêmico, inovações tecnológicas e avanços científicos.

O Coordenador Daniel Abreu ministrou a palestra magna, cujo enfoque foi sobre os “Sistemas Integrados de Produção Agropecuária”. Em complemento, o colaborador Wininton Mendes da Silva, figura de destaque da EMPAER, compartilhou sua expertise durante a palestra intitulada “Manejo da Fertilidade do Solo para Altas Produtividades”.

A magnitude do encontro se fez presente com a expressiva participação de 110 pessoas, compreendendo 76 experientes indivíduos do campo e 34 jovens promissores sedentos por conhecimento e *insights*.

O encontro imperdível emergiu como um divisor de águas ao evidenciar a imperatividade de identificar práticas inovadoras e conceber sistemas de produção resilientes, permeados por estratégias de manejo visando minimizar os impactos da atividade agrícola no meio ambiente. A ênfase na intrínseca ligação entre sustentabilidade e práticas agrícolas de vanguarda reverberou como um chamariz para a construção de um setor agropecuário mais ético, eficiente e ambientalmente responsável.

O Dia de Campo inaugural das Pesquisas, sob a égide do notável pesquisador Dr. Daniel Abreu, na emblemática Fazenda Boitanga, marcou não apenas um encontro memorável entre produtores, profissionais do campo e jovens entusiastas, mas também impulsionou a busca incessante por práticas agrícolas inovadoras e sustentáveis. A sinergia entre a pesquisa acadêmica e a aplicação prática no cenário agropecuário reflete um compromisso uníssono em direção a um futuro mais promissor e equilibrado.

Neste contexto, a disseminação do conhecimento, a dissecação de práticas sustentáveis e a promoção de práticas ecoconscientes surgem como pilares fundamentais para a construção de uma agricultura resiliente e ambientalmente responsável. Este capítulo marca não apenas um momento singular de aprendizado e troca de experiências, mas também inaugura uma nova era de colaboração e inovação no setor agropecuário, guiando-nos para um horizonte de práticas mais éticas, eficazes e harmoniosas com o meio ambiente.



Fotos 5. Registros do Dia de Campo

Fonte: Acervo IABS

COLHEITA DE CONHECIMENTO: DIA DE CAMPO DA PESQUISA EM TORNO DOS FRUTOS DO CERRADO NA UFSJ-MG

No dia 30 de setembro de 2022 teve início o emblemático evento intitulado Dia de Campo do PRS-Cerrado, com a temática “Árvores do Cerrado e suas peculiaridades”, contabilizando 151 inscrições, das quais 106 entusiastas marcaram presença. As atividades tiveram início com um credenciamento primoroso, fornecendo a cada participante um crachá personalizado e um ponto colorido para indicar o minicurso escolhido. O professor Júlio Onésio Ferreira Melo, visionário coordenador do Projeto Árvores Frutíferas do Cerrado, proferiu as boas-vindas institucionais, inaugurando o evento de forma inspiradora.

Após a cerimônia de abertura, os participantes embarcaram em um tour guiado pelos encantos do campus, conduzidos por graduandos do Grupo de Ensino de Pesquisa e de Extensão em Química e Farmacognosia atuando como monitores. O intuito deste tour era apresentar a rica diversidade de árvores e frutos característicos do Bioma do Cerrado, além de promover uma maior integração entre a comunidade e a instituição acadêmica.

Logo em seguida, uma mesa redonda de renome foi formada, composta pelos ilustres professores Amauri Geraldo de Souza, Giezi Américo Reginaldo e Reginaldo Ferreira Weichert, onde cada membro expôs suas valiosas experiências na área da Educação. A interação com os participantes permitiu uma troca de ideias enriquecedora, encerrando a mesa redonda por volta das 14h e direcionando os participantes para os minicursos. Dentre os minicursos oferecidos estavam o desenvolvimento de sorvetes com polpas de frutos do Cerrado, a elaboração de conservas artesanais de produtos do Cerrado, a fabricação de balas biofortificadas com polpa de frutos do Cerrado, a produção de iogurte com polpa de frutos do Cerrado e as estratégias de propagação em espécies do Cerrado.



Fotos 6. Registros do Dia de Campo

Fonte: Acervo IABS.

A riqueza de conhecimento e práticas vivenciadas neste evento reafirma a importância da integração entre produtores rurais e universidades, promovendo um intercâmbio de saberes que enriquece ambos os lados. A combinação de conhecimentos práticos e científicos pode resultar em avanços significativos no cultivo e na produção dos frutos do Cerrado, abrindo portas para um desenvolvimento intelectual e aprimoramento produtivo acentuado para todos os envolvidos.

EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE: DIA DE CAMPO DA PESQUISA SOBRE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO EM GOIÁS

No dia 18 de agosto de 2023, o Instituto Federal de Morrinhos (GO) foi palco de um evento marcante promovido pelo Projeto Rural Sustentável - Cerrado. O foco deste encontro recaiu sobre uma das Unidades Demonstrativas (UDs) do projeto, que sediou um enriquecedor Dia de Campo dedicado aos benefícios tangíveis da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) como tecnologia sustentável no campo.

Mais de 170 participantes estiveram presentes, incluindo produtores rurais, Organizações Socio-produtivas (OSPs) locais, pesquisadores do Instituto Federal (IF) e da Embrapa, representantes do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) e da SEAPA/GO, assim como estudantes do IF.

Durante o evento, o professor Emerson Trogello apresentou os dados e resultados da pesquisa intitulada “Quais impactos do sistema ILPF no solo e no fluxo de gases de efeito estufa, frente a outros usos e ocupações do solo em três regiões de Goiás?”. Ele ressaltou o papel crucial do ensino e da pesquisa na disseminação de informações dentro do setor agropecuário. O professor enfatizou que o projeto consegue alcançar todas as camadas envolvidas no setor, e que é por meio do ensino, pesquisa e incentivo que a informação chega aos produtores rurais.

Após a apresentação inicial, os participantes foram envolvidos em atividades divididas em quatro estações, onde puderam realizar análises práticas relacionadas com o tema, como a biologia e física do solo, e clones de eucalipto em sistema ILPF.

Para os(as) produtores(as) rurais presentes, o evento representou uma ocasião de grande importância e enriquecimento. Um destes produtores, Divino Goulart da Silva, ressaltou a relevância de adotar práticas sustentáveis para continuar a produção sem prejudicar a natureza. Ele enfatizou a parceria com o PRS-Cerrado como uma rota viável para o futuro, tanto para eles quanto para as gerações vindouras.

Além de impulsionar a pesquisa, o Projeto Rural Sustentável - Cerrado engaja-se em uma série de atividades em seus quatro estados de atuação (Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais), com ênfase na adoção de tecnologias produtivas de baixa emissão de carbono. Dentre estas atividades se destacam os Dias de Campo, Cursos Presenciais, Mestrado Profissional, entre outras, promovendo a partilha de experiências e conhecimentos, ao mesmo tempo que sensibiliza e capacita os produtores para a adoção de práticas sustentáveis e novas tecnologias.

O legado deixado pelo PRS-Cerrado é evidente, demonstrando claramente o seu compromisso com a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento social da região. O impacto positivo deste evento na sociedade é inegável, refletindo a importância de investir em projetos que fomentem a preservação do Cerrado e o bem-estar de suas comunidades. A continuidade deste legado é essencial para inspirar as futuras gerações e garantir um futuro mais sustentável e próspero para todos.



Fotos 7. Registros do Dia de Campo

Fonte: Acervo IABS.

DESVENDANDO A INTEGRAÇÃO: DIA DE CAMPO DA PESQUISA EM UBERABA (MG) COLOCA EM DESTAQUE OS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO

Em Uberaba (MG), os sistemas integrados de produção são o destaque do Dia de Campo da Pesquisa. No prestigioso Campo Experimental Getúlio Vargas, o evento do Dia de Campo do Projeto Rural Sustentável – Cerrado, realizado em 11 de outubro de 2023, representou um marco significativo na promoção da sustentabilidade e inovação na agricultura. Nesta ocasião, a ênfase na redução de emissões de carbono foi primordial, refletindo o compromisso com práticas agrícolas ambientalmente conscientes. Palestras esclarecedoras e estações de campo interativas proporcionaram um ambiente propício para compartilhar conhecimentos e resultados de pesquisas minuciosas conduzidas pela Epamig, em estreita colaboração com o PRS-Cerrado. A eficiência produtiva em sistemas integrados, em especial a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), foi exaltada como um pilar essencial para uma agricultura mais sustentável.

A atenciosa monitora do PRS-Cerrado em Minas Gerais, Jacqueline Jacques, desempenhou um papel fundamental na organização do evento, destacando recentes realizações e iniciativas voltadas para capacitações, assistência técnica e demonstrações práticas para pequenos e médios produtores. Sua parceria exemplar com a Epamig ressaltou a importância da pesquisa e divulgação de informações valiosas para a comunidade rural, enfatizando a missão do PRS-Cerrado em disseminar tecnologias de baixa emissão de gases de efeito estufa.

A apresentação dos resultados da pesquisa sobre eficiência produtiva, realizada pelo renomado pesquisador e líder da Epamig Oeste, Fernando Oliveira Franco, ilustrou o potencial dos sistemas integrados para impulsionar a produção agropecuária de maneira mais sustentável. Os participantes tiveram a oportunidade de interagir com novilhas da raça Gir Leiteiro e explorar sistemas de pastagem em detalhes durante o evento. A diversidade de experiências compartilhadas e a interação direta com práticas inovadoras no campo destacaram a importância da educação e colaboração contínua em prol da agricultura sustentável.

O Dia de Campo culminou com um ambiente de aprendizado único, refletindo o compromisso coletivo com a implementação de práticas agrícolas resilientes e ecologicamente responsáveis, impulsionando a trajetória rumo a uma agricultura mais eficiente e amiga do meio ambiente.





Fotos 8. Registros do Dia de Campo

Fonte: Acervo IABS.

CULTIVANDO O FUTURO: DIA DE CAMPO SOBRE CARBONO E FERTILIDADE DO SOLO EM MATO GROSSO DO SUL

Em 30 de setembro de 2023, a Fazenda Sete Voltas, em Ribas do Rio Pardo (MS), foi palco do terceiro Dia de Campo promovido pelo PRS-Cerrado nesta propriedade. O evento focou na formação e recuperação de pastagens e nas pesquisas em carbono e fertilidade do solo, reunindo produtores rurais, pesquisadores, técnicos e um expressivo número de estudantes, além de gestores públicos e técnicos de ATER e ATEC.

A manhã começou com o credenciamento dos participantes e um café da manhã acolhedor. As boas-vindas do produtor anfitrião e uma abertura institucional deram início às atividades. A primeira palestra foi apresentada pelos pesquisadores Dr. Manuel Macedo e Dr. Alexandre de Araújo, ambos da Embrapa Gado de Corte, que abordaram a formação e recuperação de pastagens, destacando práticas inovadoras e sustentáveis.

Os participantes foram então divididos para visitas às estações temáticas. Na Estação Solo, o Dr. Ademir Fontana, pesquisador da Embrapa Solos, compartilhou suas pesquisas sobre carbono e fertilidade no solo com pastagens. A coleta de amostras de solo, análise de textura e o estudo dos perfis de solo do Cerrado foram alguns dos tópicos que despertaram grande interesse.

Na Estação RPD, Dr. Manuel Macedo conduziu discussões sobre a formação, manutenção e recuperação de pastagens, promovendo uma rica troca de experiências entre os participantes. Este ambiente interativo permitiu aos presentes absorverem conhecimentos práticos e científicos, essenciais para a implementação de novas tecnologias agrícolas.

Ao meio-dia, uma avaliação do evento foi realizada, seguida pela entrega de certificados, reconhecendo o compromisso dos participantes com a aprendizagem contínua e a sustentabilidade agrícola. O evento foi concluído com um almoço, proporcionando um momento de confraternização e *networking*.

O Dia de Campo com Dr. Ademir Fontana exemplificou a integração entre pesquisa e prática no campo, destacando a importância da inovação e da sustentabilidade na agricultura. Este evento reforçou o impacto positivo do PRS-Cerrado, promovendo uma agricultura mais responsável e eficiente, comprometida com a preservação ambiental e a melhoria contínua das práticas agrícolas. A participação significativa de estudantes, gestores públicos e técnicos de ATER e ATEC evidenciou o alcance e a relevância das iniciativas do PRS-Cerrado, fortalecendo a colaboração entre diversos atores do setor agropecuário.



Fotos 9. Registros do Dia de Campo

Fonte: Acervo IABS.





LEGADO
SUSTENTÁVEL

UM LEGADO DE SUSTENTABILIDADE NO CERRADO

O Projeto Rural Sustentável - Cerrado desempenhou um papel crucial na transformação das práticas agropecuárias no bioma Cerrado, promovendo a sustentabilidade e a preservação ambiental. Ao longo dos últimos anos, uma série de pesquisas foi conduzida, abordando temas essenciais como captura de carbono, melhoria da qualidade do solo e desenvolvimento de sistemas agroflorestais.

RESULTADOS TRANSFORMADORES

Captura de Carbono e Qualidade do Solo - A implementação de sistemas Integrados de Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) resultou na captura significativa de carbono. Em 2020 foram removidas 163.425 toneladas de CO₂ da atmosfera. Estima-se que até 2030, este número possa chegar a 326.930 toneladas. Além disso, a qualidade do solo melhorou substancialmente, com aumento do teor de matéria orgânica e capacidade de retenção de água, promovendo um ambiente agrícola mais resiliente e produtivo.

Serviços Ecosistêmicos e Sustentabilidade - Os benefícios dos serviços ecossistêmicos foram amplamente quantificados, evidenciando a importância da conservação do Cerrado. A preservação da biodiversidade, a melhoria dos recursos hídricos e a estabilidade climática são alguns dos ganhos observados. Indicadores de sustentabilidade foram desenvolvidos, permitindo uma avaliação abrangente das práticas agrícolas e sua contribuição para a manutenção dos ecossistemas.

Incentivo à Implementação de Tecnologias de Baixo Carbono - Um dos grandes destaques do PRS-Cerrado foi o incentivo à implementação de tecnologias de baixo carbono, que desempenharam um papel fundamental na mitigação das mudanças climáticas. O projeto investiu significativamente em práticas que promovem a redução das emissões de gases de efeito estufa, como a recuperação de pastagens degradadas, o plantio direto, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e o manejo sustentável de solos. Estas tecnologias não apenas contribuíram para a captura de carbono, mas também melhoraram a produtividade agrícola e a resiliência dos sistemas de produção.

Impacto Econômico e Social - As pesquisas destacam não apenas os benefícios ambientais, mas também os impactos econômicos e sociais. A adoção de práticas sustentáveis aumentou a produtividade e a rentabilidade das propriedades, oferecendo uma alternativa viável e lucrativa para os agricultores. A capacitação de técnicos e produtores, além da disseminação de conhecimento através de publicações científicas e eventos, fortaleceu a comunidade local e incentivou a adoção de tecnologias inovadoras.

Participação da Embrapa e de Instituições de Referência - A Embrapa e diversas outras instituições parceiras desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento e na implementação das pesquisas conduzidas pelo PRS-Cerrado. A colaboração entre estas instituições possibilitou a realização de estudos abrangentes e inovadores, promovendo a troca de conhecimentos e a aplicação prática de tecnologias sustentáveis. As contribuições destas instituições foram essenciais para alcançar os resultados positivos observados, fortalecendo a base científica e prática do projeto.

Futuro e Aplicabilidade - O sucesso das iniciativas promovidas pelo PRS-Cerrado abre caminho para futuras pesquisas e ampliações. A continuidade das ações de monitoramento e a expansão das áreas de adoção de tecnologias de baixo carbono são cruciais para consolidar os benefícios observados. A implementação de políticas públicas baseadas em evidências científicas fortalecerá a sustentabilidade na agricultura, promovendo um desenvolvimento rural equilibrado e consciente.



CONSIDERAÇÕES FINAIS E AGRADECIMENTOS

O Projeto Rural Sustentável - Cerrado deixou um legado duradouro de inovação e sustentabilidade. As descobertas científicas e as práticas desenvolvidas transformaram a gestão agrícola no Cerrado, promovendo um futuro mais sustentável e próspero. Este capítulo final celebra os avanços alcançados e reafirma o compromisso contínuo com a conservação do bioma Cerrado, um dos mais ricos e importantes ecossistemas do Brasil.

O caminho trilhado por este importante projeto é um exemplo inspirador de como a união entre ciência, tecnologia e práticas tradicionais pode gerar um impacto positivo e duradouro, garantindo a preservação ambiental e o bem-estar das comunidades rurais. A participação ativa da Embrapa e de importantes e renomadas instituições fortaleceu este legado, demonstrando a importância da colaboração e da inovação para um futuro sustentável. A implementação de tecnologias de baixo carbono e o investimento significativo nestas práticas são testemunhos do compromisso com a mitigação das mudanças climáticas e a promoção de uma agricultura resiliente e produtiva.

A todos e todas que participaram e se dedicaram a este projeto, deixamos nosso mais profundo agradecimento. Seu empenho, profissionalismo e paixão foram fundamentais para transformar o Cerrado e deixar um legado de esperança e sustentabilidade para as futuras gerações.



Execução:



Coordenação Científica



Apoio técnico



Realização:

