



RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA



Foto: Maria Clara da Cruz de Melo

Nome da tecnologia:	Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica
Ano de avaliação da tecnologia:	2019
Unidade(s):	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Maria Clara da Cruz de Melo Evie dos Santos de Souza Daniel Luis Vieira Mascia
Responsáveis pelo relatório:	Rafael Vivian Luciana Harumi Morimoto Figueiredo Sílvia Satiko Onoyama Mori

Brasília, janeiro 2020

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA

1.1. Nome/Título

Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica

1.2. Eixos de Impacto do VI Plano Diretor da Embrapa

A criação do Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia é uma estratégia de restauração ambiental das áreas de preservação permanente. Neste sentido, o ativo está alinhado aos seguintes eixos de impacto:

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

E em relação aos objetivos estratégicos do VI PDE, o Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia está aderido a:

- Objetivo estratégico 1: Desenvolver conhecimentos e tecnologias para o adequado manejo e aproveitamento sustentável dos biomas brasileiros;
- Objetivo estratégico 3: ampliar a base de conhecimentos e a geração de ativos que acelerem o desenvolvimento e a incorporação aos sistemas agroalimentares e agroindustriais de soluções avançadas baseadas em ciências e tecnologias emergentes;
- Objetivo estratégico 6: Desenvolver sistemas de produção inovadores capazes de aumentar a produtividade agropecuária, florestal e aquícola, com sustentabilidade.

1.3. Descrição Sucinta

Segundo Vendramini e Yamahaki (2018) dois fatores inserem o desmatamento como uma das preocupações centrais dos investidores e empresas envolvidas com o agronegócio brasileiro. O primeiro está relacionado às dimensões da produção agropecuária (maior rebanho bovino do mundo, o maior exportador de soja e o segundo maior produtor de grãos e com posição de destaque na exportação de outras commodities como café, etanol e produtos florestais). O segundo constitui a grande extensão da cobertura florestal do país que a segunda maior do mundo e a primeira em termos de florestas tropicais.

Por outro lado, o Brasil também tem intensificado o processo de desmatamento. O desmatamento do cerrado é preocupante e está relacionado à expansão da soja sobre a vegetação nativa na região do Matopiba, que compreende Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. O desmatamento na Amazônia, que decresceu de maneira expressiva no período de 2004 a 2012, voltou a aumentar desde então, impulsionado, entre outros motivos, pela abertura de novas pastagens (VENDRAMINI E YAMAHAKI, 2018).

Conforme enfatizam VENDRAMINI E YAMAHAKI (2018), o desmatamento é um assunto relevante quando se avaliam os riscos de investimento do agronegócio e outros empreendimentos no país. Os investidores (particularmente estrangeiros) e os bancos têm intensificado a análise minuciosa do processo de gestão de risco de desmatamento das empresas investidas (no caso dos investidores) e dos clientes (no caso dos bancos). Nesse contexto, tem crescido o mercado de *green bonds* (títulos com adicionalidades socioambientais, incluindo preocupação com desmatamento e recomposição vegetal), que passou de US\$ 807 milhões em 2007 para US\$155,5 bilhões em 2017; a incorporação de perguntas associadas a desmatamento no questionário do índice de sustentabilidade empresarial (ISE) da Bolsa de Valores brasileira e resoluções do Banco Central do Brasil que tratam de operações de crédito na Amazônia (Resolução nº 3.545/2008 e artigo 12 do Manual de Crédito Rural) e de gestão de risco socioambiental das instituições financeiras (Resolução nº 4.327/2014 e Resolução nº 4.557/2017) conforme apontam Vendramini e Yamahaki (2018).

A área de preservação permanente (APP) é uma área protegida por lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

A restauração ambiental é um processo que visa à restituição da APP o mais próximo possível da sua condição original para que sua função ecológica de proteção da água e da sua qualidade sejam preservadas assim como os serviços ecossistêmicos a ela associados, além de cumprir com as exigências previstas na legislação ambiental vigente que define áreas mínimas a serem recompostas na APP, considerando o tamanho da propriedade em módulos fiscais e as características associadas às APPs como largura do curso d'água; área da superfície do espelho d'água mensuradas em função do módulo fiscal do município (ALBUQUERQUE et al., 2010). No caso da hidrelétrica de Jirau, são 15 mil hectares de APPs, dos quais 3 mil hectares necessitam de restauração florestal. Nestes hectares, normalmente ocorrem pastos muito antigos ou áreas de pasto com espécies florestais mas que não se tornarão floresta e é preciso uma análise para fazer uma boa restauração ambiental.

A tecnologia " Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica" abrange diversas estratégias de APPs para recomposição da vegetação florestal selecionadas em função do potencial de regeneração natural.

Existem hoje 3 estratégias que são aplicadas para regeneração da vegetação florestal: a) regeneração natural sem manejo em locais com alto potencial para regeneração, que consiste em deixar os processos naturais atuarem livremente; b) a regeneração natural com manejo em locais com médio potencial de regeneração, que consiste em adotar ações de manejo que induzam os processos de regeneração natural e pode ser, com o plantio de mudas somente, ou com a semeadura direta associada ao plantio de mudas.. No caso específico da recuperação da área de preservação de permanente do lago da Usina Hidrelétrica de Jirau foi utiliza a princípio o manejo de área pelo plantio de mudas. Posteriormente após o monitoramento desse processo e da investigação das condições da paisagem e ecologia local, passou-se a implantar o manejo com semeadura direta e plantio de mudas.

Na **regeneração natural sem manejo**, o local de restauração é próximo a remanescentes de vegetação nativa; apresenta alta densidade e diversidade de espécies nativas regenerantes, incluindo rebrotas; o solo é pouco compactado e há baixa presença de espécies invasoras. O

simples isolamento dos fatores de degradação dessa área, como cercamento para evitar a entrada de animais (incluindo o homem) e suspensão do uso do fogo, permitirá o retorno da vegetação ao longo do tempo. Em até 3 anos, ocorre aumento da densidade e crescimento de rebrotas e plântulas (regenerantes). Agentes dispersores de sementes trazem remanescentes de vegetação nativa nas proximidades e a vegetação competidora tende a diminuir. Ao longo de 10 anos, a vegetação passa a ter características de formação secundária. Em formações florestais, o dossel é fechado. Essa prática é a que apresenta o menor custo (ANTONIAZZI, 2016). A regeneração natural sem manejo é a estratégia de restauração ambiental mais barata.

A **regeneração natural com manejo** baseada no plantio de mudas é uma prática que responsáveis por grandes empreendimentos têm comumente adotado em ações de recuperação de áreas degradadas. A técnica de plantar mudas é amplamente utilizada no Brasil e talvez seja a técnica mais antiga de restauração florestal conhecida (ANTONIAZZI, 2016). A prática abrange: a) o plantio de mudas ou realização da semeadura direta para promover o controle das plantas competidoras como gramíneas africanas e espécies competidoras agressivas que impedem a chegada das sementes de plantas nativas, rebrotas e nascimento de plântulas. Ao remover essas gramíneas e espécies, os regenerantes aumentam em densidade e aceleram o crescimento; b) o adensamento de mudas de espécies nativas no local onde ocorreu falha da regeneração natural, que acelera a ocupação e a cobertura da área; c) o enriquecimento de espécies de diversidade nas falhas da regeneração ou com a abertura de faixas para a entrada de luz faz com que a vegetação inicial seja mais heterogênea; d) a nucleação, ou seja, o estabelecimento de núcleos que facilitam a ocupação por vegetação nativa por meio da transposição de solo/serrapilheira e enleiramento de galharia, implantação de poleiros artificiais ou por plantio de mudas e/ou sementes de espécies adequadas em ilhas ou núcleos. Esses núcleos proporcionam as condições para atrair novas sementes levadas por animais que visitam o local.

As estratégias de controle de plantas competidoras, adensamento, enriquecimento e nucleação são formas de acelerar a regeneração natural do local ao longo do tempo. Em até 3 anos, os regenerantes aumentam em densidade e aceleram o crescimento, suas copas ocupam a maior parte da área.

A terceira estratégia é a que está relacionada com a tecnologia da Embrapa e diz respeito ao **manejo da área pela semeadura direta ou plantio de mudas**. Essa estratégia é importante para ser aplicada em áreas com baixo potencial de regeneração natural, com ausência de vegetação nativa próxima, sem regenerantes e muita cobertura de invasoras superdominantes. Nesse sistema de manejo as sementes são plantadas em grande quantidade para permitir a cobertura do solo, em linhas com o espaçamento para permitir o manejo das entrelinhas. A operação a lanço, manual ou mecanizada possibilita que toda a área seja alcançada no plantio, podendo ser semeadas apenas espécies de recobrimento e/ou diversidade. A vegetação formada primeiramente será de muitos troncos finos e algumas espécies de crescimento lento (diversidade) bem pequenas dos estratos herbáceo e arbustivo. Logo após essa fase o segundo tipo de vegetação obtida tem características de vegetação secundária e não necessita de manejo para seguir o rumo de vegetação madura. Nessa fase podem surgir regenerantes da chuva de sementes do próprio plantio e de áreas próximas.

Deve-se considerar que para a introdução de mudas, o plantio deve ser feito com espaçamentos diversos em função do relevo, do tipo de vegetação a ser restaurada e da velocidade desejada para recobrir o solo. No sistema de manejo baseado no plantio de mudas normalmente são usados espaçamentos de 2 m x 2 m e 3 m x 2 m, contemplando espécies de recobrimento (se no

local há alguma regeneração natural) até alternância de linhas de espécies de recobrimento com linhas de diversidade.

Já no caso da tecnologia **Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica** implantada em Rondônia, No caso do sul da Amazônia, essa estratégia teve preparação do solo por meio da gradagem do solo, que foi suficiente para controlar as gramíneas exóticas e melhorar a emergência de plântulas de espécies locais, sendo um método de baixo custo de controle de invasoras. Assim, o espaçamento usado no plantio de mudas foi de 5 x 5 m, o que reduziu o número de plantas por hectare. As diferenças básicas entre as duas práticas agropecuárias são apresentadas na Tabela 1:

Prática	Regeneração com manejo por plantio de mudas	Regeneração com manejo por sementeira direta
Plantio de mudas	Sim	Sim
Sementeira direta	Não	Sim
Espaçamento (m)	3X2	5X5

Tabela 1: Diferença básica entre a regeneração com manejo por plantio de mudas e a regeneração com manejo por sementeira direta

Fonte: Rezende e Vieira, 2019

No plantio tradicional, seriam gastas 1667 mudas por hectare para cobrir 270 hectares a serem recuperados e com essa estratégia de manejo de solo e controle de invasoras, o número de plantas reduziu para 400 mudas por hectare. Assim, serão necessárias 108.000 mudas para recuperar 270 hectares. Para recuperar a área total de 3000 hectares, serão necessárias 1.200.000 mudas ao invés de 5.001.000 mudas. Essa preparação do solo foi recomendada para locais com fraca regeneração natural (Figura 01).



Figura 01: Restauração com plantação de mudas em espaçamento 2 m X 2 m (A) implantado em 2013 e restauração com plantio de mudas em espaçamento 5 m X 5 m mais sementeira direta (B) implantada em 2016 na região de Porto Velho – RO

Foto: Maria Clara da Cruz de Melo

Todas essas estratégias exigem um monitoramento feito por equipe que tenha alguma experiência em identificar e avaliar os parâmetros de sucesso no processo de recomposição nativa considerando parâmetros simples como densidade (número de indivíduos/área) e riqueza (número de espécies) de plantas de cobertura do solo por diferentes formas de vida (vegetação

competidora, solo exposto, árvores, arbustos, herbáceas nativa). O sistema de manejo exige avaliações de campo e remotas mas é um excelente sistema para recuperação de áreas com baixo potencial de regeneração natural, com ausência de vegetação nativa próxima, sem regenerantes e muita cobertura de invasoras superdominantes.

1.4. Ano de Início da Geração da Tecnologia: 2011

1.5. Ano de Lançamento: 2012

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

1.7. Ano de Início da Adoção: 2016

1.8. Abrangência da adoção:

Selecione os Estados onde a tecnologia selecionada está sendo adotada:

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

A tecnologia Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia está sendo adotada em Rondônia, mas é indicada para todos os estados da região Norte, onde ocorram pastos antigos e áreas com fraca regeneração natural.

A implantação da tecnologia foi realizada em áreas de recuperação permanente ocupadas predominantemente por braquiária da Usina Hidrelétrica de Jirau no Estado de Rondônia que está sob gestão da Energia Sustentável do Brasil (ESBR). A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, através de uma prestação de serviços da tecnologia em questão, indicou as formas de plantio e manejo bem como monitorou o processo de restauração ecológica.

O sistema é adaptável para o tipo de ambiente pois de acordo com a variação dos ambientes e das espécies regionais é feita a indicação das espécies de plantio para o manejo eficiente. A execução dos plantios de acordo com as orientações da Embrapa foi realizada por técnicos e cooperados da Cooperativa de Produtores Rurais do Observatório Ambiental de Jirau (CooproJirau) os quais foram contratados pela ESBR e que se beneficiaram por serem capacitados na utilização da prática agropecuária. Dessa forma, se beneficiaram da tecnologia tanto a empresa JIRAU, que cumpriu com os requisitos legais de preservação da APP de maneira eficiente e com gasto reduzido uma vez que utilizou de menos espécies vegetais para o plantio, quanto a população local que teve um ganho ambiental.

1.9. Beneficiários

Usinas hidrelétricas ou demais empresas responsáveis por grandes empreendimentos na Amazônia, cooperativas, empresas de consultoria ambiental, instituições de pesquisa e órgãos que implementam ações recuperação ambiental na região.

2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA

O Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia abrange os seguintes atores (Figura 2):

- Fornecedores: pessoas/empresas que produzem mudas e sementes para as plantas que farão a regeneração da área e empresas de equipamento (pex: grade aradora) e insumos/implementos (pex: herbicidas);
- Implantação: nessa fase estão envolvidos pesquisadores (pex: pessoal da Embrapa que pesquisou e desenvolveu a tecnologia, realizou avaliações em campo para indicar espécies e estratégias a serem usadas na restauração das áreas e capacitou a equipe técnica da Cooperativa local e da hidrelétrica); Cooperativa local que foi contratada pela hidrelétrica para produzir as mudas, realizar os plantios e estratégias definidas de restauração ambiental e monitorar as áreas; e os cooperados que coletaram sementes e produziram as mudas que foram adquiridas pela Hidrelétrica para realizar os plantios
- Consumidor final: Hidrelétrica de Jirau que é beneficiada diretamente pelo uso da tecnologia para restaurar as áreas de preservação ambiental e a sociedade de modo geral, que também é beneficiada pela presença das áreas de preservação ambiental na hidrelétrica, manutenção da água em quantidade e qualidade e pela eletricidade gerada pela água na hidrelétrica. Os ecossistemas locais também são beneficiados pela restauração ambiental das áreas de preservação permanente da hidrelétrica.



Figura 02: Atores e processos envolvidos na APP

Fonte: Elaborado pelos autores

O principal impacto resultante da implantação da tecnologia **Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica** é de caráter econômico. A substituição do método de restauração vegetal baseado no plantio de mudas pelo método da Embrapa, tem representado até o momento uma redução de custo de aproximadamente R\$ 17.118,08 por hectare. O benefício econômico gerado pela adoção da tecnologia foi de R\$ 2.310.940,80 de 2012 a 2019, tendo sido recuperados 270 hectares de APPs.

A tecnologia de Manejo da Embrapa impacta economicamente no sistema de manejo, uma vez que reduz custos de plantio de mudas e gastos com herbicidas mesmo adicionando a operação de gradagem do solo com pasto antigo. A redução do número de mudas é quase 4 vezes. Essa tecnologia permite que sejam reduzidos custos com controle de plantas invasoras e que a regeneração natural seja alcançada.

Os impactos econômicos na cadeia produtiva de produção de mudas e plantios de recuperação ambiental decorre do uso de um menor número de plantas por hectare, uso de um espaçamento maior, 5 x 5 metros, uso da gradagem para redução de espécies invasoras e estabelecimento de condições para que a regeneração natural aconteça sem barreiras. Com essa tecnologia, há garantia também de que a regeneração natural seja estabelecida em função do número e qualidade de espécies plantadas.

O Estado de Rondônia, onde a tecnologia foi aplicada, possui um histórico de ocupação das margens da rodovia BR 364 caracterizada pela substituição de florestas por pastagens e agricultura a partir da década de 1960 (REZENDE, 2016). Até 2008, as pastagens correspondiam a 27% da cobertura vegetal do Estado e desse conjunto de vegetação 2% se encontram em fase de

regeneração (REZENDE, 2016). Em síntese, aproximadamente 14% das pastagens da Amazônia Legal estão localizadas em Rondônia.

Em 2013, foi concluída a Usina Hidrelétrica de Jirau para o aproveitamento do potencial hidrelétrico da bacia hidrográfica do Rio Madeira. Com o alagamento gerado pela construção do reservatório as áreas de preservação permanente – APP's foram inundadas e outras áreas, principalmente aquelas ocupadas por pastagens se tornaram APP's. Neste sentido, a área total da APP da usina tinha 14 mil hectares dos quais 11 mil já eram cobertos por florestas e 3 mil constituíam pastagens e deviam ser destinados a restauração ecológica (REZENDE, 2016).

Neste sentido, deve-se considerar que outro impacto resultante da implantação da tecnologia está relacionado ao de qualidade ambiental, principalmente com relação à conservação da biodiversidade e à recuperação ambiental na medida em que o trabalho de restauração com a utilização de sementeira direta associado à plantação de mudas possibilitou a recuperação da vegetação nativa, dos solos e ecossistemas degradados bem como de áreas de preservação permanente (Figura 03).



Figura 03: Área de implantação da tecnologia Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica com 04 meses de idade (A) e com um ano de idade (B)

Fonte: Menezes (2016)

Outro impacto relevante resultante da implantação da tecnologia de Manejo da Embrapa para o contexto de recuperação de áreas degradadas na Amazônia está relacionado à questão de gestão e administração. A aplicação seletiva de herbicidas para controle de braquiárias implica no aperfeiçoamento da gestão do uso de insumos químicos. Como a prática implica inicialmente a retirada de gramíneas, o uso de defensivos agrícolas fica bem reduzido. Também o trabalho de monitoramento e seleção das melhores espécies para recuperação de áreas de APP implicou capacitação dos beneficiários técnicos da ESBR, da CooproJirau bem como os cooperados contratados para executar as atividades de implantação da tecnologia. Eles passaram a ter conhecimento da tecnologia de manejo e também conhecimento sobre as sementes que são mais eficazes em ações de recuperação de áreas degradadas. Deve-se destacar que a experiência adquirida pela CooproJirau faz com que ela tenha reconhecimento por gestores de outras usinas hidrelétricas em Rondônia que possuem passivos ambientais como as UHE's de Santo Antônio, as pequenas centrais hidrelétricas-PCH's de Petrópolis e a UHE de Samuel principalmente pela sua participação em uma experiência bem sucedida de recomposição de APP's.

No caso das grandes hidrelétricas essa prática de restauração possui elevado potencial de impacto para a regularização ambiental do funcionamento desses empreendimentos. Conforme Calixto Junior (2018) a matriz elétrica brasileira é majoritariamente apoiada na hidroeletricidade e o potencial remanescente de geração de energia no Brasil está concentrado na região amazônica. Mas como destaca o próprio autor, esse aproveitamento só será viável mediante a utilização de instrumentos de gestão ambiental voltados para minimizar os impactos sobre o uso do solo na região (CALIXTO JÚNIOR, 2018).

A tecnologia também se apresenta relevante na medida em que, com a edição do Novo Código Florestal, somente 20% da área dos estabelecimentos na região pode ser utilizada para a produção agropecuária, o que implica na necessidade de aumento da produtividade agrícola e o fechamento da fronteira agrícola (HOMMA, 2016). Segundo o mesmo autor, as políticas de governança com relação a desmatamentos e queimadas promovem o aumento da vegetação secundária e o crescimento das áreas de pasto limpo e agricultura anual com incorporação de áreas de pastagens degradadas. Isso significa que é necessário reduzir o custo de recuperação das áreas degradadas (HOMMA, 2016). Considerando que as pastagens na Amazônia duram cerca de 10 a 12 anos o ideal é que 10% dessas áreas fossem recuperadas para impedir o desmatamento de áreas de mata, bem como promover a regeneração da vegetação secundária para cobrir o passivo ambiental das Áreas de Reserva Legal e as Áreas de Preservação Permanente.

3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA TECNOLOGIA

3.1. Avaliação dos Impactos Econômicos

A metodologia de avaliação do impacto econômico fundamentou-se no método do excedente econômico que pode ser medido por meio de incrementos de renda nos vários segmentos da cadeia, decorrentes de aumentos de produtividade, redução de custos, expansão de áreas e agregação de valor (ÁVILA; RODRIGUES; VEDOVOTO; 2008).

Os impactos considerados pela utilização da tecnologia foram sobre a redução de custos. Para análise de redução de custos, foram calculados os custos de produção para o sistema de recuperação de APP tradicional e para a tecnologia Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia.

A participação da Embrapa na geração da tecnologia Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia foi 50% uma vez que a equipe da Embrapa desenvolveu uma tecnologia de manejo de solo e de plantas invasoras específica para a condição existente nas áreas de preservação permanente da Hidrelétrica do Jirau em Porto Velho, que eram áreas antigas de pastagem com baixa regeneração natural, com base em técnicas e conhecimento de regeneração florestal. Nesse sentido, considera-se que a participação da ESBR por providenciar equipamentos e recursos bem como da CooproJirau em executar as ações operacionais do projeto foram decisivas para o impacto gerado pela tecnologia.

Se aplica: sim (X)

não ()

3.1.1. Tipo de Impacto: Incremento de Produtividade

Se aplica: sim () não (X)

3.1.2. Tipo de Impacto: Redução de Custos

Se aplica: sim (X) não ()

Tabela B - Benefícios Econômicos por de Redução de Custos (2012-2019)

Ano	Custos Anterior R\$/hectare	Custo Atual R\$/hectare	Economia Obtida R\$/hectare	Participação da Embrapa %	Ganho Líquido Embrapa R\$/hectare	Área de Adoção	Benefício Econômico
	(A)	(B)	C=(A-B)	(D)	E=(CxD)	(F)	G1=(ExF)
2012	25.732,80	8.614,72	17.118,08	50%	5.135,42	10	85.590,40
2013	25.732,80	8.614,72	17.118,08	50%	5.135,42	14	119.826,56
2014	25.732,80	8.614,72	17.118,08	50%	5.135,42	20	171.180,80
2015	25.732,80	8.614,72	17.118,08	50%	5.135,42	24	205.416,96
2016	25.732,80	8.614,72	17.118,08	50%	5.135,42	26	222.535,04
2017	25.732,80	8.614,72	17.118,08	50%	5.135,42	30	256.771,20
2018	25.732,80	8.614,72	17.118,08	50%	5.135,42	60	513.542,40
2019	25.732,80	8.614,72	17.118,08	50%	5.135,42	86	736.077,44

Os custos anterior e atual foram calculados para o sistema de recuperação de APP tradicional e para a tecnologia Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia. As operações de cada sistema foram descritas e quantificadas, estimando-se o custo operacional em cada situação conforme as tabelas B1 e B2, a seguir:

Tabela B1- Custo operacional da tecnologia de manejo de solo e de plantas invasoras.

COM TECNOLOGIA EMBRAPA: 400 mudas/hectare	Unid	Qtd.	Valor Unit R\$	Total R\$	%
A Operações mecanizadas				2.200,00	25,54
Abertura de linhas de plantio	hm	20,00	35,00	700,00	8,13
Gradagem	hm	20,00	40,00	800,00	9,29
Roçagem	hm	20,00	35,00	700,00	8,13
B Operações manuais				1.247,68	14,48
Abertura de covas com enxada	hh	50,00	5,57	278,50	3,23
Rastelagem da palhada nas linhas	hh	50,00	5,57	278,50	3,23
Cercamento de APP	hh	24,00	5,57	133,68	1,55
Plantio de mudas	hh	50,00	5,57	278,50	3,23
Plantio de sementes	hh	50,00	5,57	278,50	3,23
Aplicação do glifosato	hh	50,00	5,57	278,50	3,23
C Insumos				5.167,04	59,98
isca para formiga cortadeira	R\$/KG	6,00	118,00	708,00	8,22
herbicida glifosato	R\$/KG	8,00	54,88	439,04	5,10
cerca	R/rl	2,00	92,00	184,00	2,14
mudas	R\$/unid	400,00	6,00	2.400,00	27,86
sementes	R\$/KG	40,00	5,90	236,00	2,74
Esterco	R\$/l	400,00	3,00	1.200,00	13,93
Custo operacional efetivo R\$.ha-1				8.614,72	100,00

De acordo com os cálculos efetuados, o custo operacional da tecnologia Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia foi de R\$ 8.614,72 por hectare.

Tabela B2- Custo operacional da tecnologia anterior.

PLANTIO TRADICIONAL: 1667 mudas/hectare	Unid	Qtd.	Valor Unit R\$	Total R\$	%
A Operações mecanizadas				1.400,00	5,44
Abertura de linhas de plantio	hm	20,00	35,00	700,00	2,72
Gradagem	hm	0,00	40,00	0,00	0,00
Roçagem	hm	20,00	35,00	700,00	2,72
B Operações manuais				4.589,68	17,84
Abertura de covas com enxada	hh	200,00	5,57	1.114,00	4,33
Rastelagem da palhada nas linhas	hh	200,00	5,57	1.114,00	4,33
Cercamento de APP	hh	24,00	5,57	133,68	0,52
Plantio de mudas	hh	200,00	5,57	1.114,00	4,33
Plantio de sementes	hh	200,00	5,57	1.114,00	4,33
Aplicação do glifosato	hh	200,00	5,57	1.114,00	4,33
C Insumos				19.743,12	76,72
isca para formiga cortadeira	R\$/KG	18,00	118,00	2.124,00	8,25
herbicida glifosato	R\$/l	24,00	54,88	1.317,12	5,12
cerca	R/rl	6,00	92,00	552,00	2,15
mudas	R\$/unid	1.667,00	6,00	10.002,00	38,87
sementes	R\$/t	120,00	5,90	708,00	2,75
Esterco	R\$/t	1.680,00	3,00	5.040,00	19,59
Custo operacional efetivo R\$.ha-1				25.732,80	100,00

O custo operacional da tecnologia tradicional foi de R\$ 25.732,80 por hectare. A diferença entre os custos da tecnologia anterior e atual foi de R\$ 17.118,08. O ganho líquido utilizando a tecnologia da Embrapa foi de R\$ 8.559,04 por hectare. Os benefícios econômicos da tecnologia foram estimados em R\$ 2.310.940,80 considerando os plantios sucessivos anuais nas APPs como área de adoção da tecnologia que somaram 270 hectares recuperados. Só em 2019, o benefício econômico foi de R\$ 736.077,44.

3.1.3. Tipo de Impacto: Expansão da Produção em Novas Áreas

Se aplica: sim () não (X)

3.1.4. Tipo de Impacto: Agregação de Valor

Se aplica: sim () não (X)

3.1.5. Análise dos impactos econômicos

Anteriormente, o sistema tradicional era o plantio de mudas no espaçamento 2 x 3 metros na área a ser recuperada e, para recuperar 1 hectare, seriam necessários um total de R\$ 25.732,80, dos quais 76,72% seriam com insumos agrícolas, 17,84% com operações manuais e 5,44% com operações mecanizadas.

Com a tecnologia atual, para recuperar 1 hectare são necessários um total de R\$ 8.614,72, dos quais 59,98% são com insumos agrícolas, 14,48% com operações manuais e 25,54% com

operações mecanizadas, em especial gradagem, abertura de linhas de plantio e roçagem. Assim para recuperar 270 hectares, seriam gastos R\$ 6.947.856,00 usando a tecnologia anterior e R\$ 2.325.974,40 usando a tecnologia atual.

Essa tecnologia de manejo diferenciado para as condições das áreas de preservação ambiental existentes na Hidrelétrica de Jirau focou também na redução no uso de insumos e uso da gradagem do solo para controlar gramíneas exóticas e uso de um menor número de mudas para estimular a regeneração natural nas áreas a serem recuperadas. É uma tecnologia de baixo custo para transformar pastagens em locais resilientes, pelo menos durante a fase de restauração. A operação de gradagem do solo proporcionou o revolvimento do solo de tal forma suficiente que reduziu a competição de espécies invasoras com as mudas florestais plantadas bem como o uso de herbicidas.

Dessa forma, o número de mudas necessárias para promover a restauração ambiental das APPs foi também menor, sendo suficiente o espaçamento 5 x 5 m para os plantios, ou seja, 400 mudas por hectare. Devido ao seu sucesso, esse manejo do solo pode ser recomendado para locais de fraca regeneração natural no sul da floresta Amazônica. A cobertura de grama, sempre que necessário, pode ser controlada com aplicação de herbicida nas touceiras permitindo que a regeneração natural possa prosseguir.

Também foi elaborada uma lista de espécies florestais específicas para as áreas de preservação a serem restauradas, hábeis para se desenvolverem localmente e capazes de garantir a sua reintrodução.

Foram restauradas até o momento 270 hectares, o que gerou benefícios econômico de R\$ 2.310.940,80. A Hidrelétrica de Jirau pretende ampliar o plantio para restaurar mais 2.730 hectares para atingir 3 mil hectares de APPs de restauração ambiental hoje, o que irá gerar um benefício econômico de R\$ 23.366.179,20.

3.2. Custos da Tecnologia

3.2.1. Estimativa dos Custos

Tabela 3.2.1.1. – Estimativa dos custos de desenvolvimento Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia (2012/19).

ANO	Custos de Pessoal R\$	Custeios em P&D R\$	Depreciação de Capital R\$	Custos de Administração R\$	Custos de Transferência Tecnológica	Total dos custos R\$
2012	50.940,60	152.297,60	5.531,28	5.531,28	0,00	81.575,88
2013	50.940,60	125.246,33	5.661,10	5.661,10	0,00	92.309,10
2014	72.049,03	125.246,33	7.817,67	7.817,67	0,00	137.672,70
2015	114.638,53	125.246,33	95.038,44	95.038,44	0,00	230.321,97
2016	60.467,53	81.918,20	12.125,63	12.125,63	0,00	86.096,16
2017	51.907,93	81.918,20	7.155,56	7.155,56	0,00	105.785,49
2018	77.378,23	81.918,20	39.257,76	39.257,76	0,00	130.138,99
2019	51.907,93	81.918,20	58.145,88	58.145,88	0,00	123.556,81

Nota: Os custeios da pesquisa foram financiados pela Energia Sustentável do Brasil (ESBR).

Para o cálculo da estimativa de custos da prática desenvolvimento Manejo do solo e de invasoras para regeneração florestal no Sul da Amazônia, o custo de pessoal foi feito em função dos salários brutos, encargos sociais e respectiva participação de cinco empregados da Embrapa na geração da tecnologia ao longo de 2012 a 2019.

Os Custeios em P&D foram os valores estimados nos projetos para cobrir as ações dos projetos. Ressalta-se que os custeios foram financiados pela ESBR. Os custos administrativos foram calculados em função dos 9% praticados pela Fundação de Apoio que administrou os contratos de prestação de serviços para cobrir gastos com pessoal ligado a administração de pessoal, material, finanças, transporte, serviços gerais, água, energia e telefone.

Os custos de transferência de tecnologia foram incluídos no projeto de desenvolvimento do sistema, cobrindo gastos com cursos de capacitação de membros da equipe técnica da Cooperativa local e da Hidrelétrica de Jirau para uso da tecnologia e monitoramento.

A depreciação de capital foi calculada conforme metodologia de avaliação de impactos (Tabela 3.2.1.2).

Tabela 3.2.1.2- Cálculo da depreciação do capital

Ano	Depreciação de capital da Unidade R\$	Nº de empregados unid.	Valor unitário R\$	Número de empregados no projeto por ano	Valor da Depreciação de capital R\$
2012	1.737.958,42	307	5.661,10	1	5.661,10
2013	2.407.841,06	308	7.817,67	1	7.817,67
2014	7.341.719,46	309	23.759,61	4	95.038,44
2015	933.673,55	308	3.031,41	4	12.125,63
2016	2.182.446,48	305	7.155,56	1	7.155,56
2017	11.895.100,03	303	39.257,76	1	39.257,76
2018	4.477.232,76	308	14.536,47	4	58.145,88
2019	3.264.763,87	293	11.142,54	2	22.285,08

3.2.2. Análise dos Custos

Os custos de pesquisa para desenvolvimento da tecnologia aportados pela Embrapa e pelo parceiro financiador ESBR foi um total de R\$ 1.492.855,47 os quais 36 % foram gastos com pessoal, incluindo 5 empregados da Embrapa envolvidos na geração e na transferência da tecnologia; 57 % foram gastos com a execução das ações dos projetos; 6% com depreciação de capital calculada conforme metodologia de Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa (2008) e 1 % com custos de administração dos projetos. O custeio da pesquisa seguiu o que foi gasto em cada projeto de pesquisa aprovados em 2012, 2013 e 2016. O custo de administração seguiu a taxa de 9% de administração dos projetos.

Os custos da tecnologia equivalem a 64,6% dos benefícios econômicos gerados pela tecnologia para a área de 270 hectares recuperados, área de adoção da tecnologia de 2012 a 2019. Esse percentual tende a decrescer à medida que a área de adoção for ampliada.

3.3. Análises de rentabilidade

Primeiramente, calculou-se o fluxo de caixa, conforme a tabela abaixo.

Tabela 3.3.1- Fluxo de caixa

ANO	FLUXO DE BENEFÍCIOS	FLUXO DE CUSTOS	FLUXO DE BENEFÍCIOS LÍQUIDOS
2012	85.590	223.832	-138.241
2013	119.827	194.235	-74.408
2014	171.181	217.500	-46.319
2015	205.417	347.310	-141.893
2016	222.535	162.613	59.922
2017	256.771	149.083	107.688
2018	513.542	206.656	306.886
2019	736.077	200.074	536.004

Tabela 3.3.2: 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%)
20,8%	1,10	R\$ 295.000,00

Para se estimar a rentabilidade dos investimentos na tecnologia em questão foram usados a taxa interna de retorno (TIR), a relação benefício custo (B/C) e o valor presente líquido (VPL). A TIR estima as taxas de retorno das inversões em pesquisa. A TIR foi de 20,8 %, o que é uma rentabilidade elevada quando comparada a investimentos realizados em outros setores da economia. Essa TIR foi mais alta que a taxa mínima de atratividade, significando que o investimento na tecnologia é economicamente atrativo. O que é confirmado pelo VPL e pela relação B/C.

O VPL é o benefício econômico gerado pela tecnologia de acordo com as taxas praticadas no mercado financeiro. O VPL a 6% foi de R\$ 295 mil, o que representa o resultado econômico gerado pela tecnologia na data de hoje.

A relação B/C foi igual a 1,10 a taxa de desconto de 6%. Pode ser interpretada da seguinte forma, para cada 1 real investido na tecnologia, ela gera 1,10 de benefícios. Assim, a tecnologia Manejo de solo e invasoras gera benefícios econômicos, porque reduz o uso de insumos e aumenta o espaçamento de plantio, o que requer menor número de mudas de plantio. Esse resultado tende a crescer, à medida que aumentar a área de adoção.

3.4. Instituições envolvidas/parcerias

A tecnologia foi desenvolvida no âmbito de uma prestação para a ESBR. Nesse sentido, a instituição financiadora dos projetos é a ESBR e a instituição parceira na transferência da tecnologia é a Cooprojirau.

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

A avaliação dos impactos socioambientais utilizou o método Ambitec-Agro. O público entrevistado caracterizado como usuários da tecnologia (U) foi dividido em três categorias: produtores cooperados da Cooprojirau para realizarem a manutenção das áreas de preservação permanente (U1), técnicos da Cooprojirau (U2) e técnicos da ESBR (U3).

4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos

Tabela 4.1.1: Impactos ecológicos – aspecto eficiência tecnológica

Indicador	Não se aplica	Média tipo 1(*)	Média tipo 2 (**)	Média tipo 3 (***)	Media geral
Mudança no uso direto da terra		3.00	3.00	3.00	3.00
Mudança no uso indireto da terra		0.00	0.00	0.00	0.00
Consumo de água		0.00	0.00	0.00	0.00
Uso de insumos agropecuários		3.00	2.00	1.00	2.00
Consumo de energia		-1.50	-1.50	0.00	-1.00
Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia		0.90	0.60	0.90	0.80
Eficiência tecnológica		2.30	1.30	0.70	1.43

*Tipo 1 – cooperado contratado para manutenção de APP. **Tipo 2 – Técnico da cooperativa. ***Tipo 3 – Técnico da empresa

O principal impacto de eficiência tecnológica observado foi relacionado à mudança no uso direto da terra principalmente porque com a aceleração do processo de recuperação das APP's verificou-se um aumento na prevenção de incêndios pois os entrevistados consideraram que o processo de regeneração foi muito eficiente.

Outro impacto a se destacado constitui o uso de insumos agropecuários¹ matérias-primas já que estão relacionados com a redução do número de mudas utilizadas no processo tradicional de restauração. O impacto negativo referente ao consumo de energia está relacionado ao uso de combustíveis fósseis para a operação de tratores na retirada de gramíneas.

Tabela 4.1.2: Impactos ecológicos – aspecto qualidade ambiental

Indicador	Não se aplica	Média tipo 1 (*)	Média tipo 2 (**)	Média tipo 3 (**)	Média geral
Emissões à atmosfera		0.00	0.00	0.00	0.00
Qualidade do solo		5.00	7.50	7.50	6.67
Qualidade da água		0.00	0.00	0.40	0.13
Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental		2.60	2.20	3.60	2.80
Qualidade ambiental		1.90	2.45	2.90	2.42

*Tipo 1 – cooperado contratado para manutenção de APP. **Tipo 2 – Técnico da cooperativa. ***Tipo 3 – Técnico da empresa

Com relação aos impactos sobre a qualidade ambiental, destaca-se o impacto sobre a qualidade do solo principalmente sobre a redução de perda de matéria orgânica e da erosão. Os demais aspectos de redução da perda de nutrientes e de compactação também foram relevantes.

Também devem ser mencionados como importantes impactos aqueles sobre a qualidade ambiental e conservação da biodiversidade e recuperação ambiental uma vez que a tecnologia

¹ Como o indicador se refere a insumos veterinários e matéria-prima decidiu-se adaptá-lo para insumos agropecuários no sentido mais abrangente.

promove a recuperação da vegetação nativa, a recuperação de solos/ecossistemas degradados e a recuperação de áreas de preservação permanente.

4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos

Tabela 4.2.1: Impactos socioambientais – aspecto respeito ao consumidor

Indicador	Não se aplica	Média tipo 1 (*)	Média tipo 2 (**)	Média tipo 3 (***)	Média geral
Qualidade dos produtos	X	0.00	0.00	0.00	0.00
Capital social		4.50	4.50	0.75	3.25
Saúde e bem-estar animal	X	0.00	0.00	0.00	0.00
Respeito ao consumidor		1.50	1.50	0.30	1.10

*Tipo 1 – cooperado contratado para manutenção de APP. **Tipo 2 – Técnico da cooperativa. ***Tipo 3 – Técnico da empresa

Como a tecnologia avaliada constitui uma prática/processo agropecuário voltada para recuperação de áreas de preservação permanente entendeu-se que os indicadores qualidade dos produtos e saúde/bem-estar animal não se aplicam na análise.

Dessa forma, os principais impactos observados no aspecto respeito ao consumidor foi a capacitação de cooperados da Cooprojirau e técnicos da ESBR por meio de projetos de extensão comunitária e programas de transferência de conhecimentos e tecnologias agregando valor ao capital social das instituições beneficiárias.

a

Tabela 4.2.2: Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego

Indicador	Não se aplica	U11	U12	Média tipo 1 (*)	Média tipo 2 (**)	Média tipo 3 (***)	Média geral
Capacitação		3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	11.25
Qualificação e oferta de trabalho		2.00	2.00	2.00	0.38	0.00	2.38
Qualidade do emprego/ocupação		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias	X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Emprego/ocupação		1.40	1.40	1.40	1.00	0.90	3.30

*Tipo 1 – cooperado contratado para manutenção de APP. **Tipo 2 – Técnico da cooperativa. ***Tipo 3 – Técnico da empresa

Considerando que a atuação da Embrapa para desenvolvimento e aplicação da referida tecnologia estava relacionada ao estudo, monitoramento e indicação da melhor alternativa de restauração de APP's, a implantação da tecnologia em si não implica alterações no indicador relacionado à oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias.

O principal impacto do aspecto trabalho/emprego constituiu na capacitação dos beneficiários e a contratação de mão-de-obra para a manutenção das APP's. A capacitação constituiu o conhecimento adquirido sobre a tecnologia bem como de sementes e espécies que podem ser utilizadas para potencializar o processo de recuperação ambiental. O impacto no aspecto/emprego ocupação ocorreu pela qualificação de cooperados da Cooprojirau contratados para trabalharem na implantação e manutenção de APP'S.

Tabela 4.2.3: Impactos socioambientais – aspecto renda

Indicador	Não se aplica	Média tipo 1 (*)	Média tipo 2 (**)	Média tipo 3 (**)	Média geral
Geração de renda		4.00	0.00	3.00	2.33
Valor da propriedade		0.00	3.25	6.00	3.08
Renda		2.00	1.65	4.50	2.72

*Tipo 1 – cooperado contratado para manutenção de APP. **Tipo 2 – Técnico da cooperativa. ***Tipo 3 – Técnico da empresa

Com relação ao aspecto renda, os principais impactos observados constituem a geração de renda para os cooperados contratados para realizar a manutenção da APP. A redução dos custos com a manutenção da APP constitui um impacto sobre o montante da renda da empresa. Os técnicos da cooperativa e da empresa também consideram que a tecnologia é relevante para a conservação dos recursos naturais o que traz impacto para o valor da propriedade.

Tabela 4.2.4: Impactos socioambientais – aspecto saúde

Indicador	Não se aplica	Média tipo 1 (*)	Média tipo 2 (**)	Média tipo 3 (**)	Média geral
Segurança e saúde ocupacional		7.50	0.00	0.00	2.50
Segurança alimentar	X	0.00	0.00	0.00	0.00
Saúde		3.80	0.00	0.00	1.27

*Tipo 1 – cooperado contratado para manutenção de APP. **Tipo 2 – Técnico da cooperativa. ***Tipo 3 – Técnico da empresa

Com relação ao aspecto saúde, o indicador de segurança alimentar não se aplica ao caso da tecnologia avaliada pois ela constitui basicamente um processo para recuperação de APP's no entorno do lago da UHE de Jirau. O principal impacto do aspecto saúde foi sobre o indicador de segurança ocupacional em decorrência da redução da quantidade de herbicida aplicado e consequentemente da exposição a agentes químicos assim os responsáveis pela implantação de sementes e mudas ficam expostos por menos tempo a substâncias nocivas.

Tabela 4.2.5: Impactos socioambientais – aspecto gestão e administração

Indicador	Não se aplica	Média tipo 1 (*)	Média tipo 2 (**)	Média tipo 3 (**)	Média geral
Dedicação e perfil do responsável		3.00	3.00	3.00	3.00
Condição de comercialização		0.00	0.25	0.00	0.08
Disposição de resíduos	X	0.00	0.00	0.00	0.00
Gestão de insumos químicos		5.00	0.00	0.00	1.67
Relacionamento institucional		3.75	3.75	1.25	2.92
Gestão e administração		2.18	1.85	1.00	1.68

*Tipo 1 – cooperado contratado para manutenção de APP. **Tipo 2 – Técnico da cooperativa. ***Tipo 3 – Técnico da empresa

As questões relacionadas à disposição de resíduos não estão associadas à tecnologia de manejo de solo para recuperação de APP's principalmente porque as áreas degradadas a serem restauradas constituem pastagens. Neste sentido o indicador disposição de resíduos não foi considerado na avaliação. O principal impacto sobre a gestão e administração constitui a dedicação e o perfil dos responsáveis pois estes se capacitaram em um processo agropecuário de recuperação de APP's específico para a Amazônia. Essa capacitação foi realizada mediante o uso de uma assistência técnica especializada baseada no estudo da ecologia local na medida em que o pesquisador da Embrapa orientava as ações a serem tomadas no processo de restauração., na análise de

elementos da paisagem e dos recursos genéticos vegetais. Essa assistência técnica confere um outro impacto ao indicador de relacionamento institucional nas questões relativas à gestão e administração.

4.4. Índice de Impacto Socioambiental

Tabela 4.4.1: Análise dos Resultados

Indicador	Média tipo 1 (*)	Média tipo 2 (**)	Média tipo 3 (**)	Média geral
Eficiência tecnológica	2.30	0.85	0.70	1.28
Qualidade ambiental	1.90	2.45	2.90	2.42
Respeito ao consumidor	1.50	1.50	0.30	1.10
Emprego/ocupação	1.40	1.00	0.90	1.10
Renda	2.00	1.65	4.50	2.72
Saúde	3.80	0.00	0.00	1.27
Gestão e administração	2.18	1.85	1.00	1.68
Impacto	2.18	1.38	1.37	1.64

*Tipo 1 – cooperado contratado para manutenção de APP. **Tipo 2 – Técnico da cooperativa. ***Tipo 3 – Técnico da empresa

O processo agropecuário **Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica** foi responsável pela redução de custo na manutenção do processo de restauração de áreas de preservação permanente do lago da UHE de Jirau. Os resultados da conservação dos recursos naturais extrapolam a escala local e se estendem ao entorno da área de influência da Usina. Também deve-se considerar que a aplicação da tecnologia contribui para que o empreendimento da UHE de Jirau esteja em conformidade com a legislação, minimizando os impactos ambientais de sua implantação.

A redução do passivo ambiental na área de influência da UHE se expressam no impacto sobre a qualidade ambiental local uma vez que houve redução nos aspectos de erosão do solo, da perda de matéria orgânica e de nutrientes. Essas consequências são resultantes de um processo de capacitação dos beneficiários envolvidos baseada no repasse de conhecimento sobre técnicas de restauração ambiental adaptadas às condições específicas do ecossistema que permitiram aumentar a eficiência no uso de insumos agrícolas.

4.4. Impactos sobre o Emprego

Antes da implantação da tecnologia de **Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica** já se encontrava estabelecida uma relação entre a Energia Sustentável do Brasil e a Cooperativa de Produtores Rurais do Observatório Ambiental de Jirau (CooproJirau) a qual essa contratava cooperados para realizarem a plantação de mudas na APP do lago da UHE de Jirau. Neste caso, a tecnologia não gerou impacto significativo sobre a geração ou a redução de número de postos de trabalhos implicou uma qualificação dos cooperados contratados para atuarem no processo de recuperação das APP's.

5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

A prática agropecuária **Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica** foi desenvolvida no âmbito da prestação de serviço tecnológico da Embrapa à Energia Sustentável do Brasil.

Para avaliar o impacto da tecnologia no desenvolvimento institucional foi feita uma entrevista com o pesquisador responsável pela tecnologia. A metodologia utilizada foi a Ambitec-Agro.

5.1. Capacidade relacional

Tabela 5.1.1: Impactos na capacidade relacional – aspecto relações de equipe/rede de pesquisa

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Geral
1. Diversidade de especialidades	Sim	0.1	0.1
2. Interdisciplinaridade (coautorias)	Sim	0.4	0.4
3. <i>Know-who</i>	Sim	0.5	0.5
4. Grupos de estudo	Sim	0.0	0.0
5. Eventos científicos	Sim	0.0	0.0
6. Adoção metodológica	Sim	3.0	3.0

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia)

O pesquisador desenvolveu a tecnologia em conjunto com um aluno de mestrado em Ecologia da Universidade de Brasília. Neste sentido, o trabalho teve um impacto significativo na questão de adoção metodológica por parte dos envolvidos pois gerou multiplicadores no meio científico. Considerando que os envolvidos possuem formações semelhantes, o projeto contou com reduzidos impactos relativos impactos na área de diversidade de especialidades, interdisciplinaridade, know-who. O trabalho também não implicou a organização de eventos científicos e nem a formalização de grupos de estudo o que configura não haver impactos nesses critérios.

Tabela 5.1.2: Impactos na capacidade relacional – aspecto relações com interlocutores

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Geral
7. Diversidade	Sim	0.5	0.5
8. Interatividade	Sim	1.2	1.2
9. <i>Know-who</i>	Sim	0.6	0.6
10. Fontes de recursos	Sim	1.2	1.2
11. Redes comunitárias	Sim	1.2	1.2
12. Inserção no mercado	Sim	1.2	1.2

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia).

Como o desenvolvimento da tecnologia foi realizado no âmbito de uma prestação de serviços tecnológicos, existe impacto na inserção no mercado e na fonte de recursos. A empresa contratante tinha uma rede estabelecida com a comunidade local. Portanto é presente o impacto nos indicadores de interatividade e de redes comunitárias, facilitando a transferência do conhecimento resultante da tecnologia desenvolvida. Segundo o pesquisador entrevistado existe a perspectiva dos envolvidos elaborarem um artigo científico tratando da experiência conjunta.

5.2. Capacidade científica e tecnológica

Tabela 5.2.1: Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto instalações

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Geral
13. Infraestrutura institucional	Sim	0.0	0.0
14. Infraestrutura operacional	Sim	0.4	0.4
15. Instrumental operacional	Sim	0.4	0.4
16. Instrumental bibliográfico	Sim	0.2	0.2
17. Informatização	Sim	0.2	0.2
18. Compartilhamento da infraestrutura	Sim	0.2	0.2

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia).

O desenvolvimento da tecnologia contou com a infraestrutura operacional e o instrumental operacional na área de pesquisa e implantação do processo agropecuário providenciada pela contratante. Neste sentido, esses são os impactos que destacam no aspecto instalações.

Tabela 5.2.2: Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto recursos do projeto

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Geral
19. Infraestrutura (ampliação)	Sim	0.0	0.0
20. Instrumental (ampliação)	Sim	1.2	1.2
21. Instrumental bibliográfico (aquisição)	Sim	0.0	0.0
22. Contratações	Sim	0.6	0.6
23. Custeios	Sim	3.0	3.0

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia).

Os recursos do projeto foram providenciados via contratação de serviço tecnológico. Assim os principais impactos nesse aspecto constituem a ampliação de instrumental de equipamentos para pesquisa e de custeios em diárias e passagens.

5.3. Capacidade organizacional

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Geral
24. Custos e treinamentos	Sim	0.0	0.0
25. Experimentos, avaliações, ensaios	Sim	1.2	1.2
26. Bancos de dados, plataformas de informação	Sim	0.0	0.0
27. Participação em eventos	Sim	1.0	1.0
28. Organização de eventos	Sim	0.0	0.0
29. Adoção de sistemas de gestão	Sim	0.0	0.0

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia).

O principal impacto do aspecto equipe/rede de pesquisa constitui a realização de experimentos, avaliações e ensaios. A fase experimental foi decisiva para o aperfeiçoamento da tecnologia no sentido de que ela alcançasse os resultados esperados. A participação em eventos também foi relevante para o pesquisador poder discutir detalhes técnicos e compartilhar os resultados obtidos com seus pares no ramo do conhecimento.

Tabela 5.3.2. - Impactos na capacidade organizacional – aspecto transferência/extensão

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Geral
30. Cursos e treinamentos	Sim	0.4	0.4
31. Número de participantes	Sim	0.4	0.4
32. Unidades demonstrativas	Sim	1.2	1.2
33. Exposições na mídia/artigos de divulgação	Sim	0.0	0.0
34. Projetos de extensão	Sim	0.2	0.2
35. Disciplinas de graduação e pós-graduação	Sim	0.0	0.0

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia).

As áreas de implantação da tecnologia estão referenciadas e identificadas com placas indicativas ao longo das APP's do lago da UHE de Jirau. Neste sentido, no aspecto de transferência e extensão se destacam os critérios de realização de cursos e treinamentos para técnicos da empresa e da cooperativa e o número de participantes. Como não foram realizadas matérias na mídia e a tecnologia não foi repassada em disciplinas de graduação e pós-graduação não foram registrados impactos nesses critérios.

5.4. Produtos de P&D

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Geral
36. Apresentação em congressos	Sim	1.0	1.0
37. Artigos indexados	Sim	1.0	1.0
38. Índices de impacto (WoS)	Sim	1.0	1.0
39. Teses e dissertações	Sim	1.0	1.0
40. Livros/capítulos, boletins, etc.	Sim	0.0	0.0

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia)

Os resultados do desenvolvimento da tecnologia geraram uma apresentação em congresso, um artigo indexado com três citações na *Web of Science* e uma dissertação de mestrado. Esses constituem os principais impactos relacionados a produtos de P&D.

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Geral
41. Patentes/registros	Sim	0.0	0.0
42. Variedades/linhagens	Sim	0.0	0.0
43. Práticas metodológicas	Sim	1.2	1.2
44. Produtos tecnológicos	Sim	0.0	0.0
45. Marcos regulatório	Sim	0.0	0.0

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia)

O desenvolvimento da tecnologia resultou no estabelecimento de um processo/prática agropecuária a ser aplicado na restauração florestal em áreas de pastagens na Amazônia. Neste sentido, o principal impacto no aspecto produtos tecnológicos constitui está relacionado ao desenvolvimento de práticas metodológicas.

5.5. Índice de Impacto no desenvolvimento institucional

Tabela 5.2.1: Análise dos resultados

Média Tipo 1	Média Geral
3.09	3.09

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia).

O principal impacto de desempenho institucional gerado pela tecnologia Manejo do solo e de plantas invasoras para estimular a regeneração natural da floresta amazônica constitui o aspecto capacidade relacional que foi caracterizado pelas intensas relações com interlocutores (beneficiários, parceiros e financiadores da tecnologia). Para tanto, contribuiu a disponibilidade de recursos do projeto, tanto os que foram captados, quanto os que foram utilizados para executar as ações de pesquisa, experimentos e execução das ações que trouxeram os resultados mais satisfatórios.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste sentido, tecnologias voltadas para reverter os efeitos do processo de desmatamento têm sido demandadas pelo setor produtivo, principalmente aquelas que atendem às demandas de regeneração vegetal em áreas degradadas por grandes empreendimentos. Para atender à essas necessidades, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia tem desenvolvido tecnologias não somente voltadas para a conservação de recursos genéticos vegetais mas para sua utilização de forma a acelerar o processo de recomposição vegetativa.

A tecnologia Manejo do solo e invasoras para estimular a regeneração florestal nas APPs abrange diversas estratégias para recomposição da vegetação florestal selecionadas em função do potencial de regeneração natural. A utilização de formas diferenciadas de restauração baseadas no monitoramento do processo de recuperação, a prática agropecuária resultou na redução de custo na manutenção das APP's principalmente no tocante à diminuição no número de mudas plantadas e à substituição desse processo pelo manejo do solo e pela semeadura direta. Nesse sentido, pode-se considerar que a tecnologia teve expressivo impacto econômico. Em síntese, atualmente a taxa interna de retorno da tecnologia é da ordem de 20,8% com uma relação benefício/custo de 1,10 (à taxa de 6%) e com um benefício econômico de aproximadamente R\$ 295.000,00.

Outro resultado e impacto que deve ser destacado constitui a recuperação da qualidade ambiental nas áreas de APP que constituem unidades demonstrativas do alcance da tecnologia. Nesse processo os beneficiários e parceiros envolvidos foram capacitados na utilização da prática e encontram-se aptos para repassar esse conhecimento.

Quanto às perspectivas futuras de implantação entende-se que a prática agropecuária pode contribuir significativamente para a redução do passivo ambiental na Amazônia, principalmente no tocante à restauração florestal em áreas de pastagens. Seu potencial de aplicação também deve ser considerado em estratégias futuras de articulação da Embrapa com setores que realizam grandes empreendimentos na região constituindo uma ferramenta relevante para se alcançar o desenvolvimento ambientalmente e ecologicamente sustentável.

7. FONTE DE DADOS

Tabela 7.1: Número de consultas realizadas por município

Município	Estado	Cooperado contratado para manutenção da APP	Técnico da cooperativa	Técnico da empresa	Total
Porto Velho	Rondônia	02	02	02	06
Total		02	02	02	06

Os dados foram coletados mediante a realização de entrevistas e visita à na região de Porto Velho em Rondônia.

Tabela 7.2: Número de consultas realizadas para o desenvolvimento institucional

Instituição	Estado	Município	Função	Total
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia	DF	Brasília	Pesquisador (desenvolvedor da tecnologia)	01
Total				01

As informações foram coletadas por meio de entrevista realizada na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS UTILIZADAS NESTE ESTUDO

ALBUQUERQUE, Lidiamar Barbosa et al. Restauração ecológica de matas ripárias: uma questão de sustentabilidade. **Embrapa Cerrados. Planaltina DF**, p. 75, 2010.

ANTONIAZZI, L. ET AL. Restauração Florestal em Cadeias Agropecuárias para Adequação ao Código Florestal: análise econômica em oito estados brasileiros. São Paulo: Input, Agroicone, 2016

AVILA, A. F. D; RODRIGUES, G. S; VEDOVOTO, G. L. **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008., 2008.

BRASIL. Lei nº 12.651/2012, de 25 de maio de 2012. Proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p.1, 28 mai. 2012.

CALIXTO JÚNIOR, J. E. D. Semeadura direta consorciada com plantio de mudas: teste para cobrir o solo e acelerar a restauração florestal. 2018. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal - Universidade de Brasília, DF.

HOMMA, AKO. Os desafios para uma nova agricultura na Amazônia. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: WORKSHOP DE PESQUISA E AGRICULTURA FAMILIAR: FORTALECENDO A INTERAÇÃO DA PESQUISA PARA INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 1., 2015, Manaus. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2016., 2016.

REZENDE, G. M. Restauração florestal no sul da Amazônia: métodos para romper barreiras à regeneração natural. 2016. 70p. Dissertação (Mestrado em Ecologia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

VENDRAMINI, A. & YAMAHAKI, C. Os investidores e os bancos têm aumentado seu escrutínio sobre as práticas de gestão de risco de desmatamento das empresas investidas e dos clientes, ao observarem que tais riscos podem resultar em perdas para as próprias instituições financeiras. *GVExecutivo*, V. 17, Nº4, Jul/Ago 2018. São Paulo, Fundação Getúlio Vargas.

9. BIBLIOGRAFIA DA TECNOLOGIA

CALIXTO JÚNIOR, J. E. D. Semeadura direta consorciada com plantio de mudas: teste para cobrir o solo e acelerar a restauração florestal. 2018. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal - Universidade de Brasília, DF. Orientador: Daniel Luís Mascia Vieira, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196057/1/2018-JoseEduardoDiasCalixtoJunior.pdf>

Biblioteca(s): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

FREITAS, M. G. Estrutura e riqueza de florestas restauradas por semeadura direta ao longo de 10 anos. 2018. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal - Universidade de Brasília, DF. Orientador: Daniel Luis Mascia Vieira, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196044/1/2018-MarinaGuimaraesFreitas.pdf>

Biblioteca(s): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

FREITAS, M. G.; RODRIGUES, S. B.; CAMPOS-FILHO, E. M.; CARMO, G. H. P. do; VEIGA, J. M. da; JUNQUEIRA, R. G. P.; VIEIRA, D. L. M. Evaluating the success of direct seeding for tropical forest restoration over ten years. *Forest Ecology and Management*, v. 438, p. 224-232, 2019.

URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195184/1/1-s2.0-S0378112718321534-main.pdf>

Biblioteca(s): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga. Brasília, DF: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 2016. 266 p. il. color. Guia técnico.

URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161912/1/ICRAF-SAFs-Cerrado-e-Caatinga.pdf>

Biblioteca(s): Embrapa Amazônia Oriental; Embrapa Cerrados; Embrapa Florestas; Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Embrapa Rondônia.

REZENDE, G. M. Restauração florestal no sul da Amazônia: métodos para romper barreiras à regeneração natural. 2016. 70p. Dissertação (Mestrado em Ecologia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

REZENDE, G. M.; VIEIRA, D. L. M. Forest restoration in southern Amazonia: Soil preparation triggers natural regeneration. *Forest Ecology and Management*, v. 433, p. 93-104, 2019.

URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192424/1/1-s2.0-S0378112718315494-main.pdf>

Biblioteca(s): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

ROCHA, G. P. E.; VIEIRA, D. L. M.; SIMON, M. F. Fast natural regeneration in abandoned pastures in southern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v. 370, p. 93-101, 2016.

Biblioteca(s): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

RODRIGUES, S. B.; FREITAS, M. G.; CAMPOS-FILHO, E. M.; CARMO, G. H. P. do; VEIGA, J. M. da; JUNQUEIRA, R. G. P.; VIEIRA, D. L. M. Direct seeded and colonizing species guarantee successful early restoration of South Amazon forests. *Forest Ecology and Management*, v. 451, article 117559, 2019.

URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/201752/1/1-s2.0-S0378112719310552-main.pdf>

Biblioteca(s): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

SCHMIDT, I. B.; URZEDO, D. I. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; VIEIRA, D. L. M.; REZENDE, G. M. de; SAMPAIO, A. B.; JUNQUEIRA, R. G. P. Community-based native seed production for restoration in Brazil ? the role of science and policy. *Plant Biology*, v. 21, p. 389-397, 2019.

Biblioteca(s): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

VIEIRA, D. L. M.; RIBEIRO, J. F.; SAMPAIO, A. B.; CAMPELLO, E. F. C.; SKORUPA, L. A. Métodos de recomposição da vegetação nativa. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2016. Folder

URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155321/1/folder-metodos-de-recomposicao-da-vegetacao-nativa.pdf>

Biblioteca(s): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

10. EQUIPE RESPONSÁVEL

Tabela 10.1: Equipe do centro responsável pela elaboração do relatório de avaliação de impactos

	Membro da equipe	Função
	Maria Clara da Cruz de Melo	Analista
	Evie dos Santos de Souza	Analista
	Daniel Luis Vieira Mascia	Pesquisador
	Rafael Vivian	Pesquisador
	Luciana Harumi Morimoto Figueiredo	Pesquisadora
	Silvia Satiko Onoyama Mori	Pesquisadora

Tabela 10.2: Colaboradores do processo de elaboração do relatório de avaliação de impactos

Colaborador	Instituição
Augusto R. Borges	Energia Sustentável do Brasil
Diego Solidera	CooproJirau
Dione Vieira	CooproJirau