



RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

Nome da tecnologia:	<i>Eucalyptus benthamii</i> - tolerante a geadas severas.
Ano de avaliação da tecnologia:	2019
Unidade(s):	Embrapa Florestas
Responsáveis pelo relatório:	Joel Penteado Junior, Jairo Dolvim Dantas, Emiliano Santarosa.

Colombo (PR), dezembro de 2019.

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA

1.1. Nome/Título

Eucalyptus benthamii – tolerante a geadas severas.

1.2. Eixos de Impacto do VI Plano Diretor da Embrapa

Eixo de Impacto do VI PDE	
	Avanços na busca da Sustentabilidade Agropecuária
	Inserção estratégica do Brasil na Bioeconomia
	Suporte à Melhoria e Formulação de Políticas Públicas
x	Inserção Produtiva e Redução da Pobreza Rural
	Posicionamento da Embrapa na Fronteira do Conhecimento
	Não se aplica

1.3. Descrição Sucinta

As florestas plantadas com fins produtivos oferecem vários produtos madeireiros e não madeireiros, tanto para investidores corporativos como para produtores que as utilizam para fins comerciais ou para subsistência. Além do fornecimento de matéria prima para indústrias, as florestas plantadas proporcionam uma série de serviços, que vão desde a reabilitação de terras degradadas, sombreamento de pastagens, combate à desertificação do solo, sequestro de carbono até o enriquecimento visual das paisagens.

Embora o setor de base de florestas plantadas, seja há muito tempo consolidado, é sabido que em determinadas regiões do país a madeira proveniente de plantios é escassa ou não contam com espécies adaptadas para o fornecimento de matéria prima de qualidade, sendo necessária a compra de madeira de outras regiões. Estes fatores motivam a pressão sobre as áreas de floresta nativa como também a elevação do preço, tanto de produtos beneficiados, quanto da matéria prima oriunda de plantios, onerando a indústria, o consumidor e, ainda provocam problemas quanto à oferta de lenha para atender a secagem de grãos para o setor agrícola.

O gênero *Eucalyptus*, com mais de 5,7 milhões de hectares plantados no Brasil (IBÁ, 2019), destinados principalmente para celulose, papel e energia, ocupa a maior área entre espécies florestais utilizadas no país, mas apesar de existir um grande número de espécies de eucalipto capazes de se adaptarem às diferentes condições de clima e solo, no Brasil, praticamente nenhuma é capaz de resistir a geadas. Por este motivo, a Embrapa Florestas desenvolveu pesquisas com espécies de eucalipto, viáveis para plantios comerciais, voltadas à produção de biomassa energética, bem como para produção de madeira para usos gerais nas regiões sujeitas a geadas severas.

O *Eucalyptus benthamii*, de origem australiana, foi introduzido no Brasil, pela Embrapa Florestas por apresentar características como, rapidez de crescimento, boa forma das árvores e tolerância ao frio. Com esses atributos, a expectativa era que, tanto as empresas florestais quanto as propriedades rurais pudessem produzir localmente e dispor de matéria-prima florestal para os mais diversos usos, apesar das geadas que, periodicamente, aniquilam a maioria das espécies de eucalipto plantadas no Sul do Brasil.

A estratégia da Embrapa Florestas para o desenvolvimento e transferência da tecnologia foi: a) prospecção e coleta de sementes de *Eucalyptus benthamii* na Austrália; b) introdução de material com variabilidade genética no Brasil, para testes; c) plantio e manejo para avaliação do

desenvolvimento; d) manejo inicial voltado essencialmente à produção de sementes; e) parceria com a iniciativa privada para estabelecimento de plantios para validação e para incrementar a disponibilidade de material de propagação da espécie.

As principais características da tecnologia e suas vantagens em relação à tecnologia anterior são que, anteriormente, a única espécie de eucalipto disponível e que apresentava tolerância relativa às geadas era o *Eucalyptus viminalis*, porém, essa espécie apresenta baixa produtividade e qualidade da madeira para processamento mecânico, além de grande dificuldade de produzir semente; diferentemente do *Eucalyptus benthamii*, que apresenta boa produtividade de madeira, produz toras de boa forma além de ser resistente a geadas severas.

Devido às características citadas; tanto as empresas, quanto as propriedades rurais, podem dispor da matéria-prima produzida localmente, apesar das geadas e episódios de neve que ocorrem anualmente no Sul do país.

O plantio de *Eucalyptus benthamii* tem mostrado ótimo desenvolvimento nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A espécie é, também, apontada como promissora em áreas montanhosas do Estado de Minas Gerais.

1.4. Ano de Início da Geração da Tecnologia: _____

1.5. Ano de Lançamento: 1992

1.6. Ano de Atualização da Tecnologia, se houver*: _____

1.7. Ano de Início da Adoção: 1999

1.8. Abrangência da adoção:

Nordeste	Norte	Centro Oeste	Sudeste	Sul
AL	AC	DF	ES	PR x
BA	AM	GO	MG	RS x
CE	AP	MS	RJ	SC x
MA	PA	MT	SP	
PB	RO			
PE	RR			
PI	TO			
RN				
SE				

1.9. Beneficiários

Os beneficiários da tecnologia são as cooperativas agrícolas, os grandes estabelecimentos rurais que utilizam a biomassa de origem florestal para secagem de grãos e os pequenos e médios produtores rurais que implantam florestas de rápido crescimento para produzir madeira destinada à energia e para pequenas construções rurais. Estes últimos passaram a ter o componente florestal em plantios puros ou com a inclusão das árvores em sistemas agrosilvipastoris como fator de agregação de renda em suas propriedades.

Devido à maior produtividade e, ainda, à garantia de produção em regiões de clima frio, os consumidores em geral são também beneficiados pela produção da madeira de *Eucalyptus benthamii*, a qual está sendo utilizada para outros usos, como celulose e escoras nas construções civis, por exemplo.

Devido à tolerância ao frio e ao rápido crescimento, em comparação outras opções de *Eucalyptus*, após trabalhos de melhoramento genético, visando principalmente à melhoria da qualidade da sua madeira para serraria, o *Eucalyptus benthamii* poderá se tornar ótima opção para fornecimento de matéria prima florestal para diversos tipos de uso na região Sul do Brasil.

2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA

O setor brasileiro de árvores plantadas apresentou crescimento de 13,1% em 2018 com relação ao ano anterior, alcançando uma receita setorial de R\$ 86,6 bilhões. Essa evolução do segmento foi muito superior à média nacional, que registrou um aumento no Produto Interno Bruto (PIB) Nacional de 1,1%, enquanto o da agropecuária evoluiu 0,1%, o setor de serviços, 1,3% e a indústria em geral, 0,6%. O setor de árvores plantadas fechou 2018 com participação de 1,3% do PIB nacional e 6,9% do PIB industrial. Em 2018, o estoque de CO₂ eq do segmento somou 4,2 bilhões de toneladas (IBÁ 2019).

O setor foi responsável pela geração de R\$ 12,8 bilhões em tributos federais, estaduais e municipais, o que corresponde a 0,9% de toda a arrecadação do Brasil. Este valor representa um aumento de 7,5% em relação à arrecadação de 2017, em função, principalmente, do aumento da produção de celulose, serrados e painéis reconstituídos (IBÁ 2019).

Com 513 mil empregos diretos, o setor estima que são gerados 3,8 milhões de postos de trabalhos diretos, indiretos e resultantes do efeito renda da atividade de base florestal. Esse total apresentou um aumento de 1,1% em relação a 2017. Assumindo-se o número de empregos gerados diretamente e o salário médio líquido dos trabalhadores, a renda gerada pelo setor foi da ordem de R\$ 10,2 bilhões (IBÁ 2019).

Em 2018, a receita proveniente das exportações do setor brasileiro de árvores plantadas atingiu US\$ 12,5 bilhões, aumento de 24,1% em comparação ao ano de 2017. O saldo da balança comercial do setor atingiu um novo recorde e fechou o ano em US\$ 11,4 bilhões (IBÁ 2019).

A área total de árvores plantadas no Brasil totalizou 7,83 milhões de hectares em 2018, mantendo-se praticamente estável em relação ao ano de 2017. Os plantios de eucalipto ocupam 5,7 milhões de hectares desse total, enquanto as áreas com pinus somam 1,6 milhão de hectares, e outras espécies, entre elas seringueira, acácia, teca e paricá, representam cerca de 590 mil hectares. (IBÁ 2019).

Em 2018, as empresas associadas ao IBÁ investiram R\$ 6,3 bilhões, sendo R\$ 3,9 bilhões em florestas e R\$ 2,4 bilhões em unidades industriais. Com forte orientação de pesquisa e inovação, o setor investiu R\$ 25,8 milhões em P&D florestal e R\$ 11,0 milhões para este item na área industrial (IBÁ 2019).

O setor de florestas plantadas contribui com uma parcela importante da geração de produtos, tributos e empregos na sociedade brasileira. Esse setor é referência mundial por sua atuação pautada pela sustentabilidade, competitividade e inovação. A indústria brasileira de árvores plantadas está entre os principais produtores de celulose, papel e painéis de madeira no mundo, com exportações que trazem inegável contribuição para a balança comercial do País. Com uma área de 7,83 milhões de hectares de reflorestamento, menos de 1% da área total do país, o setor brasileiro de árvores plantadas é responsável por mais de 90% de toda a madeira produzida para fins industriais no País e, também, é um dos segmentos com maior potencial de contribuição para a construção de uma economia verde.

O setor de florestas plantadas é estratégico para o fornecimento de matéria-prima para o mercado interno e para a exportação. Do ponto de vista ambiental, o setor de florestas plantadas contribui para a conservação das florestas nativas, pois fornece a matéria prima que seria retirada destas e, ainda, a promoção da biodiversidade, para a manutenção dos regimes hídricos, fertilidade do solo e qualidade do ar e da água (ABRAF, 2013).

Os plantios para fins energéticos possuem características que permitem a sua utilização, pela queima da madeira, aproveitamento de resíduos, carvão, alcatrão e ácido pirolenhoso, atendendo aos setores industrial, domiciliar, agropecuário e, principalmente, a indústria de ferro e aço.

No âmbito social, as atividades da cadeia produtiva de florestas plantadas promovem a geração e/ou a manutenção de emprego e renda, inserem pequenos produtores rurais no sistema de produção e propiciam melhoria da qualidade de vida nas áreas rurais.

Os programas privados de fomento florestal são os principais instrumentos estratégicos do setor de árvores plantadas para promoção do desenvolvimento das regiões em que atuam. Milhares de pessoas são beneficiadas por esses programas no Brasil.

A prática do fomento é uma alternativa para abastecimento das empresas e traz benefícios, tanto para o produtor, quanto para a comunidade onde ele está inserido. No que diz respeito ao produtor rural, os benefícios referem-se ao aumento da renda e à diversificação da produção. Para a comunidade, eles se traduzem num ambiente propício à criação de negócios florestais (de base madeireira) e à manutenção e/ou geração de empregos na região.

Diante desse contexto, a tecnologia avaliada neste estudo impacta positivamente o setor de florestas plantadas por se tratar de uma alternativa viável para o fornecimento de matéria prima de alto rendimento em regiões sujeitas a geadas severas e impacta positivamente o produtor por ser uma alternativa de agregação de renda nos estabelecimentos rurais.

Além da tolerância ao frio, o *E. benthamii* produz mais madeira em relação às outras espécies alternativas na mesma região. Enquanto a produtividade dessas espécies é de 30 m³/ha por ano, a produtividade do *Eucalyptus benthamii* chega a 43 m³/ha por ano (Rodigheri et al. 2007). Devido a essa característica, para uma mesma produção de biomassa para energia, o prognóstico é que haverá uma redução de pelo menos 10% de recursos naturais (terra), fertilizantes químicos e formicidas.

A respeito das perspectivas futuras para utilização do *Eucalyptus benthamii*, percebe-se uma oportunidade a curto prazo em nível internacional, pois a União Europeia afirma que até 2020, 20% de toda a energia produzida na Europa deverá ser proveniente de recursos renováveis. Entre as alternativas sugeridas, está o uso de pellets de madeira como combustível para a indústria. Os Estados Unidos e o Canadá já adotaram essa alternativa para o aquecimento residencial. Assim, surge uma boa oportunidade para que a indústria brasileira atenda parte da demanda internacional de pellets de madeira que podem ser originados de madeira de *Eucalyptus benthamii*.

3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA TECNOLOGIA

3.1. Avaliação dos Impactos Econômicos

Se aplica: sim (x)

não ()

3.1.1. Tipo de Impacto: Incremento de Produtividade

Tabela A - Benefícios Econômicos por Incremento de Produtividade

Ano	Rendimento Anterior/UM (A)	Rendimento Atual/UM (B)	Preço Unitário R\$/UM (Corrigido IGP_DI) (C)	Custo Adicional R\$/UM (D)	Ganho Unitário R\$/UM (Corrigido IGP_DI) $E = [(B-A) \times C] - D$	Participação Embrapa % (F)	Ganho Líquido Embrapa R\$/UM (Corrigido IGP_DI) $G = (E \times F)$	Área de Adoção: Quan tx UM (H)	Benefício Econômico (Corrigido IGP_DI) $I = (G \times H)$
2002	30	40	29,81		298,13	70	208,68	196	40.901,66
2003	30	40	44,72		368,34	70	256,97	396	101.761,34
2004	30	40	45,72		457,53	70	320,04	596	190.744,46
2005	30	40	53,70		536,97	70	375,88	796	299.203,10
2006	30	40	60,66		606,57	70	424,60	2.796	1.187.183,85
2007	30	43	60,68		788,84	70	552,18	4.396	2.427.401,43
2008	30	43	55,20		717,58	70	502,31	7.396	3.715.091,81
2009	30	43	48,38		629,73	70	440,24	10.000	4.402.415,70
2010	30	43	47,61		619,24	70	433,26	10.500	4.549.258,26
2011	30	43	44,31		576,23	70	403,18	11.200	4.515.635,10
2012	30	43	52,38		684,82	70	479,66	11.780	5.650.367,09
2013	30	43	46,61		614,52	70	424,14	14.300	6.065.213,17
2014	30	43	37,06		481,77	70	337,44	14.500	4.892.928,76
2015	30	43	43,85		537,77	70	399,00	14.800	5.905.150,01
2016	30	43	38,15		495,93	70	347,15	13.800	4.790.652,28
2017	30	43	39,84		517,87	70	362,51	11.040	4.002.072,49
2018	30	43	30,81		400,59	70	280,41	12.000	3.364.972,88
2019	30	43	31,32		407,16	70	285,01	12.000	3.420.144,00

3.1.2. Análise dos impactos econômicos

Conforme demonstrado na tabela A, os impactos econômicos dessa tecnologia ocorrem, principalmente, na forma de incremento de produtividade, pois além da tolerância a geadas severas, o principal impacto da tecnologia é a maior produtividade de madeira. Enquanto a produtividade média de espécies alternativas é de 30 m³/ha por ano, resultando numa produção de 180 m³/ha aos 6 anos de idade, a produtividade de *Eucalyptus benthamii* chega a 43 m³/ha por ano, resultando em 240 m³/ha nesse mesmo período (idade média de 6 anos para o corte das árvores de eucaliptos para lenha).

A constância dos dados de rendimento, apresentada na tabela A, se deve ao fato de que, diferentemente de outras tecnologias, envolvendo lavouras agrícolas, pastagens ou cultivos hortícolas, por exemplo, o melhoramento genético de espécies florestais apresenta resultados e impactos a longo prazo, devido a seu longo tempo de maturação. Portanto, se houver trabalhos relativos a melhoramento genético visando maior produtividade dessas espécies de *Eucalyptus*, os resultados serão revelados somente ao final dos ciclos de cultivos, entre 10 ou 21 anos em cada etapa das fases de melhoramento.

Considerando que, independentemente da espécie de eucalipto destinado à energia, as práticas de manejo são as mesmas para todos, portanto, os custos de implantação e de produção também são iguais. A vantagem do *Eucalyptus benthamii* está na maior produtividade, o que resulta em benefício econômico líquido ao produtor da ordem de 30,23% em relação à outra espécie de eucalipto utilizado em regiões de clima frio. Embora a tecnologia tenha sido lançada em 1992, em função do longo período desde o plantio até a produção de sementes, característico de espécies florestais, a adoção por parte dos produtores iniciou-se apenas em 1999. Entretanto, o incremento rápido da área plantada, deveu-se ao resultado da estratégia de transferência de tecnologia e da quantidade de mudas produzidas e comercializadas pela Embrapa Florestas naquele período.

Considerando que essa tecnologia resultou da prospecção e coleta de sementes realizadas pela Embrapa Florestas, na Austrália e, posterior introdução deste material no Brasil, atribuiu-se a participação de 30% ao material original e 70% ao esforço tecnológico desenvolvido pela Embrapa Florestas.

Com relação à comercialização de eucalipto para energia, os preços recebidos pelo produtor na região de Centro-Sul do Paraná e Centro Norte de Santa Catarina e Noroeste do Rio Grande do Sul (onde se concentra o maior número de plantios de *Eucalyptus benthamii*) variam conforme o diâmetro da madeira e local onde é disponibilizada a matéria-prima. Se: “em pé” (no local do plantio); “no carreador” (cortado e empilhado na beira do aceiro ou da estrada mais próxima) ou entregue no local “consumidor”.

A forma de comercialização da madeira utilizada neste estudo foi em “em pé” e o preço utilizado se referiu à média dos valores praticados na região em que este estudo é realizado. Quanto à produtividade está estabilizada, em média, em 43m³/ha/ano.

Em 2019, não houve expansão do plantio de *Eucalyptus benthamii*. Este fato ocorre, possivelmente, devido as oscilações do preço da madeira de eucalipto, uma vez que nos últimos anos foi observado uma queda de preço pago ao produtor, caso não seja devidamente manejada para serraria e laminação, com maior valor agregado. Este fato diminui o incentivo para o plantio florestal de maneira geral, para as diferentes espécies, sendo ainda mais importante a condução dos plantios florestais para usos e finalidades com maior valor agregado. Também, é importante ressaltar que este material de eucalipto serve para região Sul do Brasil (áreas de ocorrência de geadas), onde existe limitação para expansão dos cultivos em termos de área plantada para qualquer espécie agrícola e florestal, em função da ocupação das áreas por outras atividades estabelecidas. A expansão de cultivos florestais tem se dado principalmente em áreas de fronteira agrícola, como oeste, centro oeste e norte do Brasil. Além disso, a madeira é produzida nas propriedades, geralmente, como uma alternativa adicional ao produtor rural (poupança verde) e não como a principal fonte de renda. Além dos investimentos na área florestal serem diferentes das lavouras, sendo esta última com plantios e alteração de área anual. Na área florestal, o mesmo plantio permanece em ciclos de até 14 a 20 anos, sendo que a manutenção da área plantada na região Sul, devido as suas características fundiárias, histórico e uso da terra, um indicador importante do uso e impacto desta tecnologia. Mantiveram-se, portanto, 12.000 ha plantados em áreas de empresas e de pequenos e médios produtores rurais. Essa área de plantio, entretanto, além de preservar, empregos, gerou, neste ano, benefícios econômicos equivalentes a R\$ 3.420.114,00.

3.2. Custos da Tecnologia

3.2.1. Estimativa dos Custos

Tabela 3.2.1.1. – Estimativa dos custos

Ano	Custos de Pessoal (Corrigido IGP_DI)	Custeio de Pesquisa (Corrigido IGP_DI)	Depreciação de Capital (Corrigido IGP_DI)	Custos de Administração (Corrigido IGP_DI)	Custos de Transferência Tecnológica (Corrigido IGP_DI)	Total (Corrigido IGP_DI)
1986	5.819,22	546,60	496,56	279,30	0,00	7.141,67
1987	1.157,78	138,53	125,84	70,79	0,00	1.492,94
1988	141,42	16,92	15,49	8,65	0,00	182,48
1989	9.766,84	1.168,63	1.112,41	584,83	0,00	12.632,71
1990	13.369,26	1.599,66	1.241,08	784,04	0,00	16.994,04
1991	105,21	12,33	9,57	6,05	0,00	133,16
1992	8,64	0,99	0,77	0,49	0,00	10,89
1993	417,99	46,73	36,26	23,88	0,00	524,86
1994	65.427,45	7.524,17	5.888,48	3.925,65	0,00	82.765,75
1995	58.729,44	6.460,22	5.285,64	3.523,77	0,00	73.999,07
1996	56.366,72	6.200,37	5.073,03	3.382,00	0,00	71.022,12
1997	55.666,77	6.123,34	5.009,99	3.340,00	0,00	70.140,10
1998	56.655,59	6.232,12	5.099,00	3.399,32	0,00	71.386,03
1999	51.812,59	5.699,40	4.663,15	3.108,74	2.759,46	68.043,34
2000	15.207,20	1.672,79	1.368,65	912,43	760,36	19.921,42
2001	15.216,85	1.673,86	1.369,52	913,02	760,84	19.934,10
2002	14.650,42	879,01	1.318,54	879,01	1.165,46	18.892,44
2003	13.236,16	794,18	1.191,26	794,18	1.191,26	17.207,03
2004	13.211,62	1.453,27	1.189,06	792,69	1.189,06	17.835,69
2005	13.935,98	1.532,95	1.254,23	836,16	1.254,23	18.813,56
2006	14.659,29	1.612,52	1.319,33	879,55	1.026,16	19.496,87
2007	14.688,97	1.615,78	1.322,02	881,35	1.028,23	19.536,34
2008	13.808,26	1.518,90	1.242,75	828,49	473,86	17.872,26
2009	14.830,87	1.631,40	1.334,77	889,84	1.072,81	19.759,68
2010	14.298,68	1.572,85	1.286,89	857,92	1.034,32	19.050,66
2011	8.563,04	941,16	770,59	514,06	580,26	11.369,11
2012	8.991,19	988,22	809,12	539,76	609,27	11.937,56
2013	8.902,58	959,28	785,44	534,45	603,27	11.785,01
2014	4.941,25	493,72	87,44	59,49	249,12	5.831,01
2015	5.876,09	531,98	103,99	70,74	293,81	6.876,61
2016	6.529,17	898,88	95,43	179,10	383,46	8.086,04
2017	6.436,45	886,12	94,08	176,56	378,02	7.971,24
2018	6.039,29	836,16	88,78	166,61	356,70	7.487,54
2019	6.055,10	838,47	89,02	167,07	357,69	7.507,35

3.2.2. Análise dos Custos

A estimativa dos custos da geração e da transferência da tecnologia foi realizada conforme segue:

- a) Custo de Pessoal - formado pela remuneração bruta mais os encargos sociais de um pesquisador proporcional ao tempo empregado na geração e transferência da tecnologia.
- b) Custeio da Pesquisa - estimada com base nos custos dos projetos/subprojetos realizados no período da geração e transferência da tecnologia.

- c) Depreciação de Capital - calculada a partir do custo de depreciação da Embrapa Florestas, proporcional ao número de pesquisadores, que participam da geração da tecnologia.
- d) Custo da Administração - Também resulta do custo anual percentual da administração envolvido na geração e transferência da tecnologia.

A defasagem de tempo entre a geração da tecnologia (ano de 1992) e o início da adoção (ano de 1999) refere-se ao período natural demandado desde o plantio e o início da produção de sementes nos povoamentos implantados no Brasil, em 1999.

A partir de 1999, os custos da transferência tecnológica se referem, às atividades de dias de campo, palestras e capacitação de técnicos e produtores.

3.3. Análises de rentabilidade

Os métodos utilizados para a avaliação econômica *ex post* desta tecnologia foram: Índice Benefício Custo (B/C); Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Esta última foi calculada também em simulações quanto à sensibilidade a custos e a benefícios.

A análise do Benefício/Custo nos apresenta um índice que indica quantas unidades de capital recebido como benefícios são obtidos para cada unidade de capital investido. Conforme preconiza o método, são aceitos como viáveis economicamente todos os investimentos ou projetos que apresentarem relação B/C maior que um (1).

No caso da tecnologia aqui avaliada, *Eucalyptus benthamii* - tolerante a geadas severas, o índice B/C foi de 35,52. Portanto, apresenta uma relação benefício custo vantajosa, auferindo retorno satisfatório economicamente.

Quanto ao VPL, ele nos indica o valor da produção em termos atuais, considerando uma determinada taxa de desconto. É considerado viável economicamente todo investimento que apresente VPL maior ou igual a zero e, a atividade será tanto mais lucrativa quanto maior for o seu VPL.

A tecnologia avaliada apresentou VPL com valores de R\$ 19.563.005,23; R\$ 11.576.530,55; R\$ 6.933.153,23; R\$ 4.196.700,64; R\$ 2.563.474,83; R\$ 1.577.151,23; R\$ 975.019,41 e R\$ 603.817,77 para as taxas de 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16% e 18%, respectivamente.

Assim, por meio deste método, o retorno do investimento desta tecnologia, em todos os casos, apresentou-se economicamente viável. Observa-se ainda, que os aumentos na taxa de desconto afetam proporcionalmente o VPL, indicando que quanto menor a taxa utilizada maior será o impacto econômico da tecnologia.

A avaliação da TIR nos mostra a taxa de desconto que faz com que o valor atualizado dos benefícios seja igual ao valor atualizado dos custos. A tecnologia será economicamente viável se a TIR maior que a taxa de juros no mercado financeiro. No caso da tecnologia avaliada, a TIR foi de 33,15%, portanto, apresentando impacto econômico positivo.

A análise de sensibilidade da TIR foi realizada considerando as seguintes hipóteses: benefícios variáveis e custos fixos; custos variáveis e benefícios fixos; custos e benefícios variáveis. Em todas hipóteses, constatou-se a viabilidade econômica do projeto. A título de exemplo, ao considerar a segunda hipótese, com alterações positivas nos custos (5%, 10%, 15%, 20% e 25%), constatou-se que houve uma pequena redução nos valores da TIR (32,8; 32,4; 32,1; 31,7 e 31,4). Ao se aplicar esses mesmos percentuais, desta vez, negativos, verificou-se um pequeno acréscimo na TIR (33,6; 34,0; 34,5; 34,9; e 35,5). Percebe-se, portanto que a TIR se mantém positiva, endossando que o projeto é economicamente viável nessas condições.

Por meio de simulação, verificou-se que os valores do VPL foram positivos para diferentes taxas e os valores da TIR foram bastante atrativos para essas mesmas taxas. Isso demonstra que

o retorno sobre o capital investido é muito superior aos gastos realizados com desenvolvimento e transferência dessa tecnologia.

Tabela 3.3.1: Análises de rentabilidade – taxa interna de retorno (TIR), a relação benefício/custo (B/C) e o valor presente líquido (VPL)

Taxa Interna de Retorno TIR	Relação Benefício/Custo B/C (6%)	Valor Presente Líquido VPL (6%)
33,15%	35,52	R\$ 11.576.530,55

3.4. Instituições envolvidas/parcerias

As principais instituições envolvidas/parceiras no desenvolvimento dessa tecnologia são universidades, empresas do setor florestal, produtores florestais e viveiristas. No processo de transferência de tecnologia, destacam-se as parcerias com ATER, Emater-PR, Emater-RS e cooperativas.

4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS – AMBITEC-Agro

A tecnologia avaliada objetiva disponibilizar matéria prima para a cadeia produtiva do setor de base florestal nas regiões de ocorrência de geadas severas. Quando à validação da tecnologia, a Embrapa Florestas era a principal produtora de sementes desta espécie no Brasil. No entanto, por produzir sementes em quantidades insuficientes para atender à demanda, estabeleceu parceria formal com produtores de sementes e mudas, com a intenção de apoiá-los tecnicamente e de trocar informações atualizadas e precisas quanto ao volume de mudas produzidas, localização e abrangência dos plantios.

A área total ocupada com a tecnologia, até 2019, é de 12.000 ha. A perspectiva futura é de que este material continue sendo amplamente utilizado por se tratar de uma alternativa técnica para a produção florestal nas regiões de ocorrência de geadas no Sul do Brasil, gerando diversos impactos ambientais, sociais e econômicos que serão especificados a seguir.

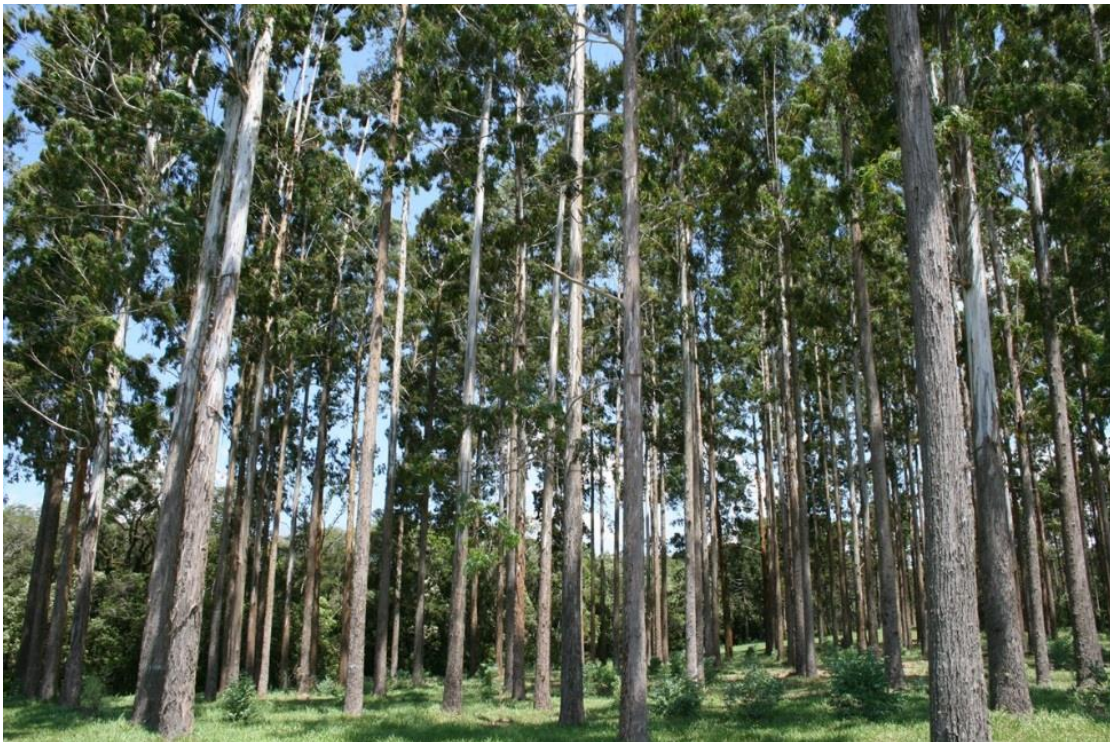


Figura 1. O *Eucalyptus benthamii*, com tolerância às geadas severas, é uma das principais alternativas para produção de madeira na região Sul do Brasil. Foto: Jaques, L.C.

4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos

Devido ao *Eucalyptus benthamii* ser resistente ao frio, é um material genético que apresenta maior crescimento nas regiões de ocorrência de geadas e, conseqüentemente, maior produtividade que as demais espécies do gênero. Considerando esta característica, a tecnologia *Eucalyptus benthamii* apresenta impacto positivo quanto à mudança no uso direto da terra, principalmente por afetar as variáveis produtividade e estoque de carbono. Além de outras variáveis ambientais que são afetadas positivamente, como as emissões,

qualidade da água, qualidade do solo e conservação da biodiversidade, conforme serão detalhados a seguir.

O *Eucalyptus benthamii* requer menor quantidade de área para plantio para produzir a mesma quantidade de matéria-prima que as demais espécies. Os produtores economizam, pelo menos, 30% de área produtiva com opção de plantio desta espécie em comparação com outra espécie de eucalipto usada para o mesmo fim. Esta redução na área de plantio proporciona a liberação de solo para produção de outras culturas ou ampliação do plantio florestal, com menor impacto na abertura de novas áreas, resultando em coeficiente de impacto igual 3,00 em relação à **mudança no uso direto e indireto da terra**, tanto para as propriedades familiares, como as empresas florestais (Tabela 4.1.1). A grande capacidade de fixação de carbono no tronco das árvores, também afeta positivamente o primeiro indicador, proporcionando benefícios ambientais (estoque de carbono) com a adoção dessa tecnologia. Outro benefício dessa tecnologia, em relação aos efeitos positivos das florestas, é a mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

O sistema de produção do *Eucalyptus benthamii* é semelhante ao usado para as demais espécies de *Eucalyptus*. Assim, a nova tecnologia não provoca alterações quanto ao **uso de insumos agrícolas e consumo de energia** quando comparado ao manejo usado antes da adoção dessa tecnologia (Tabela 4.1.1).

Similar aos efeitos positivos na mudança no uso da terra, conforme demonstrado na tabela 4.1.1, o indicador **emissões à atmosfera** apresentou índice médio de impacto de 2,00. Este índice, também deve-se principalmente à capacidade dos plantios florestais (*Eucalyptus benthamii*) diminuírem os efeitos negativos dos gases que provocam o efeito estufa. Em relação à contribuição do setor de árvores plantadas nesse processo, em 2015, os 7,8 milhões de hectares de árvores plantadas estocaram cerca de 1,62 bilhão de toneladas de CO² (IBÁ, 2016).

Quanto à **qualidade do solo**, os valores dos índices são de 3,80 para os dois tipos de propriedades, devido principalmente aos efeitos positivos quanto à diminuição da erosão. A **qualidade da água** também é positivamente afetada (1,0) devido à inserção do componente florestal. Os plantios florestais quando implantados e manejados de acordo com as recomendações da pesquisa, incluindo o *Eucalyptus benthamii*, apresentam grande potencial para proteção do solo como coberturas vegetal, principalmente em terrenos com maior declividade, auxiliando na recuperação de áreas degradadas ou com solos excessivamente expostos por processos contínuos de erosão. Impactos positivos em relação a qualidade da água também são efeitos indiretos da tecnologia, em função dos plantios florestais atuarem como barreira para o escoamento superficial da água, evitando o assoreamento dos rios e a diminuição de sedimentos ou de partículas potencialmente poluidores nos córregos.

No indicador **conservação da biodiversidade e recuperação ambiental**, na escala de ocorrência local, os plantios de *Eucalyptus benthamii* proporcionam o crescimento de sub-bosques, reduzindo a perda de vegetação nativa e aumentando os corredores de fauna, resultando num índice de impacto de 1,80 nos dois tipos de propriedades. Conforme apresentado na Tabela 4.1.1, o indicador recuperação ambiental contempla as variáveis: solos degradados, ecossistemas degradados, área de preservação permanente e reserva legal.

Tabela 4.1.1: Impactos ecológicos – aspecto eficiência tecnológica

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
1. Mudança no uso direto da terra	S	3,00	3,00	3,00
2. Mudança no uso indireto da terra	S	3,00	3,00	3,00
3. Consumo de água	N	-	-	-
4. Uso de insumos agrícola	S	0,00	0,00	0,00
5. Uso de insumos veterinários e matérias-primas	N	-	-	-
6. Consumo de energia	S	0,00	0,00	0,00
7. Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia	N	-	-	-
8. Emissões à atmosfera	S	2,00	2,00	2,00
9. Qualidade do solo	S	3,80	3,80	3,80
10. Qualidade da água	S	1,00	1,00	1,00
11. Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	S	1,80	1,80	1,80

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial).

É importante observar que o plantio de *Eucalyptus benthamii* foi avaliado comparando-o com o de espécies alternativas e em situações em que o componente florestal não é utilizado no estabelecimento agrícola.

O resultado da avaliação com o Ambitec-Agro demonstrou que essa tecnologia proporciona índices de impactos ambientais positivos. Os indicadores que mais se destacaram positivamente quanto à eficiência tecnológica, com impactos ambientais e ecológicos positivos, tanto nas propriedades familiares quanto nas empresariais foram: mudança no uso direto da terra (produtividade); qualidade do solo; e conservação da biodiversidade e recuperação ambiental.

4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos

Devido à maior produtividade do *Eucalyptus benthamii*, a adoção do uso desta espécie na região estudada proporciona aumento na **qualificação e oferta de trabalho**, especialmente nas operações de corte, empilhamento e transporte da madeira nas empresas e nas propriedades familiares. Esses indicadores resultam num coeficiente de alteração positivo de 1,6 tanto nas propriedades familiares, quanto nas empresariais (Tabela 4.2.2).

Tabela 4.2.1: Impactos socioambientais – aspecto respeito ao consumidor

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
12. Qualidade do produto	Não	-	-	-
13. Capital social	Não	-	-	-
14. Bem-estar e saúde animal	Não	-	-	-

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Tabela 4.2.2: Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
15. Capacitação	S	0,00	0,00	0,00
16. Qualificação e oferta de trabalho	S	1,60	1,60	1,60
17. Qualidade do emprego/ocupação	S	0,00	0,00	0,00
18. Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias	S	0,00	0,00	0,00

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Quanto à **geração de renda no estabelecimento**, devido à garantia de maior produtividade do *Eucalyptus benthamii*, na escala de ocorrência local, a tecnologia proporciona maior segurança nas propriedades familiares e nas patronais com um coeficiente de impacto de 3,80 nas propriedades familiares e nas empresariais (Tabela 4.2.3).

Com relação ao **valor da propriedade** - com a implantação de *Eucalyptus benthamii* este indicador apresenta aspectos positivos no volume de receitas, na conservação de recursos naturais e na conformidade com a legislação. O resultado do coeficiente de impacto é socialmente favorável, apresentando um valor de 3,30 nas propriedades familiares e nas empresariais (Tabela 4.2.3).

Tabela 4.2.3: Impactos socioambientais – aspecto renda

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Geração de Renda do estabelecimento	S	3,80	3,80	3,80
20. Valor da propriedade	S	3,30	3,30	3,30

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Tabela 4.2.4: Impactos socioambientais – aspecto saúde

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
21. Segurança e saúde ocupacional	N	-	-	-
22. Segurança alimentar	N	-	-	-

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

No componente, **condição de comercialização**, em escala de ocorrência pontual, o plantio de *Eucalyptus benthamii*, em relação as demais espécies do gênero, apresenta aspectos positivos, principalmente em função da maior garantia de produção e, portanto, na possibilidade de venda direta antecipada/cooperada e de processamento local (Tabela 4.2.5).

Quanto à disposição de resíduos e dedicação e perfil do responsável, a tecnologia não produz efeito, nem para as propriedades familiares e nem para as empresariais, em relação à tecnologia anterior, ou seja, a outra espécie utilizada, o *Eucalyptus viminalis*. No entanto, no indicador **relacionamento institucional**, o cultivo de *Eucalyptus benthamii*, quando comparado com o das demais espécies do gênero, apresenta impacto de 2,00 nas propriedades familiares e nas empresariais (Tabela 4.2.5). Este resultado deve-se à capacitação e à troca de conhecimento entre produtores, técnicos da ATER e pesquisadores da Embrapa sobre essa tecnologia.

Tabela 4.2.5: Impactos socioambientais – aspecto gestão e administração

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
23. Dedicação e perfil do responsável	S	0,00	0,00	0,00
24. Condição de comercialização	S	0,50	0,50	0,50
25. Disposição de resíduos	S	0,00	0,00	0,00
26. Gestão de insumos químicos	S	0,00	0,00	0,00
27. Relacionamento institucional	S	2,00	2,00	2,00

*Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

O resultado final do coeficiente de impacto social da inovação tecnológica, obtido por meio do aplicativo Ambitec, é de 0,68 (Tabela 4.3).

O *Eucalyptus benthamii*, tolerante a geadas severas, é uma espécie com grande potencial para produção de biomassa florestal e também para o fortalecimento da sustentabilidade da agricultura familiar.

A área plantada com esta espécie de eucalipto foi significativamente ampliada a partir de 2005, quando os pomares em áreas de produtores, formados com o material original da Embrapa Florestas passaram a produzir sementes e abastecer os viveiros de produção de mudas florestais, proporcionando assim mais oportunidades de empregos, tanto para produção de mudas e plantios, quanto para a colheita da madeira.

Atualmente, além de plantios puros, a espécie vem sendo utilizada também em sistemas integração Lavoura-Pecuária-Floresta, principalmente em consórcio com pastagem, onde os produtores vêm auferindo rendimentos diretos com a introdução do componente florestal em seu sistema de produção e, indiretamente, com a maior produção e/ou qualidade de leite ou de carne da produção pecuária, propiciado pela melhoria no desempenho produtivo das pastagens e pelo conforto térmico que as árvores proporcionam aos animais.

Conforme os valores apresentados, além do impacto positivo nas pequenas propriedades, o valor do índice de impacto da tecnologia também foi significativo nas propriedades patronais, proporcionando maior oportunidade de emprego e relacionamento institucional.

Os indicadores socioambientais que mais se destacaram, nos dois grupos analisados, foram: **valor da propriedade, geração de renda, qualificação e oferta de trabalho e relacionamento institucional.**

Não fazem parte deste estudo o número de empregos indiretos, nem os diretos gerados nos viveiros de produção de mudas e nas equipes de empreiteiros encarregados manutenção e corte dos povoamentos, nem os que trabalham em empresas de beneficiamento da matéria prima. Considerando estes fatores, outros benefícios indiretos poderiam ser contabilizados.

Considerando uma análise geral e integrada dos indicadores, podemos verificar, nas as três dimensões de impacto, os efeitos positivos da tecnologia *Eucalyptus benthamii*. O impacto econômico foi igual a 2,1; o social igual a 0,68; e o ambiental igual a 1,54 (Tabela 4.3). O índice geral de impacto dessa tecnologia, segundo Ambitec-Agro, foi 0,99 (Tabela 4.4.1), podendo ser recomendada para novos produtores devido a seus benefícios socioambientais.

4.3. Índices parciais de Impacto Socioambiental

Tipo de Impacto	Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
Índice de Impacto Econômico	2,1	2,1	2,1
Índice de Impacto Social	0,68	0,68	0,68
Índice de Impacto Ambiental	1,54	1,54	1,54

4.4. Índice de Impacto Socioambiental

Tabela 4.4.1: Índice geral de impacto socioambiental.

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
0,99	0,99	0,99

*Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

4.5. Impactos sobre o Emprego

Tabela 4.5.1: Número de empregos gerados.

Ano	Emprego adicional por unidade de área (A)	Área adicional (B)	Não se aplica	Quantidade de emprego gerado C= (AXB)
2002	0,0059	196		1
2003	0,0059	200		1
2004	0,0059	200		1
2005	0,0059	200		1
2006	0,0059	2000		12
2007	0,0059	1600		9
2008	0,0059	3000		18
2009	0,0059	2604		15
2010	0,0059	500		3
2011	0,0059	700		4
2012	0,0059	580		3
2013	0,0059	2520		15
2014	0,0059	200		1
2015	0,0059	300		2
2016	0,0059	0		0
2017	0,0059	0		0
2018	0,0059	960		6
2019	0,0059	0		0

Em 2019, não houve geração de emprego adicional devido à não expansão da área com aplicação dessa tecnologia. Entretanto, mesmo sem essa expansão, a tecnologia mantém postos de trabalho devido à área atualmente adotada, impactando e contribuindo na manutenção de empregos na área florestal.

De maneira geral, em termos de impacto na geração de emprego e renda, com 513 mil empregos diretos, o setor florestal estima que são gerados 3,8 milhões de postos de trabalhos diretos, indiretos e resultantes do efeito renda da atividade de base florestal (Ibá, 2019). Assumindo-se o número de empregos gerados diretamente e o salário médio líquido dos trabalhadores, a renda gerada pelo setor foi da ordem de R\$ 10,2 bilhões. Desse total, cerca de R\$ 9,2 bilhões foram agregados ao consumo das famílias, enquanto o valor restante foi direcionado à poupança nacional (Ibá, 2019). Considerando, 12.000 ha com a tecnologia (0,17% da área total de plantios florestais), estima-se para o *E. benthamii* aproximadamente 800 empregos diretos e 6460 postos de trabalhos indiretos.

5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

Aspectos gerais e impactos sobre conhecimento, capacitação e político-institucional

O *Eucalyptus benthamii* apresenta impacto positivo em relação ao desenvolvimento institucional, uma vez tratar-se de tecnologia gerada em projetos da Embrapa de longo prazo e envolvendo diversos parceiros público-privados do setor agropecuário e florestal.

Conforme o relato dos produtores, a espécie apresenta algumas características diferenciadas e que impactam no avanço do conhecimento, onde se destacam indicadores como: nível de geração de novos conhecimentos, nível de intercâmbio de conhecimento e na diversidade dos conhecimentos aprendidos. Estes resultados apresentam relação com ações de transferência de tecnologia/extensão dos produtos gerados pela pesquisa (neste caso do *Eucalyptus benthamii*), com a formação de rede de pesquisa e de adequada relação com interlocutores, entre outras variáveis especificadas a seguir.

Na análise agregada dos impactos sobre o conhecimento, capacitação e política institucional, constata-se que essa tecnologia proporciona impactos positivos; mesmo que, em alguns poucos indicadores do Ambitec-Social, ela não tenha provocado alteração.

A inovação tecnológica estudada tem potencial de demanda, pois sempre que houver expansão da área plantada, mais produtores passam a conhecer e utilizar a matéria-prima originada de *Eucalyptus benthamii*, proporcionando aumento na taxa de adoção da tecnologia e, conseqüentemente, maior reconhecimento institucional.

O *Eucalyptus benthamii*, por ser tolerante a geadas severas, é uma espécie com potencial de fortalecimento da agricultura familiar na região Sul do Brasil. A espécie produz mais volume de madeira sendo utilizada para energia e também em construções civis nos estabelecimentos rurais.

A maior evidência dos impactos positivos da tecnologia é o reconhecimento, demonstrado pelos produtores e pela comunidade ligada ao setor florestal de que a Embrapa Florestas é referência quanto às tecnologias ligadas a esta espécie de eucalipto.

O plantio de *Eucalyptus benthamii* apresenta impactos ambientais e socioeconômicos. Apresenta, também, impactos positivos em relação à capacidade relacional, capacidade científica e tecnológica, organizacional e produtos de P&D. É uma tecnologia gerada em um processo de P&D de longo prazo e direcionada para atender à demanda do setor produtivo florestal.

Abaixo seguem detalhadas as variáveis e indicadores de impacto no desenvolvimento institucional.

5.1. Capacidade relacional

A capacidade relacional refere-se à contribuição do projeto de desenvolvimento tecnológico agropecuário para ampliação e diversificação da rede de relacionamento científico da equipe, inclusive quanto ao referencial conceitual e metodológico. Os critérios de capacidade relacional são: relações de equipe/rede de pesquisa e relações com interlocutores.

No caso da tecnologia *Eucalyptus benthamii*, houve um aumento significativo em variáveis como diversidades de especialidades e coautorias, devido à formação de uma equipe multidisciplinar, desde o melhoramento genético até o manejo silvicultural. Houve, também, um aumento no Know-how da empresa, com a formação de grupos de pesquisa

sobre a temática, participação em eventos e adoção metodológica em função da introdução de nova espécie florestal (Tabela 5.1.1). Sendo um estudo de longo prazo realizado pela Embrapa e parceiros.

Em relação aos interlocutores, houve uma forte interação com as empresas do setor florestal e viveiros, que apresentavam interesse direto na adoção de material resistente a geadas na região Sul do Brasil, impactando positivamente sobre a diversidade, interatividade e inserção no mercado, conforme dados da Tabela 5.1.2.

Tabela 5.1.1: Impactos na capacidade relacional – aspecto relações de equipe/rede de pesquisa. Índices de impacto parcial.

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
1. Diversidade de especialidades	s	1,5	1,5	1,5
2. Interdisciplinaridade (coautorias)	s	3	3	3
3. <i>Know-who</i>	s	1,5	1,5	1,5
4. Grupos de estudo	s	3	3	3
5. Eventos científicos	s	1	1	1
6. Adoção metodológica	s	3	3	3

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

Tabela 5.1.2: Impactos na capacidade relacional – aspecto relações com interlocutores. Índices de impacto parcial.

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
7. Diversidade	S	1,5	1,5	1,5
8. Interatividade	S	3	3	3
9. <i>Know-who</i>	S	1,5	1,5	1,5
10. Fontes de recursos	S	3	3	3
11. Redes comunitárias	S	3	3	3
12. Inserção no mercado	s	3	3	3

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

5.2. Capacidade científica e tecnológica

A capacidade científica e tecnológica diz respeito à capacidade instalada de infraestrutura e instrumental metodológico, bem como às contribuições do projeto de desenvolvimento tecnológico para captação de recursos e à execução de aquisições instrumentais e pessoais. Os critérios de capacidade científica e tecnológica são: instalações (métodos e meios) e recursos do projeto (captação e execução).

Nas Tabelas 5.2.1 e 5.2.2, verifica-se os impactos positivos do projeto e tecnologia sobre as instalações, uma vez que houve diversos projetos componentes ao longo do tempo que proporcionaram melhorias internas na infraestrutura, instrumental bibliográfico e demais variáveis.

Tabela 5.2.1: Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto instalações. Índices de impacto parcial.

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
13. Infraestrutura institucional		1,2	1,2	3
14. Infraestrutura operacional		1,2	1,2	3
15. Instrumental operacional		1,2	1,2	3
16. Instrumental bibliográfico		1,2	1,2	3
17. Informatização		0,2	0,2	1
18. Compartilhamento da infraestrutura		0,6	0,6	3

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

Tabela 5.2.2: Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto recursos do projeto. Índices de impacto parcial.

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Infraestrutura (ampliação)	S	1,2	1,2	1,2
20. Instrumental (ampliação)	S	1,2	1,2	1,2
21. Instrumental bibliográfico (aquisição)	S	1,2	1,2	1,2
22. Contratações	S	3	3	3
23. Custeios	s	3	3	3

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

5.3. Capacidade organizacional

A capacidade organizacional provê a verificação das contribuições do projeto de desenvolvimento tecnológico para otimizar os mecanismos de aprendizagem e compartilhamento de capacidade entre os membros de rede, bem como para a consequente operacionalização das atividades de pesquisa, incluindo a transferência de resultados. Os critérios que integram esse aspecto são: equipe/rede de pesquisa e transferência/extensão.

Em relação a essas variáveis (Tabelas 5.3.1 e 5.3.2), podemos verificar que houve avanços em relação a formação da rede de pesquisa, tanto na questão de instalação de experimentos, organização e participação em eventos, quanto nas ações de transferência de tecnologia. Estas apresentam um aspecto contínuo como a realização de cursos, artigos de divulgação, relação com projetos de extensão em parceria com ATER. Essas ações da Embrapa envolve um grande número de participantes, uma vez que a tecnologia *Eucalyptus benthamii* é tratada em conjunto com a silvicultura e com o sistema de produção de eucalipto, sendo essa espécie uma das mais plantadas no Sul do Brasil e demandada, em termos de conhecimentos, em relação a sua produção.

Tabela 5.3.1. - Impactos na capacidade organizacional – aspecto equipe/rede de pesquisa. Índices de impacto parcial.

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
24. Custos e treinamentos	S	3	3	3
25. Experimentos, avaliações, ensaios	S	3	3	3
26. Bancos de dados, plataformas de informação	S	0	0	0
27. Participação em eventos	S	3	3	3
28. Organização de eventos	S	1,5	1,5	1,5
29. Adoção de sistemas de gestão	S	0	0	0

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

Tabela 5.3.2. - Impactos na capacidade organizacional – aspecto transferência/extensão. Índices de impacto parcial.

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
30. Cursos e treinamentos	S	3	3	3
31. Número de participantes	S	3	3	3
32. Unidades demonstrativas	S	1,2	1,2	1,2
33. Exposições na mídia/artigos de divulgação	S	3	3	3
34. Projetos de extensão	S	0,6	0,6	0,6
35. Disciplinas de graduação e pós-graduação	S	0,6	0,6	0,6

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

5.4. Produtos de P&D

Os resultados finalísticos do projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico são avaliados em relação a produtos de P&D e a produtos tecnológicos. Portanto, os critérios avaliados nesses aspectos são: produtos de P&D e produtos tecnológicos.

Diversos resultados de P&D da tecnologia *Eucalyptus benthamii* foram gerados ao longo do tempo, incluindo apresentações em congressos, artigos em periódicos, orientações de teses, dissertações e publicações técnicas (Figura 2). Estes resultados foram gerados em experimentos científicos conduzidos pela Embrapa e parceiros, como as universidades. Hoje, a tecnologia *Eucalyptus benthamii* é um material genético amplamente utilizado pelos viveiros e produtores florestais na região Sul do Brasil. É um produto tecnológico de aplicação direta pelo setor em regiões de ocorrência de geadas, devido a sua alta produtividade e resistência às temperaturas dessas regiões (Tabelas 5.4.1 e 5.4.2).

Tabela 5.4.1. - Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos de P&D. Índices de impacto parcial.

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
36. Apresentação em congressos	S	3	3	3
37. Artigos indexados	S	3	3	3
38. Índices de impacto (WoS)	S	1	1	1
39. Teses e dissertações	S	3	3	3
40. Livros/capítulos, boletins, etc.	S	3	3	3

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

Tabela 5.4.2. - Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos tecnológicos. Índices de impacto parcial.

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
41. Patentes/registros	S	0	0	0
42. Variedades/linhagens	S	3	3	3
43. Práticas metodológicas	S	3	3	3
44. Produtos tecnológicos	S	3	3	3
45. Marcos regulatório	S	0	0	0

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto



Usos Potenciais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage

Rosana Clara Victoria Higa¹
José Carlos Duarte Pereira²

Aspectos gerais

Eucalyptus benthamii foi classificado por Pryor & Johnson (1971) na série Viminalis, subtribe Viminalinae. A espécie é botanicamente próxima a *E. dorrigoensis* e a *E. kartzoffiana*. Até recentemente *E. dorrigoensis* era considerado como subspecie de *E. benthamii*. No entanto, as duas espécies apresentam diferenças acentuadas na estrutura externa do opérculo (Benson, 1985). No *E. dorrigoensis*, a queda do primeiro opérculo ocorre muito antes da antese, mostrando uma camada de abscisão bem definida. Essa camada parece ser suprimida em *E. benthamii* causando a estagnação do crescimento do opérculo externo ainda nos estágios iniciais de desenvolvimento dos botões florais. Isso deixa uma série de cicatrizes irregulares que secam e caem antes da antese (Johnson & Hill, 1990).

E. benthamii é encontrado em áreas limitadas, ao oeste da cidade de Sydney em planícies ao longo do rio Nepean e seus tributários. Originalmente, a espécie ocorria nos solos férteis das partes planas de deposição de rios, em uma área de 100 km de comprimento por 40

km de largura, com latitude aproximada de 34° S e altitudes inferiores a 100 m, onde a temperatura média máxima é 26° C e a temperatura média mínima é 4° C, com ocorrência de geadas leves. A precipitação anual é de 1100 mm com picos moderados no verão e outono. A maior parte da população original foi cortada para a formação de pastagens ou foi inundada com a construção da represa de Warragamba. Embora *E. benthamii* faça parte do mesmo grupo botânico de *E. viminalis*, ele apresenta características distintas, como preferência por solos férteis. Essa característica tornou a espécie vulnerável durante a expansão da fronteira agrícola e foi considerada em extinção (Pryor, 1951). Desde 1933, a população natural de *E. benthamii* foi afetada por três incêndios, ocorridos em dezembro de 1957, em dezembro de 1979 e em outubro de 1981. Os dois últimos incêndios queimaram diferentes partes da população (Benson, 1985).

Levantamentos recentes mostram a ocorrência de uma pequena população e de alguns indivíduos isolados ao longo do Rio Nepean entre as localidades de Wallacia e Camden e de uma população maior em Kedumba Creek

¹ Engenheira-Agrônoma, Doutora, Pesquisadora da Embrapa Florestas, rihiga@cnf.embrapa.br.
² Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, jcduarte@cnf.embrapa.br.



The screenshot shows the ttflorestal website interface. At the top, there are navigation links for 'Brasil', 'Simplifique!', 'Participe', 'Acesso à Informação', 'Legislação', and 'Canais'. Below this is the 'ttflorestal' logo and the tagline 'transferência de tecnologia florestal'. A search bar is present with the text 'Encontre nesta Unidade'. Below the search bar, there are several tabs: 'A Unidade', 'Subjetos Tecnológicos', 'Projetos', 'Publicações', 'Biblioteca', 'Notícias', 'Multimídia', 'Sala de Imprensa', and 'Eventos'. The main content area is titled 'O Eucalypto' and features a photo of a tree. To the right, there is a section for 'Publicações | ver mais' with a link to 'Cultivo de eucalypto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda.' Below the photo, there is a 'Perguntas e respostas' section with two questions: '1. Quantos tipos de eucalypto existem?' and '2. Quando o eucalypto foi introduzido no Brasil?'. At the bottom right, there is a 'PRÉ LANÇAMENTO - LIVRO' section with the text 'O eucalypto e a Embrapa 40 anos de pesquisa e desenvolvimento - acesse aqui'.

Figura 2. Publicações da Embrapa auxiliam na divulgação da tecnologia e facilitam a adoção por técnicos e produtores. São encontradas 206 publicações sobre a espécie na Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (BDPA). Na página de TT também são divulgadas tecnologias para o sistema de produção.

5.5. Índice de Impacto no desenvolvimento institucional

A tecnologia *Eucalyptus benthamii* afetou positivamente os coeficientes de desempenho em relação à capacidade relacional, proporcionando média geral igual a 13,0 e 15,0 (índice de impacto integrado) para os indicadores relações de equipe e relações com interlocutores (Tabela 5.5.1). A necessidade de materiais resistentes as geadas, que ocorrem na região Sul, causou uma grande demanda por materiais genéticos de eucalipto capazes de suportar estas condições climáticas. Por isso, houve contato e articulação com o setor florestal para o lançamento de materiais resistentes a geadas, que foram consequentemente incorporados ao setor produtivo. A relação com interlocutores e parcerias correram de forma direta devido a demanda. Da mesma forma, o desenvolvimento das pesquisas proporcionou impactos positivos na captação de recursos e na ampliação de instalações, devido ao investimento realizado em parcerias, resultando em impactos positivos de 9,6 e 5,6, respectivamente (Tabela 5.5.1).

Houve, também, impactos sobre a capacidade organizacional, devido aos cursos e treinamentos realizados no âmbito da equipe, participação em eventos e congressos na área de melhoramento genético, e, também, ações de transferência de tecnologia envolvendo a divulgação de material para o público-alvo, bem como aspectos de silvicultura

e manejo de eucalipto. Os indicadores de equipe/rede de pesquisa e transferência de tecnologia/extensão apresentaram coeficientes de 10,5 e 11,4, respectivamente (Tabela 5.5.1).

Para os produtos de pesquisa e desenvolvimento, também houve impactos positivos por se tratar do lançamento de material de genético, com possibilidades de lançamento de outros produtos agregados e registros. Os indicadores referentes aos produtos de P&D e produtos tecnológicos apresentaram coeficientes igual a 13,0 e 9,0, respectivamente (Tabela 5.5.1).

Devido aos fatores relatados, a média geral para o **indicador de desenvolvimento institucional foi igual à 10,91** (Tabelas 5.5.2 e 5.5.3). Este resultado confere impacto positivo proporcionado pela tecnologia e pelas pesquisas desenvolvidas pela Embrapa, especificamente em relação à execução dos projetos sobre *E. benthamii*.

Tabela 5.5.1. Coeficientes de desempenho da tecnologia para o desenvolvimento Institucional, segundo indicadores do AMBITEC-Agro, considerando-se quatro aspectos: capacidade relacional; capacidade científica e tecnológica; capacidade organizacional; e produtos de P&D.

Indicadores	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
Capacidade Relacional				
Relações de equipe / rede de pesquisa	S	13,0	13,0	13,0
Relações com interlocutores	S	15,0	15,0	15,0
Capacidade Científica e Tecnológica				
Instalações	S	5,6	5,6	5,6
Recursos do Projeto (captação e execução)	S	9,6	9,6	9,6
Capacidade Organizacional				
Equipe / Rede de pesquisa	S	10,5	10,5	10,5
Transferência / extensão	S	11,4	11,4	11,4
Produtos de Pesquisa e Desenvolvimento				
Produtos de P&D	S	13,0	13,0	13,0
Produtos Tecnológicos	S	9,0	9,0	9,0

*Tipo 1 – Avaliador 1 / equipe de pesquisa. **Tipo 2 – Avaliador 2 / equipe de pesquisa.

Tabela 5.5.2. Índice de Impacto de Desenvolvimento Institucional.

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
10,91	10,91	10,91

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

Tabela 5.5.3. Tabela contendo a média geral para os coeficientes de desempenho, índices integrados e índice geral de impacto no desenvolvimento institucional.

Critérios de impacto - desenvolvimento Institucional	Peso do critério	Coeficientes de desempenho	Índices integrados
Relações de equipe / rede de pesquisa	0.1	13.0	Aspecto Capacidade Relacional 14.00
Relações c/ interlocutores (beneficiários, parceiros, fornecedores e financiadores)	0.1	15.0	
Instalações (métodos e meios)	0.1	5.6	
Recursos do projeto (captação e execução)	0.1	9.6	Capacidade Científica-tecnológica 7.60
Equipe / Rede de pesquisa	0.1	10.5	
Transferência / extensão	0.1	11.4	
Produtos de P&D	0.2	13.0	Capacidade Organizacional 10.95
Produtos tecnológicos	0.2	9.0	
Averiguação da ponderação		1	10.95
Índice de impacto de desenvolvimento Institucional		10.91	Produtos de P&D 11.00

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Eucalyptus benthamii*, tolerante a geadas severas, plantado com povoamentos formados com o material original da Embrapa Florestas, comprovou ser uma ótima opção para produção de biomassa florestal e para a produção sustentável da agricultura familiar e uma espécie com grande potencial para fornecimento de matéria prima para o setor de base florestal.

No âmbito social, as atividades que compõe a cadeia produtiva onde está inserida a tecnologia, promovem a geração de emprego e renda, propiciando oportunidades de empregos diretos, tanto em viveiros de produção de mudas, quanto na a colheita da madeira e, indiretos, nos trabalhos de transformação e beneficiamento da madeira. Além disso, incluem pequenos produtores no sistema de produção e, por proporcionar mais renda, auxiliam também na melhoria da qualidade de vida nas áreas rurais.

Do ponto de vista ambiental, a exploração das florestas plantadas reduz as pressões extrativistas sobre as florestas nativas ao oferecer alternativa sustentável de madeira proveniente de plantios florestais, evitando assim o desmatamento de matas nativas.

As avaliações realizadas por meio do aplicativo Ambitec-social demonstraram que os indicadores que mais se destacaram, foram; **valor da propriedade, geração de renda e oportunidade de emprego.**

A formação de plantios florestais com *Eucalyptus benthamii* tem demonstrado grande potencial para agregação de valor à produção em pequenos estabelecimentos rurais, assim como excelente alternativa para as cooperativas agrícolas localizadas em regiões de clima frio, as quais têm 100% da sua energia, necessária para secagem de grãos, baseada na biomassa florestal, especialmente na lenha de eucalipto.

Para a exploração de uma mesma área com a nova tecnologia, em comparação com a tecnologia anterior, é necessário dispor de mais mão de obra na colheita (corte e desdobro) e na baldeação e transporte da madeira devido à produção de maior volume com essa tecnologia.

Neste último ano, a área de adoção da tecnologia manteve-se estável, portanto, não proporcionou a abertura de nenhuma nova oferta de emprego.

Os resultados das avaliações efetuadas por meio do aplicativo Ambitec-Agro indicam que, do ponto de vista ambiental, a tecnologia contribui para a conservação das florestas nativas e preservação da biodiversidade, uma vez que oferece alternativa econômica sustentável de madeira proveniente de plantios florestais, o que evita o desmatamento de florestas nativas que poderiam fornecer madeira para a mesma finalidade. Essa tecnologia contribui também para a **manutenção dos regimes hídricos, fertilidade do solo e qualidade do ar, da água** e, ainda, atua como forma de estoque de CO².

Quanto à **geração de renda**, devido à garantia de maior produtividade do *Eucalyptus benthamii*, a tecnologia proporciona maior segurança de rendimentos financeiros nos estabelecimentos rurais.

Atualmente, os produtores estão utilizando o *Eucalyptus benthamii* em plantios puros ou em sistemas consorciados com lavoura e pecuária. Em sistemas mistos, ao realizar o manejo de um dos componentes do sistema, os demais também são afetados. Ou seja, os componentes florestal e agropecuário estão relacionados, pois devido à realização de práticas de manejo como, poda, por exemplo, a luminosidade do sistema é modificada e, em consequência, é alterada a disponibilidade e qualidade de forragem produzida. Ocorre, também, diminuição de concentração de geadas nas proximidades da linha das árvores, maior retenção de umidade, menos vento e ocorrência benéfica de sombra para os animais, proporcionando maior conforto térmico devido à sombra em dias quentes e à proteção do vento em dias frios.

Estas interações entre os componentes do sistema proporcionaram um ganho em termos de gestão, que se reflete na organização de toda propriedade. Quanto à demanda por madeira para secagem de grãos no Sul do Brasil, pode-se afirmar que é alta, pois todas as cooperativas agrícolas, responsáveis por 80% da produção de grãos da região, utilizam a lenha como energia.

Atualmente, a oferta desta matéria-prima é deficiente. Embora a maioria das cooperativas possua algum tipo de fomento florestal, muitas têm enfrentado problemas passíveis de soluções tecnológicas, mais ou menos simples, mas que, no entanto, as impede de alcançar uma produção condizente com as próprias demandas. A tecnologia aqui avaliada proporciona uma forma de superar esses problemas para empresas e cooperativas agrícolas.

Ainda existe perspectivas para futura ampliação da adoção dessa tecnologia, uma vez que não existem outros materiais disponíveis que sejam tão resistentes a geadas quanto é o *Eucalyptus benthamii*. Exceto por questões de oscilação do mercado da madeira, em geral espera-se que esta tecnologia seja ainda mais utilizada pelos produtores e empresas do setor. Para maior inserção no mercado, futuramente torna-se fundamental trabalhos de pesquisa complementares em relação a essa tecnologia e qualidade da madeira, para verificação do seu potencial uso, considerando multiprodutos do *Eucalyptus benthamii* e sua utilização em diferentes segmentos do setor florestal.

7. FONTE DE DADOS

Tabela 7.1: Número de consultas realizadas por município

Municípios	Estado	Produtor Familiar		Produtor Patronal		Total
		Pequeno	Médio	Grande	Comercial	
Guarapuava	PR	1	1	0	1	3
General Carneiro	PR	0	0	0	1	1
Total		1	1	0	2	4

Nota: Pode-se acrescentar linhas à Tabela 7.1, caso haja necessidade.

A coleta dos dados foi obtida por meio de entrevistas com usuários da tecnologia. No total foram entrevistados 4 usuários, sendo 1 produtor de base familiar e 3 produtores patronais.

Tabela 7.2: Número de consultas realizadas para o desenvolvimento institucional

Instituição	Estado	Município	Função	Total
Embrapa Florestas	PR	Colombo	Pesquisador	2
Embrapa Florestas	PR	Colombo	Analista	2
Total				4

Nota: Pode-se acrescentar linhas à Tabela 7.2, caso haja necessidade.

Além dos usuários pesquisados, essa avaliação tem como base as informações prestadas pelos técnicos que contribuíram pela geração e pela difusão da tecnologia.

8. EQUIPE RESPONSÁVEL

Tabela 9.1: Equipe do centro responsável pela elaboração do relatório de avaliação de impactos

Membro da equipe	Função
Emiliano Santarosa – Avaliação geral, avaliação ambiental, social e institucional	Supervisor
Jairo Dolvim Dantas – Avaliação econômica	Analista
Joel Penteado Júnior - Avaliação econômica, ambiental e social	Analista

Tabela 9.2: Colaboradores do processo de elaboração do relatório de avaliação de impactos

Colaborador	Instituição
Técnicos de empresas	Empresas Florestais
Técnicos e gerentes	Viveiristas
Produtores	-

Participaram no fornecimento de informações para as avaliações dos impactos econômicos, sociais e ambientais os seguintes profissionais:

- Viveiristas;
- Técnicos de empresas;
- Produtores rurais.

9. BIBLIOGRAFIA

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA IBÁ 2017: ano base 2016. Brasília, DF: Indústria Brasileira de Árvores, 2016. 80 p.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA IBÁ 2016: ano base 2015. Brasília, DF: Indústria Brasileira de Árvores, 2016. 100 p.

GOULART, I. C. G. D. R., MARTINS, G., SANTAROSA, E., PENTEADO JÚNIOR, J. F., DERETI, R. M., IEDE, E. T. (2012). **Diagnóstico preliminar das demandas por tecnologias florestais em cooperativas agropecuárias do estado do Paraná.** (Comunicado Técnico, 353) 6p.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores – Sumário Executivo 2019. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acessado em 20/11/2019.

RODIGHERI, H. R.; SILVA, H. D. da; TUSSOLINI, E. L. **Indicadores de custos, produtividade e renda de plantios de eucaliptos para energia na região de Guarapuava, PR:** Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 179).