



33

**O eucalipto em sistemas
de integração lavoura-
pecuária-floresta (ILPF)
no Bioma Pampa**

Helio Tonini

Jorge Ribaski

Rodolfo César Forgiarini Perske

Marco Antônio Karam Lucas

Introdução

No Brasil, o bioma Pampa está restrito ao estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), onde ocupa uma área de 176.496 km², correspondendo a 63% do território estadual e a 2,07% do território brasileiro (Brasil, 2019). Suas pastagens nativas de clima subtropical representam um patrimônio natural, genético e cultural de importância global.

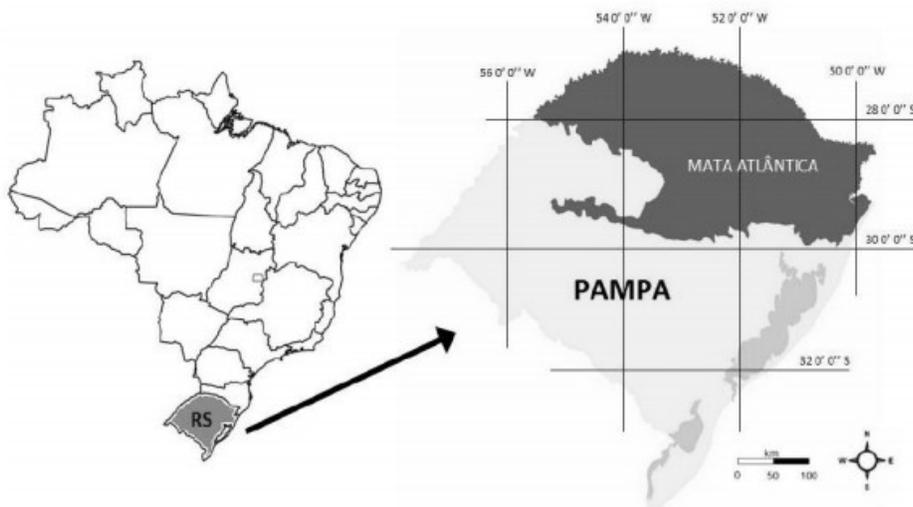


Figura 1. Localização geográfica do Rio Grande do Sul e do bioma Pampa.
Fonte: Santos e Silva (2011).

Os campos nativos que originalmente formavam a paisagem predominante ainda são determinantes na economia, cultura e modo de vida da sociedade e têm na pecuária extensiva a sua vocação e principal atividade econômica, concentrando, aproximadamente, 70% do rebanho bovino de corte (Boldrini et al., 2010; Barcellos et al., 2015).

No entanto, a baixa produtividade e rentabilidade da pecuária tradicional praticada na região têm sido determinantes na conversão dos campos nativos em outras atividades econômicas, como as lavouras e a silvicultura (Ribaski et al., 2012), resultando na descaracterização da paisagem campestre. Segundo Trindade et al. (2018), atualmente, os campos ocupam 35,73% da área no bioma Pampa e o seu uso na criação em regime extensivo tem se concentrado em solos rasos e com horizonte B textural.

O Rio Grande do Sul é o estado com o maior percentual de área utilizada em sistemas integrados, com 1,4 milhão de hectares, representando 20% da área cultivada (ILPF em números, 2016). O sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) é o

predominantemente adotado, sendo representado pelas rotações das lavouras de verão (arroz irrigado, milho e soja) com pastagens de inverno, tais como a aveia-preta (*Avena strigosae*), o azevém anual (*Lolium multiflorum*) (Carvalho et al., 2011).

O eucalipto no Pampa

O eucalipto é a espécie florestal de uso mais tradicional na região. Na região sul no Pampa gaúcho, foi introduzida no início do século 19, após a revolução Farroupilha ocorrida entre 1835-1845, provavelmente oriundo do Uruguai. Nesta região está tradicionalmente associado à paisagem rural, na forma de pequenos maciços chamados capões (Figura 2), implantados como quebra ventos, como abrigo para o gado para promover o bem-estar animal, para o fornecimento de lenha, mourões de cerca e madeira para construções, nas propriedades rurais (Ageflor, 2016).



Foto: Helio Tommi

Figura 2. Capão de eucalipto em propriedade rural no bioma Pampa.

Segundo a Associação Gaúcha de Empresas Florestais (Ageflor, 2019), os plantios comerciais de eucalipto no RS tiveram origem em 1930, com a iniciativa da Viação Férrea do Rio Grande do Sul (VFRGS), para a produção da madeira para dormentes e para abastecer as locomotivas a vapor. Em 1970 foram realizados plantios visando à obtenção de madeira sólida para movelaria e construção, pela Florestamentos do Sul (Flosul) com sua base florestal estabelecida no litoral norte, e nos municípios de Rio Grande e Encruzilhada do Sul. Porém, o grande estímulo aos plantios de florestas no estado ocorreu com o estabelecimento de incentivos fiscais ao reflorestamento no Brasil (Lei nº 5.106, 1966), que originou a base florestal que desenvolveu a atual cadeia produtiva estadual.

Novas políticas nacionais de incentivos aos plantios florestais estabelecidas a partir de 2000, como o Programa Nacional de Florestas (PNF-2000), o Programa Nacional de Agricultura Familiar - Pronaf Florestal e, principalmente, o Proflora, criaram incentivos financeiros para atrair empreendimentos florestais para a chamada “Metade Sul” formada pelos municípios que compõem o bioma Pampa.

Esta região apresenta condições desejáveis para o estabelecimento de grandes plantações com características edafoclimáticas e de relevo favoráveis; o predomínio de grandes propriedades que facilita a aquisição e o arrendamento de grandes áreas contínuas e boa condição logística com estradas, ferrovias e proximidade ao Porto de Rio Grande (Binkowski, 2009) e, neste contexto, foram atraídos investimentos de empresas de celulose e papel e de madeira sólida.

A partir de então, houve um rápido crescimento da silvicultura, tornando a região um grande polo florestal em um espaço relativamente curto de tempo, sendo que, atualmente, 2,62% da área total do bioma está sob uso da silvicultura (Trindade et al., 2018).

Dos seis polos florestais do Estado, quatro estão localizados no Pampa (Figura 3) com área plantada de eucalipto perfazendo cerca de 300 mil hectares, somando-se os dados fornecidos pelo Conselho Regional de Desenvolvimento (Coredes) apresentados pela Associação Gaúcha de Empresas Florestais em 2017 (Ageflor, 2017).

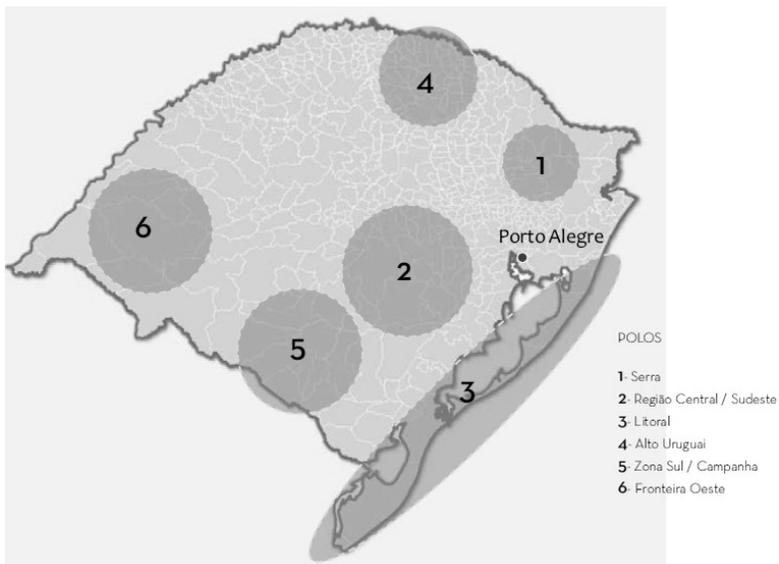


Figura 3. Polos florestais no estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: Ageflor (2016).

No entanto, fatores como a crise econômica mundial de 2007-2008, indefinições jurídico-institucionais, restrições e limitações impostas à atividade pelo Zoneamento Ambiental da Silvicultura, bem como os impedimentos legais para a aquisição de terras por empresas estrangeiras na faixa de fronteira, levaram ao não estabelecimento das plantas industriais e o seu deslocamento para outros Estados da Federação.

Apesar da pequena proporção de área ocupada pela silvicultura no Pampa, a rápida expansão das florestas plantadas de eucalipto foi a causa de grandes discussões na sociedade e motivo de um grande conflito ambiental. Os argumentos a favor da expansão da silvicultura envolviam os investimentos das empresas propiciando a geração de empregos e a diversificação da matriz produtiva na região, com a incorporação de pequenos, médios e grandes produtores no plantio de florestas. Os argumentos contrários consideravam a perda da biodiversidade dos campos nativos e da qualidade visual e da beleza cênica do bioma que faziam parte da formação da cultura, da identidade regional e do modo de vida do cidadão gaúcho (Pereira, 2018).

Neste contexto, o emprego de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), especialmente a integração pecuária-floresta (IPF) ou sistemas silvipastoris pode ser uma importante alternativa de uso sustentável da terra ao propiciar a diversificação da renda na propriedade rural, por meio da produção de madeira e, ao mesmo tempo, valorizar a pecuária e os campos nativos, evitando a sua conversão em outras atividades com base no monocultivo (Ribaski et al., 2012).

A adoção de plantios florestais em sistemas silvipastoris, em que a possibilidade de supressão de um componente pelo outro é deliberadamente reduzida, possibilitando a produção simultânea de carne, forragem e madeira, pode conciliar desenvolvimento, tradição e modernidade. Este sistema de produção é capaz de permitir um aumento na renda do produtor sem gerar grandes impactos nos recursos forrageiros naturais, respeitando a vocação histórica e cultural dos produtores rurais da região (Varella; Ribaski, 2008). A introdução do componente florestal na propriedade rural, por meio da ILPF, pode ainda contribuir significativamente para uma maior estabilidade e proteção dos solos arenosos que, no bioma Pampa, abrangem 1,4 milhão de hectares e são considerados de altíssima fragilidade (Souto, 1994).

Histórico de pesquisa com sistemas de ILPF e iniciativas promissoras

As primeiras experiências visando integrar plantios florestais às atividades agropecuárias no Rio Grande do Sul se fundamentaram em estudos de caso que procuraram integrar a pecuária à floresta, inserindo ruminantes dentro do sub-bosque de plantios comerciais de eucalipto e de acácia-negra (Silva et al., 2011).

Os trabalhos de pesquisa se iniciaram em 1992, com um estudo de caso realizado no Horto Florestal Tipuana, em florestas comerciais de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* estabelecidas em Arroio dos Ratos, no âmbito de um projeto desenvolvido em parceria pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (URFGS) e a Empresa Riocell, atual Celulose Rio Grandense (CMPC), que contou com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs). O objetivo foi monitorar e quantificar a interação solo-árvore-pastagem-animal-microclima (Silva et al., 2011).

Em 1994, novas áreas experimentais com um clone de *Eucalyptus saligna* foram estabelecidas na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/URFGS) em Eldorado do Sul. Nesta proposta, além do emprego de uma densidade arbórea convencional para monocultivos (1.666 árvores ha⁻¹), foram testadas densidades arbóreas reduzidas (833 árvores ha⁻¹), conjuntamente com a implantação de uma pastagem cultivada submetida a diferentes níveis de oferta de forragem aos animais (Silva et al., 2011).

Diversos trabalhos científicos foram conduzidos nesse projeto, com destaque para o monitoramento micrometeorológico, a identificação de espécies e cultivares de forrageiras de clima temperado tolerantes ao sombreamento e a avaliação do ganho de peso de um grupo de novilhas e terneiros. As revisões de Carvalho et al. (2011), Silva et al. (2011) e Varella et al. (2016) destacaram detalhadamente os principais resultados obtidos nestes experimentos.

Após este período, houve uma grande redução no suporte financeiro às pesquisas deste tema realizadas na região subtropical e os estudos foram interrompidos, o que gerou uma grande lacuna no conhecimento científico, pela ausência de acompanhamento em um ciclo produtivo completo (Varella et al., 2016). No entanto, pelo agravamento do processo de arenização dos solos na região sudoeste e a expansão da silvicultura no Pampa, novas iniciativas surgiram, destacando-se aqui as seguintes:

Os programas Poupança Florestal e Floresta à Mesa

O programa Poupança Florestal objetivou o desenvolvimento da propriedade rural por meio da diversificação com plantios de eucalipto. Iniciado no Rio Grande do Sul em 2005, fruto da parceria entre Votorantim Celulose e Papel, hoje Suzano Papel e Celulose, e a Emater/RS-Ascar, foram plantados 13.634 hectares de florestas de eucalipto em 269 propriedades rurais de 26 municípios localizados nas regiões sul e Campanha. As adesões ao programa no RS ocorreram até 2008, quando a crise mundial direcionou os investimentos da companhia para o Mato Grosso do Sul.

O produtor acessava o financiamento para a implantação da floresta que era liberado em seis parcelas e contava coma assistência técnica no planejamento, plantio e tratos culturais. As mudas foram doadas pela empresa e o planejamento, a capacitação

dos produtores e prestadores de serviço e o acompanhamento técnico foram realizados pelos técnicos da Emater/RS. Todas as áreas foram licenciadas pelo órgão ambiental estadual.

O produtor assinava um contrato de compra e venda da madeira com a empresa florestal, com valores e taxas fixadas, facilitado pelas garantias da empresa ao banco. Os produtores também poderiam optar por espaçamentos alternativos para a produção agrossilvipastoril, sendo o corte e o transporte da madeira realizado pela empresa.

Em 2006 foi lançado o Programa Floresta à Mesa onde a empresa fez a doação de sementes de espécies agrícolas para o plantio em consórcio com o eucalipto. Foram fornecidas sementes de milho, aveia-preta, sorgo, girassol, trigo, melancia, abobora etc, que foram semeadas nas entre linhas e entre renques das árvores, no primeiro ano (Figura 4).

Fotos: Rodolfo César Forgiriani Perske

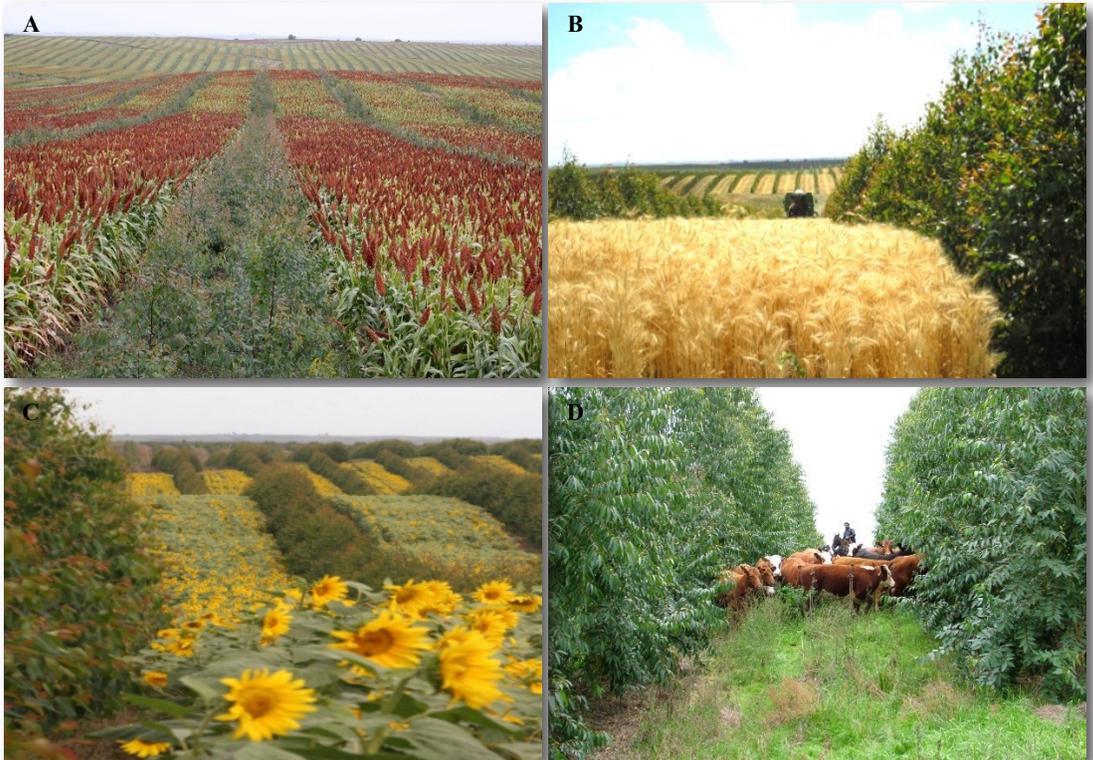


Figura 4. Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta com eucalipto e sorgo (A) no verão; trigo no inverno (B), girassol no verão do ano seguinte, aos 14 meses (C) e a posterior integração com bovinos de corte (D) em plantio de eucalipto estabelecido no programa Poupança Florestal.

A densidade arbórea predominante nos plantios em sistema de ILPF foi 1.250 árvores ha⁻¹, com renques de fileiras triplas. O espaçamento predominantemente adotado foi (3 m x 1,5 m) x 10 m, implantado em 4.100 hectares na Região da Campanha. A distância de 10 m entre os renques propiciou a mecanização do plantio e da colheita agrícola durante o primeiro ano e a produção de pastagem para atividade pecuária, a partir do segundo ano.

Mesmo em espaçamentos convencionais como o de 4 m x 1,5 m (1.667 árvores ha⁻¹), os produtores plantaram milho no primeiro ano, obtendo boa produtividade. As observações de campo permitiram verificar que as lotações de gado até o terceiro ano do plantio não se alteraram em relação à quantidade de cabeças que existiam antes da implantação florestal.

Os consórcios se mostraram vantajosos tanto para as culturas agrícolas como para a floresta e os animais. O consórcio com a pecuária, principal atividade da região, se mostrou muito vantajoso, com a adesão de um grande número de pecuaristas da região de Bagé, município com a maior área plantada de eucalipto pelo programa. Observou-se que os animais jovens como terneiros, com peso em torno de 180 kg, podem entrar na floresta a partir do segundo ano ou quando o tronco das árvores atinge um diâmetro de 4 cm a 5 cm. Para os animais adultos, as árvores devem ter mais de 5 cm de diâmetro do tronco. Os animais exercem um bom controle da vegetação herbácea, o que diminui os gastos com roçadas e, por outro lado, estão abrigados do frio e calor excessivo, desde que se mantenha a disponibilidade de pasto na quantidade adequada.

Uma das dificuldades citadas pelos pecuaristas foi o manejo do gado no meio da floresta que é dificultado pela falta de visibilidade ocasionada pelas árvores e algumas vezes associada a fragmentos de matas nativas. Para minimizar esse problema, alguns pecuaristas adotaram o cocho com sal para atrair os animais e o uso de sino no pescoço de alguns. O ideal em grandes plantios florestais é mapear os paradouros do gado que são locais onde o rebanho permanece nos momentos em que não está pastando, deixando sem plantio uma área aproximada de 1 a 2 hectares no entorno. Outra recomendação é a manutenção das cercas internas, mesmo que desnecessárias as florestas, para facilitar o manejo do gado. A colheita da madeira vem ocorrendo desde 2014, com as florestas em idades entre 10 a 12 anos e gerando valores anuais líquidos aos produtores rurais de R\$ 1.200,00 por hectare. Graças a esta receita, os produtores investiram em tratores, veículos, casas na cidade, infraestrutura (mangueira, banheiro, balança para o gado), tratamento particular de saúde e quitação de dívidas rurais de outras atividades agropecuárias.

Introdução de sistemas silvipastoris em solos sob processo de arenização, no sudoeste gaúcho

Uma das primeiras experiências com sistemas de integração pecuária-floresta no Pampa ocorreu no município de Quaraí. A demanda por plantios florestais de forma integrada com a atividade pecuária partiu de um grupo de pecuaristas que procuraram a Embrapa para receber orientações sobre quais as espécies florestais a serem plantadas e quais deveriam ser os arranjos nos sistemas de integração pecuária-floresta.

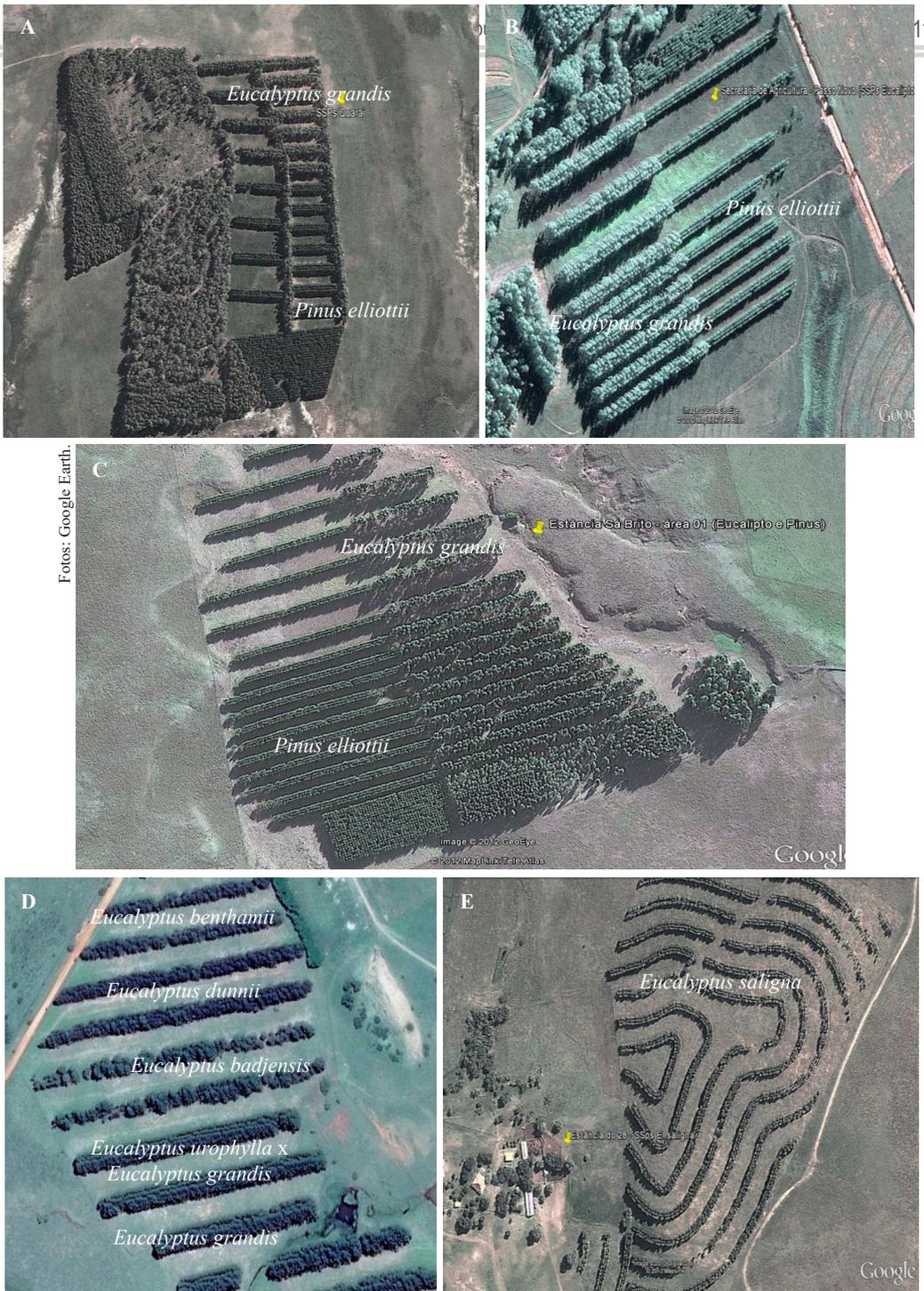
Para atender a demanda, pesquisadores das Unidades da Embrapa Florestas, Pecuária Sul e de Clima Temperado estiveram reunidos com produtores locais e agentes da extensão rural do município, por diversas ocasiões e, como resultados dessas reuniões técnicas, foram selecionadas duas propriedades para a implantação das Unidades de Referência Tecnológicas (URTs) com sistemas silvipastoris, em áreas com solos arenosos suscetíveis à erosão.

Os materiais genéticos florestais utilizados nesse estudo foram *Eucalyptus grandis* (sementes obtidas de plantios dessa espécie no Uruguai) e *Pinus elliottii*. Essas espécies foram plantadas em renques com linhas triplas, distanciadas entre si em 14 m e 34 m, formando corredores destinados às pastagens e criação de bovinos e, ou ovinos. A distância entre linhas de árvores nos renques foi 3,0 m e o espaçamento entre árvores nas linhas foi 1,5 m, resultando em densidades iniciais de 1.000 árvores ha⁻¹ e 500 árvores ha⁻¹, respectivamente, para cada uma das duas espécies florestais selecionadas (Figura 5A).

Posteriormente, em 2002, devido à repercussão da instalação dos experimentos no município vizinho e para atender uma demanda de produtores de Alegrete, RS, assistidos pela Secretaria de Agricultura e Pecuária e pela Fundação Maronna, que é uma entidade não-governamental de direito privado criada com a finalidade de prestar apoio técnico-científico à atividade agropecuária, foram selecionadas mais duas propriedades nesse município, com o mesmo tipo de solo, ou seja, formações arenosas de alta fragilidade natural.

A metodologia para a implantação das URTs foi a mesma utilizada nas áreas experimentais implantadas no município de Quaraí, no entanto, apesar das espécies plantadas serem as mesmas (*Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii*), os materiais foram geneticamente superiores aos anteriores e as mudas foram produzidas no viveiro da Embrapa Florestas. Também, as operações de preparo de solo, combate às formigas cortadeiras, plantio e manutenção foram coordenadas por pesquisadores das Unidades da Embrapa Florestas e Embrapa Clima Temperado.

Foram instaladas, simultaneamente, duas URTs, uma ocupando nove hectares na Secretaria de Agricultura e Pecuária do município (Figura 5B) e outra com área de 26 hectares na Estância Sá Brito, pertencente a uma família de produtores rurais, previamente selecionados com o apoio da Fundação Maronna (Figura 5C).



Fotos: Google Earth.

Figura 5. (A) Vista da URT implantada no município de Quaraí, RS em 2000; (B) URTs implantadas em Alegrete, RS, no ano de 2002 em uma área pertencente à Secretaria de Agricultura e Pecuária e (C) também na Estância Sá Brito; (D) disposição das diferentes espécies de *Eucalyptus* na área da URT implantada em Alegrete, em 2005; (E) URT com *E. saligna*, implantada em 2009, na Sede de campo da Fundação Maronna.

Os dados dendrométricos de *Eucalyptus grandis* (diâmetro a altura do peito - DAP e a altura total da árvore) obtidos nessas duas áreas, aos sete anos de idade, serviram de base para uma análise da viabilidade econômica de diferentes sistemas de produção de madeira de eucalipto (Ribaski, 2017) e outros artigos técnico-científicos (Ribaski et al., 2009; Ribaski, 2018).

No final de 2005, com o objetivo de avaliar o desempenho de cinco diferentes materiais genéticos de eucalipto, em relação à sobrevivência, produtividade florestal e sortimento de madeira produzida em sistema silvipastoril, uma nova URT foi implantada no município de Alegrete, com a utilização de materiais com boa tolerância a geadas, mas ainda não testados nessa região.

Foram utilizados renques com linhas triplas, distanciados 30 m entre si, formando corredores destinados às pastagens e criação de bovinos e, ou ovinos. A distância entre as linhas triplas nos renques foi 3,0 m e o espaçamento entre árvores nas linhas foi 2,0 m, resultando numa densidade inicial em torno de 400 árvores ha⁻¹. Esse delineamento correspondeu a 22,2% de área ocupada pelas faixas dos renques de árvores, sendo o restante destinado à pastagem (77,8%). A área total do experimento ocupou em torno de sete hectares, ou seja, aproximadamente 1,4 ha por material genético (Figura 5D).

Os materiais genéticos utilizados nesse estudo foram o clone híbrido SVR 3709 (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*), as espécies *E. dunnii*, *E. benthamii*, *E. badjensis* e *E. grandis*. Esta última, utilizada como testemunha por ser a mais comumente plantada na região.

Como resultados, em termos de sobrevivência, crescimento e produtividade florestal, se destacaram *Eucalyptus grandis* e o híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* (Ribaski, 2018). Assim, esses materiais genéticos podem ser recomendados para uso em sistemas silvipastoris com configurações e características ambientais da presente região de estudo (bioma Pampa).

E. grandis foi a espécie que propiciou os maiores retornos financeiros em termos de receita bruta por hectare, em razão dos maiores diâmetros (DAPs) obtidos e, conseqüentemente, do maior percentual de volume de madeira destinado para serraria, agregando assim maior valor a madeira produzida. Os dois materiais desenvolvidos experimentalmente pela Embrapa Florestas, *E. dunnii* (cultivar BRS 9402) e *E. benthamii* (cultivar BRS 8801) não tiveram bom desempenho em termos de percentuais de sobrevivência e crescimento volumétrico de madeira, nas condições estudadas. Em razão do alto percentual de mortalidade e pelo inexpressivo volume de madeira produzido, a procedência de *E. badjensis* utilizada nesse ensaio não deve ser recomendada para plantios em condições ambientais análogas a que foi desenvolvida a pesquisa.

Finalmente, em 2009, foi implantada a última URT com IPF no município de Alegrete, com o componente florestal *Eucalyptus saligna*. A escolha da área experimental teve o apoio da Fundação Maronna.

Para a área experimental foi selecionada na Estância do 28, uma área representativa (solos arenosos) de aproximadamente 30 hectares, para instalação do sistema silvipastoril. A área em questão sofreu diferimento por um período de um ano antes do plantio da espécie florestal.

No sistema silvipastoril foram utilizados renques de linhas triplas (3,0 m entre linhas e 1,5 m entre plantas). Em razão da área não apresentar topografia plana, as mudas foram plantadas em nível, visando à conservação dos solos (Figura 5E). Com a disposição das mudas nesse arranjo espacial resultaram corredores destinados à atividade pecuária com distância média de 24 m (o que representa uma ocupação média de 667 árvores ha⁻¹). Esse sistema deverá ser avaliado comparativamente ao sistema tradicional de uso da terra praticado pelos produtores rurais (pecuária extensiva).

Estudo de caso na região Sudoeste do Rio Grande do Sul

Com o objetivo de verificar o potencial do sistema de IPF para uso nessa região, foi realizada a análise da viabilidade econômica de diferentes sistemas de produção de madeira com eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden), implantados em 2002, em duas propriedades rurais, no município de Alegrete, RS. A análise econômica considerou a comparação entre um sistema tradicional de pecuária da região e dois sistemas alternativos de conversão da área de pecuária para plantios homogêneos de eucalipto, em duas densidades, com 2.222 árvores ha⁻¹ e 1.111 árvores ha⁻¹ e dois sistemas silvipastoris: com 1.000 e 500 árvores/ha (Tabela 1).

Tabela 1. Espaçamentos e densidades de plantio para *Eucalyptus grandis* em cada uma das alternativas analisadas.

Alternativas	Tratamentos	Espaçamentos	Densidades
1	Pecuária extensiva	-	-
2	Plantios homogêneos	3 m x 1,5 m	2.222 árvores/ha
3	Plantios homogêneos	3 m x 3 m	1.111 árvores/ha
4	Sistema silvipastoril 1	(3 m x 1,5 m) x 14 m	1.000 árvores/ha
5	Sistema silvipastoril 2	(3 m x 1,5 m) x 34 m	500 árvores/ha

Fonte: Ribaski et al. (2009).

No sistema de integração pecuária-floresta foram utilizados renques com linhas de plantio triplas, formando corredores destinados às pastagens e criação de bovinos e/ou ovinos. Este tipo de arranjo triplo permite maior incidência de radiação nas entrelinhas das árvores, sem reduzir drasticamente o número de árvores por área, mantendo ainda uma cobertura arbórea adequada à proteção dos solos, dos animais e da pastagem.

As árvores nos diferentes sistemas de produção foram manejadas de duas maneiras distintas. Um corte raso aos sete anos e posterior exploração da rebrota das

árvores (talhadia simples), resultando na obtenção de matéria prima basicamente para fins energéticos. Também foi adotado o manejo diferenciado para as alternativas 2, 3, 4 e 5 que consistiu do desbaste de 70% das árvores, aos sete anos de idade, deixando os outros 30% de árvores remanescentes de melhor qualidade para serem cortadas aos 14 anos de idade, juntamente com o corte da segunda rotação. Este método também conhecido como “exploração com remanescentes” visa à obtenção de árvores com maiores diâmetros, com aproveitamento da madeira de qualidade para serraria (Ferraz Filho et al., 2014).

O sistema tradicional de criação extensiva de bovinos de corte na área de produção consiste do crescimento e acabamento de novilhos, o que requer em média dois hectares por cabeça (Miguel et al., 2007). Para fins de cálculo, a produtividade média anual considerada foi aproximadamente 60 kg de peso corporal ha⁻¹ (Carvalho et al., 2006; Pillar et al., 2006).

Entretanto, outras pesquisas mostram que o baixo desempenho de animais, obtidos em campo nativo, pode ser melhorado com procedimentos simples que não causam aumento substancial nos custos de produção (Castilhos et al., 2009; Nabinger et al., 2009; Ruviano et al., 2016). Assim, com base nesses estudos, para fins de cálculo, foi feita uma simulação onde foi considerada uma produtividade média anual de 180 kg de peso corporal ha⁻¹ (Ribaski, 2018).

Para realizar o estudo da análise da viabilidade dos diferentes sistemas de produção foi considerada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) equivalente à média do rendimento da poupança real (poupança nominal menos inflação). Para um período de dez anos a poupança nominal média foi 10,57% enquanto a inflação, expressa pelo índice nacional de preços ao consumidor (INPC), teve variação média de 6,85%, o que resultou em uma poupança real de 3,72%, que foi aplicada como TMA para a avaliação das alternativas (Tabela 2)

No cenário com a produtividade média anual de 60 kg ha⁻¹ de peso vivo, os sistemas silvipastoris sem desbaste não se mostram viáveis, apresentando valores da TIR abaixo da TMA (3,72%). Já as alternativas com plantios homogêneos se apresentaram viáveis economicamente, tanto sem desbaste quanto com desbaste.

Por outro lado, a adoção do manejo com desbaste, em todas as alternativas, promoveu um maior incremento da produtividade total. Isso refletiu em valores de TIR superiores àquelas que foram manejadas por talhadia simples, sendo mais lucrativos, exceto o sistema silvipastoril com uma densidade de 500 árvores por hectare.

Este aumento é esperado uma vez que o desbaste de 70% das árvores no sétimo ano promove a abertura do povoamento e, conseqüentemente, a diminuição da competição por luz, água e nutrientes por parte das árvores remanescentes. O desenvolvimento destas árvores produz fustes com maiores dimensões e madeira de melhor qualidade, própria para a utilização em serraria, obtendo-se um maior valor pela matéria-prima produzida (Figura 6).

Tabela 2. Resultados dos cálculos da TIR para as diferentes alternativas analisadas, com e sem desbaste, extraídos dos fluxos de caixa, ao longo de um período de 21 anos.

Alternativas		TIR (%) ⁽¹⁾	TIR (%) ⁽²⁾
Sem desbaste	1 – Pecuária extensiva tradicional	<0	<0
	2 – Plantio homogêneo (2.222 árvores/ha)	5,36	6,65
	3 – Plantio homogêneo (1.111 árvores/ha)	6,62	8,25
	4 – Sistema silvipastoril (1.000 árvores/ha)	1,76	5,17
	5 – Sistema silvipastoril (500 árvores/ha)	1,03	5,79
Com desbaste	1 – Pecuária extensiva tradicional	<0	<0
	2 – Plantio homogêneo (2.222 árvores/ha)	8,28	9,25
	3 – Plantio homogêneo (1.111 árvores/ha)	8,19	9,42
	4 – Sistema silvipastoril (1.000 árvores/ha)	6,55	8,74
	5 – Sistema silvipastoril (500 árvores/ha)	3,41	6,64

⁽¹⁾Produtividade animal: 60 kg ha ano de peso vivo; ⁽²⁾Produtividade animal: 180 kg ha ano de peso vivo (simulação).

Fonte: Ribaski e Ribaski (2018).

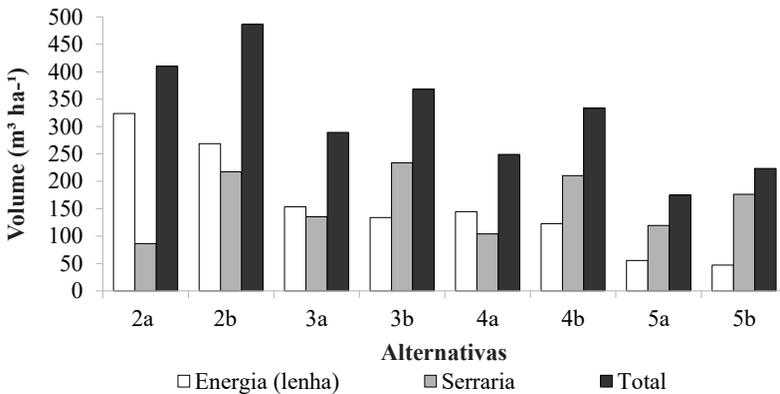


Figura 6. Produção total de madeira para energia e serraria nas diferentes alternativas, sem e com desbaste, em um ciclo de 14 anos. a) manejo sem desbaste, b) manejo com desbaste seletivo de 70% das árvores, no sétimo ano.

Fonte: Ribaski et al. (2009).

Esses resultados mostram que a utilização de um povoamento florestal para produzir diversos produtos representa uma vantagem competitiva para empreendedores florestais, agregando flexibilidade na comercialização de produtos e reduzindo riscos de perda financeira. Neste contexto, é desejável desenvolver regimes de manejo florestal que promovam a diversificação produtiva (Ferraz Filho et al., 2014).

Com o incremento da produtividade anual animal de 60 kg ha⁻¹ para 180 kg ha⁻¹ de peso vivo, por meio da simulação (Tabela 2), todas as alternativas testadas, com

exceção da alternativa 1 (pecuária extensiva), apresentaram TIR superiores à Taxa Mínima de Atratividade (TMA = 3,72%), sugerindo, assim, que investimentos em qualificação técnica dos produtores e melhoramento das pastagens devem ser incentivados na região.

Redução de emissões de gases de efeito estufa e sequestro de carbono

As florestas sejam elas nativas ou plantadas, em monocultivo ou em sistemas integrados, têm reconhecido potencial na contribuição da mitigação de gases de efeito estufa (GEE). Assim, a arborização de pastagens é uma opção de manejo que aumenta as entradas de matéria orgânica nos solos e diminui a sua mineralização, promovendo o acúmulo de carbono no solo, especialmente pela sua acumulação no componente arbóreo (Porfirio-da-Silva, 1994; Montagnini; Nair, 2004).

Diante disso, nas mesmas áreas experimentais onde foi realizada a análise da viabilidade econômica dos sistemas de integração pecuária-floresta, também foi estimada a produção de madeira e o estoque de carbono visando avaliar o potencial das árvores no sequestro de carbono e mitigação de gases de efeito estufa.

A prognose de crescimento e produção de madeira e de carbono sequestrado para os sistemas silvipastoris e plantios homogêneos até o final do ciclo foi simulada pelo software SisEucalipto (Oliveira, 2011). Esse software permite prever quando, estimar quanto e como desbastar cada povoamento de eucalipto, além de definir qual a idade ideal para o corte final. Os valores resultantes da análise para volume por hectare e por árvore (m³), carbono e CO₂Eq (t/ha) aos 21 anos, para *Eucalyptus grandis* são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Volume por hectare e por árvore (m³), carbono e CO₂Eq (t/ha) aos 21 anos de idade, para *Eucalyptus grandis*, no experimento estudado.

Nº de árvores/ha	<i>Eucalyptus grandis</i>			
	Volume m ³ /ha	Volume m ³ / árvore	Carbono t/ha	CO ₂ Eq t/ha
500	256,2	1,71	71,5	262,4
1.000	291,3	1,46	80,2	294,3
1.111	359,0	1,20	98,8	362,6

Fonte: Oliveira et al. (2008).

Em outro estudo similar, comparando o crescimento individual de eucalipto (m³/árvore) não foram observadas diferenças significativas para a produção de biomassa e sequestro de carbono entre plantio homogêneo e sistemas de integração pecuária-floresta (Silva et al., 2017).

O IPCC aponta que os bovinos constituem uma fonte importante de CH_4 em muitos países devido à grande população e à alta taxa de emissões emitidas. Este sistema é denominado de fermentação entérica, processo digestivo pelo qual os micro-organismos decompõem os carboidratos em moléculas simples para a absorção do fluxo sanguíneo. A quantidade de metano liberada depende do tipo de trato digestivo, idade e peso do animal, bem como a qualidade e quantidade de alimento consumido (IPCC, 2007). O metano (CH_4) possui potencial de aquecimento global (Global Warming Potential – GWP) 23 vezes maior do que o dióxido de carbono (CO_2), principal responsável pelo efeito estufa. Isto equivale dizer que emitir 1 kg de CH_4 tem o mesmo efeito que emitir 23 kg de CO_2 na atmosfera (Signorini, 2007).

Na Tabela 4 pode-se observar a quantidade estimada, nesse estudo, de dióxido de carbono (CO_2) e de metano (CH_4), acumulados nas árvores ao longo de um ciclo de 21 anos.

Tabela 4. Total de Carbono (t/ha ano de CO_2 e CH_4) nos tratamentos testados.

Nº de árvores/ha	<i>Eucalyptus grandis</i>			
	CO_2 t/ha ano	CH_4 t/ha ano	Equiv. vacas	Equiv. novilhas
500	12,5	0,60	4,05	8,33
1.000	14,0	0,67	4,54	9,30
1.111	17,3	0,82	5,59	11,39

Fonte: Oliveira et al. (2008).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, verifica-se que as árvores têm potencial para sequestrar o carbono emitido pelo rebanho, já que a lotação nos sistemas estudados é de, no máximo, 0,5 cabeça por hectare e o tratamento que menos sequestra CO_2 (*E. grandis* com 500 árvores por hectare) compensa a emissão de carbono de 4,05 vacas ou 8,33 novilhas.

Uso de sistemas silvipastoris para a recuperação de áreas degradadas com capim-annoni-2

A invasão do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana*) é considerada uma das principais ameaças à sustentabilidade dos sistemas campestres e à pecuária no Sul do Brasil. Por suas características morfofisiológicas, o capim-annoni-2 é suscetível ao sombreamento (Saibro et al., 2004) e esta condição pode proporcionar sua substituição pela utilização da arborização de pastagens e a reintrodução de espécies forrageiras tolerantes ao sombreamento.

Visando disponibilizar esta tecnologia aos produtores, em abril de 2013, a Embrapa Pecuária Sul estabeleceu uma área experimental de 32 hectares no seu campo experimental, com o objetivo de estudar a condução de sistemas silvipastoris com eucalipto, visando à recuperação de área degradadas com o capim-annoni, em área de pastagem nativa na região da campanha (Figura 7).



Foto: Google Earth

Foto: Helio Tonini

Figura 7. Área experimental instalada no campo experimental da Embrapa Pecuária Sul, aos 66 meses de idade.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com dois tratamentos em duas repetições. Os tratamentos consistiram em três níveis de luminosidade: arborização com eucalipto (clone de *Eucalyptus grandis* GPC-23) nas densidades de 750 árvores ha⁻¹ e 375 árvores ha⁻¹ comparados com uma testemunha sem arborização ou sob pleno sol e foram avaliados dois substratos forrageiros (pastagem nativa e nativa melhorada).

O arranjo de plantio foi o de renques triplos, com espaçamentos de (3m x 2m) x 34 m (3m x 2m) x 14 m. Em junho de 2013 a pastagem nativa foi melhorada mediante introdução de espécies forrageiras cultivadas de inverno (azevém anual + cornichão cv. São Gabriel + trevo vermelho E116), na forma de semeadura direta em linha. A primeira avaliação da implantação ocorreu um mês após o plantio (maio 2013) e não foi verificado perdas por estabelecimento.

Como resultados parciais, foram publicados dados de sobrevivência e crescimento inicial das árvores, estabelecimento e desenvolvimento de espécies forrageiras, a composição florística e a frequência das espécies forrageiras nativas e exóticas, o ganho médio diário de peso em bovinos de corte e a análise econômica do sistema (Souza et al., 2014; Tadeo et al., 2014; Maia et al., 2015; Vieira et al., 2015; Rocha et al., 2016).

Vieira et al. (2015) observaram que a presença das árvores, aliadas ao melhoramento da pastagem com introdução de forrageiras como o trevo e o cornichão, contribuíram para a diminuição da presença de capim-annoni-2 na composição florística da pastagem que, inicialmente, se encontrava altamente degradada por esta planta invasora. A porcentagem de capim-annoni presente nas amostras das áreas melhoradas apresentou diminuição significativa, passando de 26% na primavera de 2013 para 13,4% na primavera de 2015.

De agosto de 2014 a abril de 2015 todos os tratamentos estiveram sujeitos ao pastoreio contínuo por bezerros da raça Brangus Ibagé, iniciando-se com 90 bezerros desmamados com peso vivo médio de 120 kg. A taxa de lotação foi ajustada a cada 30 dias, mantendo-se uma oferta de forragem de 14 kg de matéria seca por 100 quilos de peso vivo, sendo o ganho de peso vivo diário obtido mensalmente (Maia et al., 2015).

Segundo Maia et al. (2015), o custo de implantação e manutenção do componente florestal foi US\$ 18.830,77 (dólar cotado a R\$ 3,25 na época da avaliação) e consistiu da dessecação (glifosato: 5 L por hectare), preparação do solo, calagem (4 toneladas por hectare), aquisição de mudas e plantio, adubação de arranque (NPK 6:30:6) na dosagem de 50 gramas por planta, aplicação de gel, controle de formigas, e roçadas químicas. O custo da implantação e manutenção da pastagem foi US\$7.793,85 e incluiu o controle do capim-annoni, com a aplicação de glifosato, 5 L ha⁻¹ com o emprego da tecnologia “Campo Limpo” (Perez et al., 2010), fertilização no primeiro ano com 500 kg ha⁻¹ de NPK 2:30:15, aquisição de forrageiras de inverno (30 kg de azévem + 10 kg de trevo vermelho +10 kg de cornichão), inoculação, fertilização no segundo ano com 300 kg ha⁻¹ de NPK 5:20:20 e ureia em cobertura (50 kg ha⁻¹), controle do capim-annoni com herbicida (glifosato 5 L ha⁻¹). A média de ganho de peso vivo diário foi 1,5 kg por cabeça, para 90 bezerros entre agosto e novembro de 2014; 0,67 kg para 44 bezerros entre novembro e dezembro de 2014 e 0,541 para 16 bezerros entre janeiro e abril de 2015, resultando em uma margem bruta de US\$ 6.033,23 até o segundo ano de estabelecimento, chegando-se a conclusão que os custos de implantação do sistema são pagos três anos após a sua implantação.

Os dados dendrométricos das árvores aos 66 meses de idade (Tabela 5) mostram o bom desempenho deste material genético nas condições do estudo, com incrementos

Tabela 5. Dados dendrométricos do plantio, aos 66 meses de idade.

Arranjo (m)	N	M (%)	DAP (cm)	IMA (cm)	H (m)	IMA (m)	VT (m ³)	IMA (m ³ ha ⁻¹)
(3 m x 2 m) x 14 m	750	14,9	14,7	2,8	15,1	2,8	108,05	19,64
(3 m x 2 m) x 34 m	375	11,6	14,8	2,8	14,7	2,8	36,68	6,67

N = número de árvores por hectare; NT = número de árvores total; M = porcentagem de mortalidade; DAP = diâmetro à altura do peito; H = altura média das árvores; IMA = incremento médio anual; VT = volume total por hectare.

Fonte: Os autores

médios anuais em diâmetro e altura de 2,8 cm e 2,8 m, respectivamente, sendo superiores aos obtidos por Ribaski et al. (2005) para *Eucalyptus grandis*, em Alegrete e Quaraí com médias de 1,90 cm em diâmetro e 2,0 m em altura, em arranjos com 1.000 (3 m x 1,5 m) x 20 m e 500 (3 m x 1,5 m) x 40 árvores ha⁻¹.

O percentual de árvores com má formação do fuste (tortas e bifurcadas) e com copas quebradas foi baixo (1,2%), o que torna este material promissor para obtenção de madeira roliça e de produtos serrados, que agregam maior valor ao sistema.

Projeto silvipastoril da região da Campanha

O projeto silvipastoril da região da Campanha foi financiado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e contou com a elaboração e participação da Embrapa Pecuária Sul (CPPSUL) em parceria com a Emater/RS-Ascar, Universidade da Região da Campanha (Urcamp), Prefeitura Municipal de Bagé, Instituto Federal Rio Grandense (IFSUL), Secretaria Estadual de Meio Ambiente por meio da Agência Florestal Regional de Bagé e produtores da região. O objetivo foi difundir a tecnologia de integração pecuária-floresta (IPF) entre os produtores da região, buscando, além do conforto térmico, o fornecimento de madeira para uso na propriedade na forma de lenha, estacas, mourões e tábuas, podendo o excedente ser comercializado no mercado.

A partir de setembro de 2013, foram implantadas URTs em 17 propriedades de pecuária familiar com até 300 hectares (Figura 8). Em cada propriedade foi implantado um sistema de IPF, com área de 3 hectares cada, variando o arranjo das árvores em função da topografia local, afloramentos de rochas, área úmidas, de preservação permanente, rede elétrica e açudes (Lucas et al., 2015).

Fotos: Helio Tonini



Figura 8. Unidades de referência tecnológica (URT) de sistema de integração pecuária-floresta implantadas durante o Projeto Silvipastoril realizado na Região da Campanha, em Bagé, RS.

Nas primeiras URTs implantadas em 2013, o campo nativo foi melhorado pela semeadura do azevém anual (*Lolium multiflorum*), com a finalidade de produzir feno e de assegurar a ressemeadura natural da espécie na área. Em 2014, optou-se pela implantação de um consórcio de espécies forrageiras de inverno associando ao azevém, cornichão (*Lótus corniculatus*) e capim-lanudo (*Holcus lanatus*), consideradas espécies de boa adaptação e produção em ambientes sombreados, rústicas em relação à fertilidade do solo, de boa ressemeadura natural e disponibilidade de sementes para a aquisição (Lucas et al., 2015).

As espécies florestais selecionadas foram *Eucalyptus dunnii* de origem seminal, um clone de *Eucalyptus grandis* (1071) e o clone de híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (EC06) implantados em arranjos com renques simples espaçados em 8 m, 16 m e 24 m e com dois metros entre plantas (625 árvores ha⁻¹, 312 árvores ha⁻¹ e 208 árvores ha⁻¹, respectivamente). Em áreas planas, sem risco de erosão, a orientação de plantio dos renques foi norte-sul, para favorecer a entrada de luz no sistema no verão e beneficiar as forrageiras de clima temperado (Lucas et al., 2015). No Rio Grande do Sul, é recomendado o posicionamento norte-sul para beneficiar espécies forrageiras de inverno, principalmente em função da maior inclinação solar neste período (Silva et al., 2011). Os dados dendrométricos médios para 16 URTs implantadas durante a primeira fase do projeto, por material genético e espaçamento utilizados, podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6. Dados dendrométricos em função do material genético e arranjo de plantio, para 16 Unidades de Referência Tecnológicas estabelecidas pelo Projeto Silvopastoril, na Região da Campanha, a partir de 2013.

URTS	Espécie	Idade (meses)	Esp. (m)	N (ha)	M (%)	DAP (cm)	Altura (m)	Volume total (m ³ ha ⁻¹)
4	<i>E. dunnii</i>	63	8 x 2	526	16,3	17,9	15,8	106,83
			16 x 2	247	20,9	20,0	14,5	53,13
			8 x 2	431	31,1	14,7	11,9	102,15
2	<i>E. dunnii</i>	58	16 x 2	252	19,4	18,5	14,6	33,04
			24 x 2	171	17,8	15,2	12,8	25,08
4	<i>E. grandis</i>	58	16 x 2	234	24,8	14,8	12,3	26,03
			24 x 2	149	29,8	14,3	10,9	14,07
			8 x 2	397	36,5	17,6	17,1	87,05
5	<i>E. grandis</i>	70	16 x 2	180	42,3	19,4	16,4	46,13
			24 x 2	137	34,3	19,05	15,2	31,06
1	<i>E. urograndis</i>	56	24 x 2	156	7,5	15,3	13,9	28,70

URTS = número de unidades de referência tecnológicas inventariadas; Esp. = espaçamento de plantio; N = número de árvores por hectare; M = mortalidade; DAP = diâmetro tomado a 1,30 m em relação ao nível do solo. Fonte: Os autores

A mortalidade variou de 7,5% a 42,3%, com média de 33,7% para *E. grandis* (33,7%), 19,7% para *E. dunnii* e 7,5% para o híbrido *urograndis*. Para *E. dunnii*, no espaçamento de 8 m x 2 m, a média para os incrementos médios anuais em diâmetro, altura total e volume por hectare foram de $3,4 \pm 0,23$ cm, $2,9 \pm 0,31$ m e $20,51 \pm 3,42$ m³ ha⁻¹, respectivamente. Para o espaçamento de 16 m x 2 m, os valores foram $3,8 \pm 0,21$ cm; $2,8 \pm 0,13$ m e $9,46 \pm 2,09$ m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e para o de 24 m x 2 m de 3,1 cm, 2,6 m e 5,19 m³ ha⁻¹, respectivamente.

Para *E. grandis* (clone 1071) no espaçamento de 8 m x 2 m, os valores médios observados para estas variáveis, na mesma ordem, foram $3,0 \pm 0,02$ cm; $2,9 \pm 0,12$ m e $14,93 \pm 4,82$ m³ ha⁻¹ ano⁻¹. No espaçamento de 16 m x 2 m, os respectivos valores foram $3,2 \pm 0,39$ cm; $2,7 \pm 0,46$ m e $6,78 \pm 3,24$ m³ ha⁻¹ e, no espaçamento de 24 m x 2 m, os valores foram $3,09 \pm 0,47$ cm, $2,41 \pm 0,37$ m e $3,94 \pm 2,33$ m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Para o híbrido *urograndis* (clone o EC06) no espaçamento de 24 m x 2 m os valores foram de 3,3 cm, 3,0 m e 6,15 m³ ha⁻¹ ano⁻¹

O percentual de árvores tortas e bifurcadas no primeiro e no segundo terço do fuste variou de 7,5% a 18,1%, com os maiores valores observados aos plantios de *E. dunnii* oriundos de sementes (média de 16,5%). Para o clone 1071 a média foi 11,5% e para o EC06 foi 6,7%, cujos valores indicaram a necessidade de realização de desbastes com o objetivo de eliminar indivíduos dominados e com má formação de fuste (Figura 9B). Com isso, será possível aumentar a qualidade e o volume de madeira comercial do plantio, permitindo maior entrada de luz no sistema, principalmente nos menores espaçamentos (Figura 9A) cujo sombreamento já não permite o bom crescimento das forrageiras.

Os desbastes tiveram início em 2019 (Figura 9C) e a utilização da madeira de desbaste será usada na própria propriedade rural, na forma de lenha e palanques, mourões e tramas tratadas pelo produtor na propriedade, por substituição de seiva ou a sua comercialização à empresa que disponha de uma autoclave na região (Figura 9D).

Em 2020 será iniciada a segunda fase do projeto desenvolvida com a finalidade de aprofundar o conhecimento científico e fornecer subsídios técnicos para consolidar as linhas de financiamento do plano ABC, especificamente na integração pecuária-floresta, disponibilizando, no curto prazo, dados e publicações envolvendo custos, produção e produtividade em sistemas silvipastoris e, no médio e longo prazos, dados e publicações sobre o balanço de carbono e a análise financeira de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, com foco no bioma Pampa, no estado do Rio Grande do Sul.

Fotos: Helio Tonini



Figura 9. (A) Sistema silvipastoril com *Eucalyptus dunnii* no espaçamento de 8 m x 2 m, aos 66 meses de idade, com sombreamento excessivo impedindo o bom desenvolvimento das forrageiras; (B) árvores dominadas a serem removidas nos desbastes; (C) Realização do primeiro desbaste em Unidade de Referência Tecnológica do projeto Silvipastoril na Região da Campanha; (D) Madeira de desbaste de eucalipto tratada em autoclave.

Considerações finais

Os resultados obtidos até o momento mostram tendências positivas para a viabilização do uso desses sistemas na região. No entanto, apesar das vantagens potenciais, a utilização do eucalipto em sistemas de integração ainda é muito baixa, com dados oficiais inexistentes. As barreiras para a adoção desta tecnologia são predominantemente culturais, mas também envolvem a carência de informações científicas locais sobre as interações árvore-pastagem-animal e o desconhecimento do mercado regional para os produtos florestais na região, especialmente para a madeira de menores dimensões.

Ainda é necessário avançar no conhecimento sobre práticas de manejo, visando o equilíbrio das interações árvore-pastagem-animal e quantificar o efeito dos benefícios ambientais propiciados pelas árvores sobre a produtividade e a rentabilidade

dos sistemas em ciclos completos. Estas informações serão determinantes na adoção destes sistemas de integração pecuária-floresta na região.

São necessárias políticas estaduais que visem estimular o emprego de sistemas silvipastoris com espécies como o eucalipto, uma vez que permitem a manutenção da pastagem e da atividade pecuária desde que sejam adotados arranjos e manejos adequados.

A grande oferta de madeira de eucalipto oriunda de monocultivos plantados na década passada dificulta a comercialização da madeira fina obtida em desbastes desses sistemas. Neste contexto, deve-se direcionar os novos plantios para uso na propriedade e madeira serrada para comercialização, o que significa utilizar arranjos de plantio com menores densidades arbóreas iniciais sob maiores espaçamentos, evitando, sempre que possível, a realização de desbastes. Para a produção de toras de maiores dimensões para usos mais nobres, ainda são necessários estudos que avaliem a qualidade da madeira produzida nestas condições.

Referências

AGEFLOR. Associação Gaúcha de Empresas Florestais. **A indústria de base florestal do Rio Grande do Sul**: ano base 2015. Porto Alegre, 2016. 96 p.

AGEFLOR. Associação Gaúcha de Empresas Florestais. **A indústria de base florestal do Rio Grande do Sul**: ano base 2016. Porto Alegre, 2017.60 p.

AGEFLOR. Associação Gaúcha de Empresas Florestais. **História do setor**. Disponível em: <http://www.ageflor.com.br/dados/setor>. Acesso em: 1 maio 2019.

BARCELLOS, J. O. J.; PEREIRA, G. R.; VARELLA, A. C.; DIAS, E. A.; LAMPERT, V. do N.; CARDOSO, F. F.; MÉRCIO, T. Z.; MENEGASSI, S. R. O.; LEÃES, A. P. S. Observatório da bovinocultura de corte: uma agenda analítica para a pecuária do Sul. In: JORNADA DO NÚCLEO DE ESTUDOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E CADEIA PRODUTIVA, 10.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 2., 2015, Porto Alegre. **Fronteiras do conhecimento frente a um ambiente de transição na pecuária de corte**: anais. Porto Alegre: UFRGS, 2015. p. 225-243.

BINKOWSKI, P. **Conflitos ambientais e significados sociais em torno da expansão da silvicultura do eucalipto na “metade sul” do Rio Grande do Sul**. 2009. 212 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BOLDRINI, I. L.; FERREIRA, P. M. A.; ANDRADE, B. O.; SCHNEIDER, A. A.; SETÚBAL, R. B.; TREVISAN, R.; FREITAS, E. M. **Bioma Pampa**: diversidade florística e fisionômica. Porto Alegre: Pallotti, 2010. 64 p.

BRASIL. **Decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000**. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Florestas. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/2000/dec_3420_2000_programanacionalflorestas_pnf_revq_dec_2473_1998_altrd_dec_5975_2006_5794_2006.pdf. Acesso em: 13 de julho de 2020.

BRASIL. **Lei nº 5.106, de 2 de setembro de 1966**. Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5106.htm. Acesso em: 5 maio 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Pampa**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>. Acesso em: 5 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 1.946, de 28 de junho de 1996**. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D1946.htm. Acesso em: 13 de julho de 2020.

CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; SILVA, F. D.; BARTH NETO, A.; SAVIAN, J. V.; PFEIFER, F. M.; TISCHLER, M. R.; ANGHINONI, I. Experiência de Integração Lavoura Pecuária no Rio Grande do Sul. **Synergismus Scyentifica**, v. 6, n. 2, 2011.

CARVALHO, P. C. F.; FISHER, V.; SANTOS dos, D. T.; RIBEIRO, A. M. L.; QUADROS de, F. L. F.; CASTILHOS, Z. M. S.; POLI, C. H. E. C.; MONTEIRO, A. L. G.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; JACQUES, A. V. A. Produção animal no bioma campos sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 35, nesp, p. 156-202, 2006.

CASTILHOS, Z. M. S.; BARRO, R. S.; SAVIAN, J. F.; AMARAL do, H. R. B. Produção arbórea e animal em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acaciamearnsii*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 60, p. 39-47, 2009.

FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S.; MOLA-YUDEGO, B. The coppice-with-standards silvicultural system as applied to *Eucalyptus* plantations: a review. **Journal of Forestry Research**. v. 25, p. 237-248, 2014.

ILPF em números. [Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril, 2016]. 12 p. Folder. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158636/1/2016-cpamt-ilpf-em-numeros.pdf>.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007**: synthesis report. Valencia, 2007. 52 p. Adopted by Sessionat IPCC Plenary XXVII.

LUCAS, M. A. K.; PERSKE, R. C. F.; SOUZA, R. H. V. de; PIMENTEL, D. C. C. **Sistema silvipastoril na região da Campanha do Rio Grande do Sul**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2015. 23 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 142).

MAIA, M. B.; VARELLA, A. C.; LAMPERT, V. do N.; RIBASKI, J.; TADEO, R. W. M.; FRANTZ, A. C. da L.; VIEIRA, I. M. B. P. Economic evaluation of integrated livestock-forest systemat the establishment phase in the southern region of Rio Grande do Sul - Brazil. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Toward ssustainable intensification**: proceedings. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

MIGUEL, L. A.; MIELITZ NETTO, C. G. A.; NABINGER, C.; SANGUINÉ, E.; WAQUIL, P. D.; SCHNEIDER, S. Caracterização socioeconômica e produtiva da bovinocultura de corte no estado do Rio Grande do Sul. **Estudo & Debate**, v. 14, p. 95-125, 2007.

MONTAGNINI, F.; NAIR, P. K. R. Carbonsequestration: na under exploited environmentalbenefitofagroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 61, p. 281-295, 2004.

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K.; CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANNA, D. M. Produção animal em campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF, 2009. p. 175-198.

OLIVEIRA, E. B. de. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 68 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).

OLIVEIRA, E. B. de; RIBASKI, J.; ZANETTI, E. A.; PENTEADO JUNIOR, J. F. Produção, carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 57, p. 45-56, 2008.

PEREIRA, F. G. **A expansão da silvicultura sobre o bioma pampa: impacto além dos campos**. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/ebook02/Artigo%204.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

PEREZ, N. B. **Controle de plantas indesejáveis em pastagens: uso da tecnologia campo limpo**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2010. 7 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico, 72).

PILLAR, V. D.; BOLDRINI, I. I.; HASENACK, H.; JAQUES, A. V. A.; BOTH, R.; MÜLLER, S. C.; EGGERS, L.; FIDELIS A.; SANTOS, M. M. G.; OLIVEIRA, J. M.; CERVEIRA, J.; BLANCO, C.; JONER, F.; CORDEIRO, J. L.; PINILLOS GALINDO, M. Qual o papel da pecuária na conservação dos campos. In: PILLAR, V. P. (ed.). **Workshop estado atual e desafios para a conservação dos campos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 24 p.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema silvipastoril (Grevílea + Pastagem): uma proposição para aumento da produção do arenito caiuíá. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1. Porto Velho. **Anais [...]**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 291-297. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).

RIBASKI, J.; DEDECEK, R. A.; MATTEI, V.; LFLORES, C. A.; VARGAS, A. F. C.; RIBASKI, S. A. G. **Sistemas silvipastoris: estratégias para o desenvolvimento rural sustentável para a metade sul do estado do Rio Grande do Sul**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 150). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/312314>.

RIBASKI, S. A. G.; HOEFLICH, V. A.; RIBASKI, J. Sistemas silvipastoris com apoio ao desenvolvimento rural para a Região Sudoeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 60, p. 27-37, 2009.

RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, S. A. G. Potencialidad de lossitemassilvipastoriles para laproducción animal sostenible en Brasil In: CONGRESO COLOMBIANO, 2.; SEMINARIO INTERNACIONAL DE SILVOPASTOREO, 1., 2012, Medellín. **Reforestacionconganaderia, propuestainnovadora y sostenible**. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2012.

RIBASKI, J. **Tecnologias silviculturais para produção de florestas energéticas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 36 p. (Embrapa Florestas. Documentos). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1079910>.

RIBASKI, J. Desempenho de espécies de *Eucalyptus* para uso em sistemas de integração floresta-pecuária no bioma Pampa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201801638>.

- RIBASKI, J.; RIBASKI, S. A. G. Sistemas silvipastoris como estratégia de desenvolvimento sustentável para o bioma Pampa no estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 4., 2018, Ribeirão Preto. **Anais [...]**. Brasília, DF: Embrapa; Colombo: Embrapa Florestas, 2018. p. 237-241.
- ROCHA, S. J. S.; VIEIRA, I. M. B. P.; MAIA, M. B. Presença de capim-annoni (*Eragrostis plana* Ness) na avaliação da composição botânica da pastagem em um sistema Silvistoril. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA PECUÁRIA SUL, 6., 2016, Bagé. **Resumos [...]**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2016.
- RUVIARO, C. F.; COSTA, J. S. da; FLORINDO, T. J.; RODRIGUES, W.; MEDEIROS, G. I. B. de. VASCONCELOS, P. S. Economic and environmental feasibility of beef production in different feed management systems in the Pampa biome, southern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 930-939, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.042>.
- SANTOS, S.; SILVA, L. G. da. Mapeamento por imagens de sensoriamento remoto evidencia o bioma pampa brasileiro sob ameaça. **Boletim de Geografia**, v. 29, n. 2, p. 49-57, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v29i2.12366>.
- SAIBRO, J. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; SILVA, J. L. S. da; VARELLA, A. C.; LUCAS, N. M.; SAVIAN, J. F. Gestão de sistemas silvipastoris no Rio Grande do Sul: desempenho animal. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3, 2004, Santa Maria, RS. **Anais [...]**. Santa Maria, RS: UFEM, 2004.
- SIGNORINI, P. **O que é carbono equivalente?** 2007. Disponível em: <http://scienceblogs.com.br/rastrodecarbono/2007/08/o-que-e-carbono-equivalente/>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- SILVA, A. G. M. F.; SILVA, W. J. M.; TONINI, H.; MORALES, M. M. Crescimento, biomassa e sequestro de carbono de um clone de eucalipto em monocultivo e sistemas integrados. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 5., 2016, Sinop. **Anais [...]**. Sinop: Embrapa, 2017. p. 124-127.
- SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C.; CASTILHOS, Z. M. S. **Manejo de animais e pastagens em sistemas de integração silvipastoril**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 98 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 335).
- SOUTO, J. J. Experiência na região do Alegrete no Rio Grande do Sul. In: PEREIRA, V. P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (ed.). **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal: FCAV-UNESP/SBCS, 1994. p. 169-179.
- SOUZA, C. G.; RIBEIRO, L. da S.; MUNHÓS, E. S. L.; PEREZ, N. B.; SISTI, R. N. Comparação entre o ganho médio diário de peso em bovinos em pastagem nativa infestada por capim-annoni e em pastagem em processo de recuperação. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA PECUÁRIA SUL, 4., 2014, Bagé. **Resumos [...]**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2014. p. 10.
- TADEO, R. W. M.; SOUZA, A. L. F. de; BAUERMAN, P. C.; VARELLA, A. C.; MAIA, M. B. Avaliação do estabelecimento e crescimento de eucalipto (*E. grandis*) em um sistema silvipastoril na região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA, 12.; MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12.; MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR, 10.; MOSTRA INTERNACIONAL DE FOTOGRAFIA, 2., 2014, Bagé. **Anais [...]**. Bagé: Ediurcamp, 2014.

TRINDADE, J. P. P.; ROCHA, D. S. da; VOLK, L. B. da S. **Uso da terra no Rio Grande do Sul**: ano de 2017. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2018. 18 p.

VARELLA, A. C.; BARRO, R. S.; SILVA, J. L. S. da; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; SAIBRO, J. C. de. **Silvopastoral systems in the cold zone of Brazil**. In: PERI, P. L.; DUBE, F.; VARELLA, A. (Ed.). *Silvopastoral systems in Southern South America*. [Cham]: Springer International Publishing Switzerland, 2016. p. 231-255. (Advances in agroforestry, 11).

VARELLA, A. C.; RIBASKI, J. **Recomendações para sistemas de integração floresta-pecuária no extremo Sul do Brasil**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. 4 p. (Embrapa Pecuária Sul. Circular técnica, 35).

VIEIRA, I. M. B. P.; MAIA, M. B.; MUNHOZ, C. G.; VARELLA, A. C.; FRANTZ, A. C. da L.; TADÊO, R. W. M. Caracterização da composição florística em uma área silvipastoril na região da Campanha. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA PECUÁRIA SUL, 5., 2015, Bagé. **Resumos dos trabalhos** [...]. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2015. p. 11.