

## Estimativa do volume de madeira em unidades de referência tecnológica com sistema agrossilvipastoril

Emiliano Santarosa<sup>1</sup>, Ilvandro Barreto de Mello<sup>2</sup>, Rogério M. Dereti<sup>3</sup>, Joel F. Penteado Júnior<sup>1</sup>, José Armino Bonato<sup>4</sup>, Ives C. G. R. Goulart<sup>1</sup>, Amauri Ferreira Pinto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira km 111, Colombo, Paraná. emiliano.santarosa@embrapa.br; joel.penteado@embrapa.br; ives.goulart@embrapa.br

<sup>2</sup>Emater-RS. Av. Presidente Vargas, 100 - sala 401 – Passo Fundo – RS. E-mail: ibarreto@emater.tche.br

<sup>3</sup>Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Dom Bosco, 36038-330 - Juiz de Fora – MG. E-mail: rogerio.dereti@embrapa.br

<sup>4</sup>Emater-PR. Rua da Bandeira, 500 - Cabral - 80035-270 - Curitiba – PR. e-mail: jbonato@emater.pr.gov.br; amauri@emater.pr.gov.br

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo apresentar resultados de inventário florestal, com enfoque no volume de madeira e no incremento médio anual (IMA) de madeira em sistemas Agrossilvipastoris, em quatro áreas (URTs) localizadas nos municípios de Porto Vitória-PR, Caseiros-RS e Passo Fundo-RS. O inventário florestal foi realizado em novembro de 2012, mensurando a altura das plantas com utilização de hipsômetro e avaliando o diâmetro do tronco na altura do peito (DAP), utilizando sutas de precisão. Os dados foram processados para determinação da altura média das árvores, diâmetro médio na altura do peito, volume médio por árvore, volume por hectare (ha), volume total da área com sistema silvipastoril e incremento médio anual em volume. Também, foi estimado o volume de madeira a ser colhido com base na simulação de quatro diferentes intensidades de desbaste: 25%, 30%, 35% e 40%. No sistema silvipastoril o volume de madeira é variável em função da localização, densidade de plantio e manejo do sistema. O incremento médio anual de madeira, estimada com base no volume total de madeira das URTs, variou de 13,6 a 16,6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano em plantios com quatro anos de idade em Caseiros-RS e Passo Fundo-RS e de 19,7 a 22,9 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano em plantios com 6 anos de idade em Porto Vitória-PR, considerando os respectivos espaçamentos. É possível obter um volume total de madeira entre 118 a 137m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> em plantios com seis anos e 54 a 66,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> em plantios com quatro anos, variável conforme a densidade de plantio, as condições de manejo e percentuais de sobrevivência. O produtor pode obter uma renda extra oriunda do desbaste, que irá variar de acordo com as condições de mercado e com a intensidade do desbaste.

**Palavras-chave:** árvores, silvipastoril, madeira, desbaste.

### Introdução

O componente florestal pode agregar valor à propriedade rural, sendo uma alternativa para diversificação da produção e adequação ambiental. Uma das formas de trabalhar com espécies florestais na propriedade rural é através dos sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

Os sistemas Agrossilvipastoris, atualmente denominados também como Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), permitem a diversificação da produção e renda na propriedade rural, visando à sustentabilidade econômica, social e ambiental. Envolvem atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado e rotacionado. São estratégias de uso da terra que podem influenciar em diversos aspectos como: na integração dos sistemas de produção (sustentabilidade); modificações das condições relacionadas ao microclima (proteção contra geadas, ventos frios, granizo, altas temperaturas, radiação); possibilidades de conforto térmico e proteção dos animais (sombra); controle da erosão do solo (práticas conservacionistas); auxílio na recuperação de pastagens degradadas; serviços ambientais (fixação de carbono, ciclagem de nutrientes, biodiversidade); adequação a tendência de mercado mundial (certificação e oportunidade de marketing sob forma de produção sustentável).

O cultivo de árvores de interesse comercial é também uma alternativa para incorporar a produção de madeira ao empreendimento agropecuário e obter renda oriunda do componente florestal. Entretanto isto requer planejamento, manejo e adequação às condições de cada local de cultivo. A madeira oriunda deste sistema pode ser utilizada principalmente para serraria, com maior valor agregado, quando planejada e manejada para este fim. Pode ser utilizada também para carvão e lenha, construção civil, entre outros usos, conforme as condições de mercado regional. As principais práticas de

silvicultura e manejo florestal envolvem a qualidade da muda, controle de formigas e plantas daninhas, adubação, desrama e desbaste. Por ser tratar de um sistema que vai se modificando ao longo do tempo, em virtude do crescimento das árvores, é fundamental o planejamento do arranjo espacial. Também que se realize a desrama e o desbaste das árvores visando a regulação de luminosidade para os componentes não arbóreos (gado, forrageiras e lavouras) do sistema, bem como, para favorecer a taxa de crescimento das melhores árvores e a produção de madeira (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009).

As Unidades de Referência Tecnológica (URT) em ILPF, que incluem o componente florestal, referem-se as propriedades rurais que apresentam um modelo de um sistema de produção ou tecnologia que possa ser apropriado por outros produtores. A URT serve como espaço de demonstração, reflexão e avaliação a partir do qual se inicia a capacitação para a adoção (DERETI et al., 2009). As URTs normalmente são implantadas em propriedades referenciais, centro de treinamento ou áreas públicas de interesse, como escolas ou feiras agropecuárias (PORFÍRIO-DA-SILVA; BAGGIO, 2003). Apresentam adaptações dos sistemas às condições locais, de modo que possam ser utilizadas como ferramenta pedagógica e estimular os produtores em novas formas de organização e utilização do agroecossistema em sua propriedade (BAGGIO et al., 2009).

No caso das URTs que serão abordadas neste trabalho, que incluem o componente florestal, são áreas que apresentam especificidades na forma de condução, exigindo um acompanhamento diferenciado ao longo do tempo. As URTs devem ser frequentemente monitoradas e acompanhadas pelos técnicos e produtores para garantir a manutenção do sistema a longo prazo. O conhecimento sobre o volume de madeira e a taxa de crescimento médio das árvores em sistema silvipastoril é importante para subsidiar a tomada de decisão quanto ao

desbaste, ou ao corte raso. Por isso torna-se necessário a medição das árvores, gerando informações também para serem utilizadas em dias de campo e atividades de transferência de tecnologia. Além disso, pouco se conhece sobre o crescimento das árvores em sistemas silvipastoris, utilizados em diferentes regiões do Brasil e com diferentes conformações quanto ao planejamento, espaçamento e espécies utilizadas.

Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar resultados de inventário florestal, com enfoque no volume de madeira e no incremento médio anual (IMA) de madeira em sistemas Agrossilvipastoris, em quatro áreas (URTs) localizadas nos municípios de Porto Vitória, PR, Caseiros, RS e Passo Fundo, RS.

### Metodologia

O levantamento foi realizado em três Unidades de Referência Tecnológica localizadas no Estado do Paraná e Rio Grande do Sul, e que foram implantadas em parceria entre Embrapa Florestas e Emater do Paraná e rio Grande do Sul. As URT's foram implantadas utilizando, principalmente, metodologias e planejamentos participativos, realizando oficinas e cursos direcionados para técnicos e produtores rurais de cada região (DERETI et al., 2009).

O inventário florestal foi realizado em novembro de 2012, sendo que para o cálculo de volume de madeira da árvore em pé utilizou-se a seguinte equação:

$$V = \left[ \frac{(\pi \times DAP^2)}{4} \right] \times h \times f$$

Em que: V = volume da árvore (m<sup>3</sup>) em pé, com casca; h = altura da árvore (m); DAP = diâmetro do tronco à altura do peito, medido a 1,30m do solo (m); f = fator de forma.

Para determinação da altura das plantas foi utilizado hipsômetro Blume-Leiss Modelo BL6. Para determinação do diâmetro do tronco na altura do peito (DAP) foram utilizadas sutas de precisão da marca Haglof, de 50 cm, determinando-se o diâmetro médio por árvore a partir de duas medições por tronco. O fator de forma utilizado para cálculo do volume de madeira foi 0,4 (MANASSÉS; PEICHL, 1986).

As parcelas foram alocadas de forma aleatória dentro do renque de árvores, sendo avaliadas 10 a 12 árvores por parcela, distribuídas dentro do renque de forma sequencial e também contemplando a distribuição das parcelas em diferentes renques. Foram consideradas na amostragem as plantas localizadas tanto nas linhas externas como na linha central, quando o arranjo utilizado na URT era de três linhas de árvores por renque.

Na propriedade em Porto Vitória-PR, o sistema reúne plantação de *Eucalyptus dunnii* e *E. benthamii* com pecuária leiteira e adotou-se parcela de 360 m<sup>2</sup>, considerando 10 plantas por parcela e espaçamento entre renques de 18 m e entre árvores de 2 m (linha simples). Foram amostradas 6 parcelas na área 1, distribuídas nos diferentes renques. Na área 2 foram amostradas 3 parcelas de 10 árvores cada, também com 360 m<sup>2</sup> cada parcela. Para contagem de falhas e árvores vivas, foi realizado um censo, avaliando todas as árvores.

Nas propriedades do rio Grande do Sul, o sistema é de renques de três linhas de, sendo a URT de Caseiros de *E. dunnii*, grãos e gado de corte e a de Passo Fundo de *E. dunnii*, grãos e gado de leite. A parcela foi de 160 m<sup>2</sup> (8 m X 20 m), considerando 12 árvores por parcela (distribuídas nas três linhas). O espaçamento entre renques é de 14 m, 3 m entre linhas e 2 m entre plantas. Foram amostradas no total 6 parcelas na área localizada em Caseiros e 5 parcelas na área localizada em Passo Fundo.

Os dados foram processados para determinação da altura média das árvores, diâmetro altura do peito (DAP), volume médio por árvore, volume por hectare (ha), volume total da área com sistema silvipastoril e incremento médio anual em volume (IMA). Também, foi estimado o volume de madeira a ser colhido com base na simulação de quatro diferentes intensidades de desbaste: 25%, 30%, 35% e 40%.

### **Resultados e discussão**

Na Tabela 1 são apresentados os dados de inventário florestal em duas áreas de sistema silvipastoril, localizadas em Porto Vitória-PR. O volume de madeira por árvore apresentou variação entre as duas áreas de plantio, sendo o volume médio por planta 32% maior na área 1 em relação a área 2, possivelmente em virtude da diferença quanto ao histórico de uso da terra e também devido a diferença na composição das espécies.

Na área 1, localizada em uma parte de maior altitude é onde realizou-se o plantio de espécies forrageiras, como Aveia e Azevém no período de outono-inverno, bem como o plantio de lavoura, como feijão e milho no período primavera-verão, este último para alimentação animal. Esta área entre renques recebe adubação, possivelmente apresentando maior fertilidade em relação à segunda área de ILPF na propriedade. A área 2, apresenta como histórico de uso a cobertura do solo com espécies herbáceas nativas, sem receber de forma sistemática adubação, o que pode estar refletindo sobre o crescimento das árvores.

**Tabela 1.** Volume de madeira em sistema silvipastoril em Porto Vitória-PR, aos 6 anos de idade.

URT	Varição	Volume médio por árvore (m <sup>3</sup> planta <sup>-1</sup> )	População inicial de árvores (plantas ha <sup>-1</sup> )	Sobrevivência (%)	Remanescente/árvores vivas (plantas ha <sup>-1</sup> )	
Área iLPF 1	<i>E. dunnii</i>	0,5629	278	88,0	703	
Área iLPF 2	<i>E. dunnii</i>	0,4244	278	100,0	750	
URT	Varição	Volume por área (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Idade (anos)	Incremento médio anual (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano)	Área (ha)	Total de volume da área (m <sup>3</sup> )
Área iLPF 1	<i>E. dunnii</i>	156,5	6	22,9	2,87	395,7
ÁREA ILPF 2	<i>E. dunnii</i>	118,0	6	19,7	2,7	318,6

**Tabela 2.** Estimativa do volume de madeira para desbaste. Porto Vitória-PR, aos 6 anos de idade.

Variáveis	Área iLPF I	Área iLPF II
Altura média (m)	22,99	17,98
Diâmetro médio (cm)	27,0	21,0
Volume total (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	137,8	118,0
Volume desbaste 25% (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	34,5	29,5
Volume desbaste 30% (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	41,3	35,4
Volume desbaste 35% (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	48,2	41,3
Volume desbaste 40% (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	55,1	47,2

O volume total por hectare variou de 156,5 a 118 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e o IMA variou de 22,9 a 19,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano, para área 1 e 2, respectivamente. O resultado da produção de madeira no sistema silvipastoril é menor do que em relação aos plantios puros de Eucalyptus na região, devido ao sistema silvipastoril apresentar menor número de árvores por ha, mas ainda é um bom resultado se comparado a plantios puros de baixa produtividade. Além dos demais benefícios e presença dos demais componentes, como a produção pecuária, que devem ser contabilizadas na avaliação econômica do sistema. Sendo o percentual de sobrevivência das árvores com índice tolerável em ambas as áreas, maior que 88,0%, indicando que foi realizado um acompanhamento e um manejo das mudas início do plantio.

Com a intensidade do desbaste variando de 25% a 40% das árvores, a estimativa do volume de madeira a ser desbastada variou de 34,5 a 55,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> na área 1, onde houve maior desenvolvimento das árvores, e na área 2 variou de 29,2 a 47,2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a ser desbastado. Cabe salientar que estes resultados são referentes a árvores com 6 anos de idade e considerando o percentual de sobrevivência.

Nas tabela 3 e 4 são apresentados os resultados do inventário florestal em sistemas agrossilvipastoris localizados em Caseiros e Passo Fundo, RS, ambos com 4 anos de idade. O volume total de madeira na unidade de Caseiros foi 54,5m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, com taxa de incremento anual de 13,6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano. A altura média das plantas foi 14,6 m e o DAP médio, 13,5cm, resultando em um volume médio de 0,1275m<sup>3</sup> por planta. Observa-se que o percentual de sobrevivência, em números absolutos, foi menor para unidade Caseiros em relação a unidade de Passo Fundo-RS resultando em menor volume total. Na unidade de Passo Fundo o total de volume foi de 66,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e a taxa de incremento de volume foi de 16,6m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano. As árvores apresentaram altura média de 13,9 m e diâmetro médio de 14,3 cm, resultando



em um volume médio por planta de 0,1141 m<sup>3</sup>. Ressalta-se que o percentual de sobrevivência foi maior do que a unidade Caseiros, em torno de 78%. Entretanto, ambos percentuais de sobrevivência são baixos, pois perdas maiores que 10% são indicativos de problemas no plantio e manejo inicial.

Estes resultados são indicativos da importância da implantação e manejo das mudas em sistemas silvipastoris. Torna-se necessário a utilização de mudas de qualidade, certificadas e com garantia de procedência, bem como realizar o manejo adequado do sistema (adubação, controle de plantas daninhas, controle de formigas) a fim de evitar a mortalidade de plantas. Uma alternativa também seria realizar o replantio logo no início de implantação do sistema silvipastoril, evitando a permanência das falhas. Como no sistema silvipastoril trabalha-se com um menor número de árvores por unidade de área, torna-se necessário a manutenção correta a fim garantir um número adequado de plantas por ha. Além disso, é necessário evitar a presença de falhas no sistema, como “janelas” que podem ser prejudiciais em virtude da passagem turbulenta do vento, podendo ocasionar quebra de ramos. Também, é necessário manter um número adequado de árvores por ha para permitir a manutenção do efeito da sombra proporcionado pelas árvores, favorecendo a ambiência e conforto para produção de pecuária leiteira. Um dos principais efeitos das árvores no sistema silvipastoril também se refere ao efeito de quebra-vento, alterando as condições microclimáticas do sistema de produção, permitindo maior retenção de umidade no solo e diminuído a intensidade de geadas, fator importante para as condições do sul do Brasil.

**Tabela 3.** Volume de madeira em sistema silvipastoril em Caseiros-RS e Passo Fundo-RS, aos 4 anos de idade.

URT	Var.	Volume médio por árvore (m <sup>3</sup> planta <sup>-1</sup> )	População inicial de árvores (plantas ha <sup>-1</sup> )	Sobrevivência (%)	Remanescente/ Árvores vivas (plantas ha <sup>-1</sup> )	
Caseiros - RS	<i>E. dunnii</i>	0,1275	750	57,0	428	
Passo Fundo-RS	<i>E. dunnii</i>	0,1141	750	78,0	585	
URT	Var.	Volume por área (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Idade (anos)	Incremento médio anual (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano)	Área (ha)	Total de volume da área (m <sup>3</sup> )
Caseiros - RS	<i>E. dunnii</i>	54,5	4	13,6	3	163,7
Passo Fundo-RS	<i>E. dunnii</i>	66,7	4	16,6	3	200,3

**Tabela 4.** Estimativa do volume de madeira para desbaste em sistema silvipastoril em Caseiros e Pulador, RS, aos 4 anos de idade.

Variáveis	Caseiros, RS	Passo Fundo, RS
Altura média (m)	14,6	13,9
Diâmetro médio (cm)	13,5	14,3
Volume total (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	54,5	66,8
Volume desbaste 25% (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	13,6	16,6
Volume desbaste 30% (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	16,3	20,0
Volume desbaste 35% (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	19,0	23,3
Volume desbaste 40% (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	21,8	26,7

O volume de madeira possível de se obter em um desbaste varia de 13,6 a 21,8  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , considerando a variação entre 25% a 40% de intensidade de desbaste, respectivamente, para a unidade Caseiros-RS; enquanto para a unidade Passo Fundo o volume a ser obtido de um desbaste seria de 16,6 a 26,7  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , considerando a mesma variação na intensidade de desbaste, respectivamente (Tabela 4). A determinação da intensidade do desbaste ideal vai depender de critérios técnicos aplicados a cada situação, principalmente para aumentar a luminosidade entre renques e ao mesmo tempo continuar com um certo nível de sombreamento para o gado e para manutenção do sistema. É necessário levar em consideração também as condições de mercado para venda da madeira, definindo o custo-benefício da intensidade do desbaste também em função da renda. Além disso, é essencial o manejo das árvores, principalmente em fase de muda, para evitar o percentual alto de falhas e obter um volume de adequado de madeira no sistema.

### **Conclusão**

O sistema silvipastoril apresenta-se como uma alternativa para produção de madeira, sendo o volume de madeira variável em função da localização, densidade de plantio e manejo do sistema. O incremento médio anual de madeira, estimada com base no volume total de madeira das URTs, variou de 13,6 a 16,6  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  em plantios com quatro anos de idade em Caseiros-RS e Passo Fundo-RS e de 19,7 a 22,9  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  em plantios com 6 anos de idade em Porto Vitória-PR, considerando os respectivos espaçamentos. É possível obter um volume total de madeira entre 118 a 137  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  em plantios com seis anos e 54 a 66,8  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  em plantios com quatro anos, variável conforme a densidade de plantio, as condições de manejo e percentuais de sobrevivência.

O produtor pode obter uma renda extra oriunda do desbaste, que irá variar de acordo com as condições de mercado e com

a intensidade do desbaste. A determinação da intensidade de desbaste ideal depende de critérios técnicos que avaliem a relação luminosidade ou sombreamento em cada sistema e também das condições do mercado. A madeira oriunda de desbaste pode agregar renda à propriedade rural, além de aumentar a entrada de luminosidade no sistema silvipastoril, e minimizar a competição por água, nutrientes e luz entre as árvores.

### Referências

- BAGGIO, A. J.; MAIA, V. A.; AGNER JUNIOR, N.; VIEIRA, D. C.; MASCHIO, W. **Relatório sobre experiências na implantação de Unidades de Referência Tecnológica em Sistemas Agroflorestais, no Projeto Iguatú II**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 42 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 181).
- DERETI, R. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; DOLIVEIRA, D. D.; MENARIM, A.; BONATTO, A. J. **Planejamento participativo para implementação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 4 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 241).
- MANASSÉS, J. P.; PEICHL, B. Medição da madeira e inventário florestal. In: **MANUAL do Técnico Florestal: apostilas do Colégio Florestal de Irati**. Campo Largo: Ingra, 1986. v. 3. 492 p.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; BAGGIO, A. J. **Como estabelecer com sucesso uma unidade de referência tecnológica em sistema silvipastoril**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 26 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 83).
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48 p.