

Ações de restauração de florestas exploradas seletivamente no sudoeste da Amazônia brasileira**Restoration of selectively harvested forests in southwestern Brazilian Amazon**

Recebimento dos originais: 01/11/2019

Aceitação para publicação: 30/12/2019

Henrique José Borges de Araujo

Mestre em Recursos Florestais pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP)

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa Acre

Endereço: Rodovia BR 364, km 14, CEP 69900-970, Rio Branco - AC, Brasil

E-mail: henrique.araujo@embrapa.br

RESUMO

Por meio de técnicas de restauração, florestas exauridas podem ser conduzidas de maneira a minimizar os efeitos da exploração seletiva que as modificaram. O plantio de mudas é um método rápido e eficaz de restauração de florestas. Este trabalho objetiva descrever os resultados de plantios de enriquecimento de florestas de produção nos municípios de Xapuri, Brasiléia e Rio Branco, no estado do Acre. Foram utilizadas dez espécies florestais madeireiras comerciais: Amarelão (*Aspidosperma vargasii* A. DC.), Angelim (*Ormosia arborea* (Vell.) Harms), Cedro (*Cedrela odorata* L.), Cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm.), Freijó (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), Ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nicholson), Itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez), Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), Mogno (*Swietenia macrophylla* King) e Timbaúba (*Enterolobium maximum* Ducke). Os plantios foram entre outubro/2011 a março/2012, totalizando 1273 mudas. Os tratamentos silviculturais de condução e o monitoramento foram nos anos de 2012 a 2019. Após oito anos (96 meses) ao plantio, a taxa média de sobrevivência foi de 29,3%, altura total média de 2,75 m e diâmetro médio de 3,11 cm. As cinco espécies com os melhores desempenhos quanto a crescimento (diâmetro e altura) foram Timbaúba, Freijó, Mogno, Cerejeira e Cedro; com as melhores taxas de sobrevivência foram Timbaúba, Jatobá, Cerejeira, Mogno e Cedro.

Palavras-chave: Enriquecimento de clareiras, espécies florestais madeireiras amazônicas, manejo florestal, regeneração florestal, tratamentos silviculturais.

ABSTRACT

Through restoration techniques, degraded forests can be conducted to minimize the effects of selective logging that changed. Planting seedlings is a fast and effective method of forest restoration. The objective of this study is to describe the results of the production forests enrichment planting in the municipalities of Xapuri, Brasiléia and Rio Branco, Acre state, Brazil's Amazon region. Were used ten species forest timber commercials: Amarelão (*Aspidosperma vargasii* A. DC.), Angelim (*Ormosia arborea* (Vell.) Harms), Cedro (*Cedrela odorata* L.), Cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm.), Freijó (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), Ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nicholson), Itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez), Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), Mogno (*Swietenia macrophylla* King) e Timbaúba (*Enterolobium maximum* Ducke). The plantations were between October/2011 to March/2012, totaling 1,273 seedlings. Silvicultural treatments and monitoring were from 2012 to 2019. After eight years (96 months) of planting, the average survival rate was 29.3%, average total height of 2.75 m and average diameter of 3.11 cm. The five species with the best growth performance (diameter and height) were Timbaúba, Freijó, Mogno, Cerejeira e Cedro; with the best survival rates were Timbaúba, Jatobá, Cerejeira, Mogno e Cedro.

Keywords: Amazon timber forest species, enrichment of forest gaps, forest management, forest regeneration, silvicultural treatments.

1 INTRODUÇÃO

A utilização econômica aliada às ações antrópicas de desmatamento na Amazônia brasileira, iniciadas nos anos 70 e 80 devido ao fluxo migratório, tem promovido forte pressão exploratória sobre algumas espécies florestais madeireiras, resultando na diminuição do estoque original desses recursos. Atualmente, a maior parte das espécies florestais madeireiras amazônicas consideradas tradicionais e mais conhecidas no mercado consumidor, devido à intensa exploração ocorrida especialmente nas três últimas décadas, tem a ocorrência natural reduzida e está em crescente processo de escassez (ARAUJO et al., 2012).

A produção brasileira de madeira amazônica, a qual é procedente da exploração seletiva de árvores, acumulou no período de 1998 a 2013 (16 anos) um volume da ordem de 320 milhões de metros cúbicos em tora (HUMMEL et al., 2010; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014). Esse volume seria suficiente para a carga de 16 milhões de caminhões, os quais, enfileirados, dariam seis voltas completas em nosso planeta (ARAUJO, 2014). Dados oficiais sobre a área desmatada nessa região do Brasil revelam que no período de 1988 a 2013 (26 anos) foram removidos 402.663 quilômetros quadrados de florestas (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2014), área equivalente a duas vezes o estado do Paraná. Muito embora tenham desacelerado drasticamente, especialmente de 2005 a 2013, esses números fornecem uma dimensão das alterações já causadas pelo homem na Floresta Amazônica.

A exploração seletiva, em grande parte realizada sem técnicas de manejo florestal sustentável, tem empobrecido a floresta de espécies madeireiras de valor econômico e também sua capacidade natural de reposição (ASNER et al., 2005). Para algumas espécies essa situação pode ser irreversível, chegando ao risco de extinção (SOBRAL et al., 2002). Segundo ARAUJO et al. (2012), entre as espécies ameaçadas constam madeiras destinadas as mais variadas aplicações, desde as requintadas (móveis de luxo, torneados, instrumentos musicais, etc.), passando pelas de uso corrente (construção civil, peças estruturais, esquadrias, etc.) até as rústicas de uso no meio rural (estacas, mourões, postes, etc.).

Em geral, nas florestas exploradas seletivamente, mesmo aquelas conduzidas com técnicas de manejo, as espécies de alto valor comercial apresentam regeneração lenta e imprevisível e a maioria se regenera insuficientemente após a exploração (LEAL FILHO, 2000; CARVALHO, 2001; AGUIAR et al., 2019). Em razão da lenta recuperação da floresta após a colheita de madeira deve-se induzir a regeneração e o crescimento de espécies comerciais valiosas com a aplicação de tratamentos

silviculturais periódicos que reduzam a competição por luz e nutrientes com as espécies sem valor comercial (DE GRAAF, 1986).

Estudos mostram que a composição de espécies de uma floresta se modifica expressivamente após a exploração seletiva. Isso ocorre não somente pela redução do número de árvores, ocasionada pela exploração, mas também pela abundante regeneração de espécies de rápido crescimento, a maioria sem valor comercial, favorecidas pela abertura das clareiras da exploração na floresta (JARDIM; SILVA, 2003). As clareiras são consideradas as principais responsáveis pela regeneração de florestas tropicais, o que está relacionado às condições ambientais, especialmente à maior intensidade luminosa em relação à floresta maciça (DENSLOW; HARTSHORN, 1994).

Contudo, por meio de procedimentos e técnicas de restauração que considerem a escolha apropriada das espécies (características econômicas e ecológicas), florestas empobrecidas de espécies de valor econômico podem ser conduzidas de maneira a reverter, ou minimizar, os efeitos negativos da exploração seletiva que modificou sua estrutura original (ARAUJO et al., 2013).

Entre as principais técnicas de restauração florestal citam-se: a regeneração natural (utilização do banco de sementes e plantas jovens já presentes na floresta); a dispersão (lanço ou semeadura) de sementes; e o plantio de enriquecimento (plantio de mudas) (ATTANASIO et al., 2006; ISERNHAGEN; RODRIGUES, 2008).

O plantio de enriquecimento é um dos métodos de restauração de florestas nativas mais praticados (SABOGAL et al., 2006, LACERDA; FIGUEIREDO, 2009), sobretudo por fornecer boa densidade inicial de plantas, além de possibilitar a restauração mais rápida e eficiente em razão de utilizar mudas selecionadas (bem formadas e saudáveis) e plantadas em melhores condições de adubação, luminosidade e espaçamento (ARAUJO et al., 2013). Para aumentar a eficiência desses plantios e garantir o bom desenvolvimento das mudas, devem-se realizar tratamentos silviculturais periódicos (limpezas, raleamento de plantas indesejáveis, podas, etc.), de maneira a reduzir a competição por luz e nutrientes com as espécies não comerciais (ARAUJO et al., 2013).

Ações de pesquisa devem ser promovidas no sentido de mitigar esse quadro com a reposição das espécies ameaçadas em seus locais de origem como uma forma de restauração florestal. Além das florestas de produção (sob manejo florestal), que em geral incluem áreas de Reserva Legal (RL), essas ações devem ser prescritas para áreas de Preservação Permanente (APP) e de Uso Restrito (AUR), conforme disposto no Código Florestal brasileiro. A identificação das espécies sob pressão exploratória (ameaçadas) é uma das etapas iniciais dessas ações (ARAUJO et al., 2013).

Este trabalho descreve as ações e os resultados de um projeto de pesquisa conduzido pela Embrapa Acre, o qual tem o objetivo de desenvolver procedimentos técnicos para restauração florestal,

por meio de plantios de enriquecimento, capazes de atenuar os processos de empobrecimento de florestas. Além do desenvolvimento de métodos de restauração florestal, este projeto propõe testar em plantios em clareiras a adaptação de dez espécies tradicionais consideradas em vias de escassez.

Os procedimentos de restauração florestal desenvolvidos neste trabalho são destinados aos segmentos afins (comunidades rurais, empresas de base florestal, instituições de ensino e de pesquisa, etc.), especialmente pelo setor produtivo madeireiro, representado por empresas detentoras de planos de manejo (florestas de produção) e indústrias de transformação madeireira. Esse setor é, sem dúvida, o maior protagonista nessa questão, portanto, a quem cabe incorporar em suas rotinas de trabalho iniciativas no sentido de restaurar e assegurar a sustentabilidade das florestas (ARAÚJO et al., 2013).

2 METODOLOGIA

Os plantios de enriquecimento foram realizados em clareiras de áreas destinadas ao manejo florestal (efetivo ou em planejamento) nos seguintes locais: a) Projeto de Assentamento Agroextrativista Chico Mendes, também denominado de Seringal Cachoeira, área total de cerca de 24 mil hectares, município de Xapuri-AC; b) Seringal Filipinas, que é parte integrante da Reserva Extrativista Chico Mendes, área total de cerca de 12 mil hectares, município de Brasiléia-AC; e c) área da Reserva Legal do Campo Experimental da Embrapa Acre, com área de 732 hectares, município de Rio Branco-AC (ROSAS; DRUMOND, 2007; PARDO, 2012). Ressalta-se que a área da Embrapa é um experimento da década de 90 e que atualmente é monitorado.

Nessas áreas o clima é do tipo Aw (Köppen), tipicamente tropical, bastante quente e úmido, composto de estações de seca (maio a outubro) e de chuva (novembro a abril) bem definidas. As temperaturas médias máximas, registradas de agosto a outubro, situam-se entre 31 °C e 33 °C e as médias mínimas, registradas em julho, entre 17 °C e 22 °C. As precipitações médias anuais situam-se na faixa de 1.950 mm; a umidade relativa do ar é elevada, em média 88%, nas estações de chuva, e 75%, nas estações de seca. A topografia, em geral, é plana e a hidrografia é constituída por pequenos igarapés semi-perenes. O solo possui boa drenagem, é distrófico com alto teor de argila. A cobertura florestal é constituída por típica floresta tropical primária densa de terra firme amazônica, semiperenifólia, com formações de floresta aberta e densa (BRASIL, 1976; ACRE, 2006; DUARTE, 2006).

As espécies florestais madeireiras utilizadas nos plantios de enriquecimento são consideradas sob intensa pressão exploratória e que estão, portanto, em processo de escasseamento nas florestas produtivas amazônicas, especialmente no estado do Acre. O principal critério utilizado para a definição das espécies foi o do volume processado pelas indústrias madeireiras do Acre (ARAÚJO, 1991;

ARAUJO, 2003; SANTOS, 2007), deste modo, as espécies definidas aos plantios de enriquecimento estão, na maior parte, entre as com maior volume processado pela indústria local.

Para que uma espécie possa ser considerada em via de escassez é necessário que, a partir da existência anterior de um estoque natural consistente e acessível, tenha sido intensamente explorada e esteja exaurida quanto à ocorrência natural a ponto de não ser mais facilmente encontrada a uma distância de colheita economicamente viável (do ponto de vista logístico do manejo florestal) e no mercado de madeiras (ARAUJO, 2014).

No planejamento do trabalho, foi estabelecido para os plantios um total de 100 clareiras de variados tamanhos, naturais ou causadas pela colheita madeireira. A distribuição proporcional da quantidade de clareiras por classe de tamanho foi definida de modo aproximado à descrita por MIRANDA E ARAUJO (1999) em uma floresta primária sob manejo florestal, na qual a área média das clareiras encontradas foi 267,07 m².

Clareiras naturais, em geral, são aquelas originadas pela queda de uma ou mais árvores de grande porte, queda esta de causas não antrópicas, a exemplo da ação do vento, raios, incêndios, árvores velhas e degradadas por cupins, podridão, etc. Com frequência, pode ocorrer de outras árvores, geralmente de menor porte, também caírem devido à queda de uma árvore grande sobre estas e, assim, em um “efeito dominó” contribuir para a formação e tamanho da área da clareira (ARAUJO et al., 2013).

As clareiras selecionadas aos plantios foram previamente mapeadas e georreferenciadas, registrando-se as coordenadas geográficas com receptor GPS (Global Positioning System), caracterizadas quanto ao tipo (naturais ou não), idade estimada, altura da vegetação emergente (regeneração) e dimensionadas. O dimensionamento em campo foi feito tomando-se, em "cruz", as medidas dos diâmetros menores e dos maiores, os quais possibilitaram o cálculo da área.

As mudas utilizadas nos plantios foram produzidas no Viveiro da Floresta, instituição do Governo do Estado do Acre e parceira no trabalho, localizada em Rio Branco-AC. As mudas foram plantadas em linhas com o espaçamento entre linhas e entre mudas de 5,0 m x 5,0 m (25,0 m² por muda). A definição das espécies, bem como a distribuição espacial destas dentro das clareiras, foi feita de modo totalmente casualizado. Quando plantadas, as mudas possuíam, em média, um ano de idade, considerando a idade desde a semeadura. No plantio, a abertura das covas foi com 15-20 cm (diâmetro) por 30-40 cm (profundidade), adicionando 120 g do fertilizante granulado Superfosfato Triplo (formulação de 42 a 46% de P₂O₅ e 10 a 12% de Ca).

A manutenção dos plantios, ou tratamentos silviculturais de condução (limpezas, podas, coroamentos, etc.), foi realizada com periodicidade de um ano e teve a finalidade de minimizar a competição por luz, nutrientes e espaço físico com outras plantas e, assim, promover melhor

sobrevivência e crescimento das mudas. O monitoramento dos plantios, realizado simultaneamente com a manutenção, objetivou avaliar o desenvolvimento dendrométrico das mudas (crescimento em altura e diâmetro do talo), sobrevivência e aspectos fitossanitários (ARAUJO et al., 2013).

Para os aspectos fitossanitários, referentes a avaliações quanto à incidência de pragas e doenças, danos, vigor das plantas e identificação de agentes patogênicos (microrganismos, fungos, insetos, etc.), as mudas foram classificadas (ARAUJO et al., 2013) quanto ao vigor e causas da possível falta de vigor, conforme as seguintes classificações: para vigor, 1 – Saudável, 2 – Debilitada, 3 – Morta e 4 – Não encontrada; para causa aparente da falta de vigor, 1 – Insetos, 2 – Fungos, 3 – Danos físicos (quebra, ferimento, pisoteio, etc.) e 4 – Desconhecida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos de ARAUJO (1991), ARAUJO (2003) e SANTOS (2007) sobre as espécies processadas pela indústria madeireira no Acre, possibilitaram a obtenção de uma série histórica de dados de produção de um período de 15 anos, em que foram identificadas 17 espécies enquadradas como de alto interesse comercial e, ao mesmo tempo, ameaçadas e em processo de escassez. Tais espécies são as seguintes (nome vulgar seguido, entre parêntesis, do nome científico e família botânica) (ARAUJO, 2014): 1) Acariquara (*Minuartia guianensis* Aubl., Olacaceae); 2) Amarelão (*Aspidosperma parvifolium* A. DC., Apocynaceae); 3) Angelim (*Andira multistipula* Ducke, Fabaceae); 4) Aroeira (*Astronium lecointei* Ducke, Anacardiaceae); 5) Cedro (*Cedrela odorata* L., Meliaceae); 6) Cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm., Fabaceae); 7) Freijó (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, Boraginaceae); 8) Ipê (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose, Bignoniaceae); 9) Itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez, Lauraceae); 10) Jatobá (*Hymenaea courbaril* L., Fabaceae); 11) Maçaranduba (*Manilkara inundata* (Ducke) Ducke, Sapotaceae); 12) Mogno (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae); 13) Pereiro (*Aspidosperma macrocarpon* Mart., Apocynaceae); 14) Roxinho (*Peltogyne venosa* subsp. *densiflora* (Spruce ex Benth) M.F.Silva, Fabaceae); 15) Sucupira (*Diptotropis peruviana* J.F.Macbr., Fabaceae); 16) Timbaúba (*Enterolobium maximum* Ducke, Fabaceae); e 17) Violeta (*Platymiscium pinnatum* (Jacq.) Dugand, Fabaceae).

Os referidos estudos demonstram que em 15 anos a pauta de espécies processadas no Acre variou significativamente, a saber: quatro novas espécies (Cumaru-cetim - *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., Fabaceae; Ipê; Mulateiro - *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook.f. ex K.Schum., Rubiaceae; e Tauari - *Couratari macrosperma* A. C. Sm., Lecythidaceae) passaram a compor o grupo das dez mais processadas; duas (Cedro e Cerejeira) tiveram suas participações muito reduzidas; outras duas (Jatobá e Samaúma - *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., Malvaceae) aumentaram suas participações;

uma (Angelim) manteve quase a mesma participação; e, ainda, outras quatro não mais figuraram entre esse grupo (Amarelão; Copaíba - *Copaifera paupera* (Herzog) Dwyer, Fabaceae; Mogno e Sucupira) (Figura 1). A única espécie a permanecer na mesma posição foi o Cumaru-ferro (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., Fabaceae), que tem se mantido como a mais importante em termos quantitativos, devendo-se isso à sua consolidação no mercado consumidor e a alta abundância nas florestas produtoras do Acre.

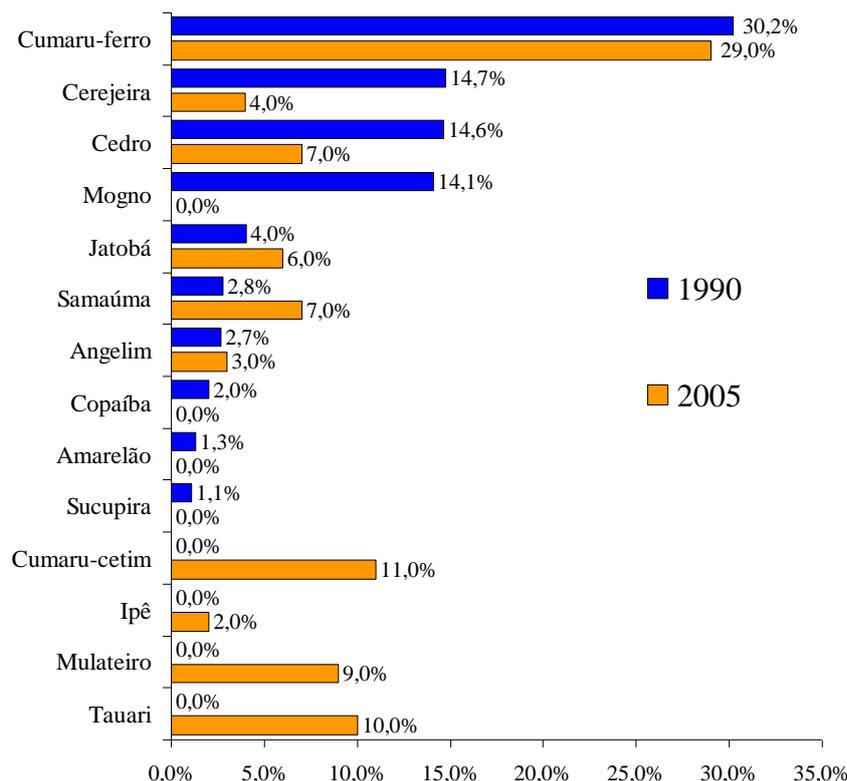


Figura 1. Participação percentual das dez principais espécies madeireiras (pelo critério de maior volume em tora processado) da indústria do estado do Acre nos anos de 1990 e 2005. Fonte: ARAUJO (1991), SANTOS (2007).

O número total de clareiras utilizadas nos plantios alcançou ao inicialmente estabelecido, ou seja, foram 100 as clareiras enriquecidas. A distribuição por classe de tamanho seguiu aproximadamente ao planejamento inicial, as diferenças de quantidade se devem à situação de ocorrência natural nas áreas dos trabalhos (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de tamanho e quantidade de clareiras utilizadas nos plantios de enriquecimento.

Classe de tamanho (m ²)	Diâmetro médio (m)	Quantidade de clareiras
até 100	até 11,3	11
101 a 200	11,4 a 16,0	18
201 a 300	16,1 a 19,5	24

301 a 400	19,6 a 22,6	23
401 a 500	22,7 a 25,2	10
acima de 500	acima de 25,2	14
Total	-	100

Fonte: dados de campo/próprio autor.

A soma das áreas das 100 clareiras efetivamente utilizadas para os plantios totalizou 31976,5 m², significando a área média de 319,8 m² por clareira, sendo a variação entre um mínimo de 78,5 m² e um máximo de 1319,5 m².

Em razão da disponibilidade de mudas aptas (sadias, região foliar bem formada, etc.), das 17 espécies inicialmente definidas como prioritárias a relação final foi composta de 10 espécies. Os plantios foram entre outubro/2011 a março/2012, e as mudas plantadas totalizaram 1273. A distribuição das mudas por espécie é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Espécies e quantidade de mudas utilizadas nos plantios de enriquecimento de clareiras.

Nome comum	Mudas	
	Quantidade	%
1. Amarelão	109	8,6
2. Angelim	241	18,9
3. Cedro	117	9,2
4. Cerejeira	109	8,6
5. Freijó	50	3,9
6. Ipê	101	7,9
7. Itaúba	97	7,6
8. Jatobá	159	12,5
9. Mogno	180	14,1
10. Timbaúba	110	8,6
Total	1273	100

Fonte: dados de campo/próprio autor.

Desde o plantio, de modo concomitante com os tratamentos silviculturais de condução, foram realizadas oito avaliações (periodicidade anual) quanto ao desenvolvimento dendrométrico, sobrevivência e estado fitossanitário das mudas. Tais avaliações foram efetuadas nos meses de outubro e novembro dos anos 2012 a 2019, totalizando, desse modo, oito avaliações.

Na oitava avaliação (2019), oito anos após o plantio (96 meses), o monitoramento revelou uma taxa média de sobrevivência (classificações 1 – Saudável e 2 – Debilitada) para o total das mudas plantadas (1273) de 29,3% (373 plantas), havendo, portanto, um decréscimo de exatas 900 plantas, o

que significa uma taxa mortalidade acumulada em oito anos de 70,7%. Na quarta avaliação (2015), representativa da metade do período de monitoramento do estudo, quatro anos após o plantio (48 meses), a taxa média de sobrevivência para o total das mudas foi de 42,3% (539 plantas), com decréscimo de 734 plantas, significando uma taxa mortalidade de 57,7%.

A Tabela 3 apresenta os resultados quanto ao vigor das mudas plantadas comparando a avaliação inicial (11 meses após o plantio), em que a taxa de sobrevivência foi de 76,5%, com a quarta (48 meses) e oitava (96 meses) avaliações.

Tabela 3. Distribuição total das mudas dos plantios de enriquecimento por classe de vigor na avaliação inicial (11 meses após o plantio), 4ª e 8ª avaliação, respectivamente aos quatro (48 meses) e oito anos (96 meses) após o plantio.

Classe de vigor	Avaliação inicial (11 meses)		4ª Avaliação (48 meses)		8ª Avaliação (96 meses)		
	Mudas	%*	Mudas	%*	Mudas	%*	%**
1 – Saudável	433	34,0	304	23,9	229	18,0	61,4
2 – Debilitada	541	42,5	235	18,4	144	11,3	38,6
3 – Morta	147	11,6	-	-	-	-	-
4 – Não encontrada	152	11,9	-	-	-	-	-
Total	1273	100,0	539	42,3	373	29,3	100,0

Fonte: dados de campo/próprio autor.

Notas: na 4ª e 8ª avaliações não foram realizadas contagens das mudas das classes de vigor 3 e 4 em razão de que a maior parte não pode mais ser encontrada; %* = percentual em relação ao total das mudas; %** = percentual em relação às mudas sobreviventes.

A principal causa da falta de vigor registrada nas inspeções de campo na oitava avaliação foi danos físicos (quebra, ferimento, pisoteio, etc.), tal incidência foi registrada em 109 (75,0%) das plantas classificadas como debilitadas. Em geral, os danos físicos são atribuídos a queda de outras árvores (ou partes destas, como galhos, ouriços, etc.) por cima das plantadas, circulação de animais (ou mesmo pessoas), etc. A falta de vigor causada por insetos, que nas primeiras avaliações foi a causa mais importante em termos quantitativos, incidiu em 29 (19,9%) das plantas debilitadas. Não houve registros da falta de vigor causada por fungos, enquanto que as causas desconhecidas foram registradas em 7 (5,1%) das plantas debilitadas. Para fins comparativos, cita-se que na quarta avaliação os percentuais das causas relativas à falta de vigor das mudas debilitadas foram: insetos, 43,9%; danos físicos, 42,1%; desconhecida, 11,8%; e fungos 2,2%.

Em relação à taxa de sobrevivência das espécies na oitava avaliação, a Timbaúba foi a que apresentou o melhor resultado (50,0), seguido por Jatobá (49,1%), Cerejeira (35,8%) e Mogno (32,8%). Em posição intermediária ficaram Cedro, Angelim, Freijó e Amarelão, na faixa de 20-30%. As espécies Ipê e Itaúba apresentaram baixas taxas de sobrevivência, abaixo dos 20,0%. A espécie Itaúba apresentou

a mais baixa taxa de sobrevivência entre as espécies plantadas, com apenas 4,1%, o que sinaliza que não é indicada para plantios nas condições do experimento.

A Tabela 4 apresenta um comparativo entre as taxas de sobrevivência das espécies aos 48 meses (4ª avaliação) e aos 96 meses (8ª avaliação) após o plantio. Os dados revelam uma constância da posição hierárquica das espécies, a única alteração foi a da Timbaúba que passou da terceira para a primeira posição, fazendo com que Jatobá e Cerejeira fiquem com a segunda e terceira posição, respectivamente.

Tabela 4. Taxa de sobrevivência das espécies na 4ª e 8ª avaliações, respectivamente aos 48 e 96 meses após o plantio.

Nome comum	Quantidade de mudas		Taxa de sobrevivência	de	Taxa de sobrevivência	de
	Plantio	4ª avaliação (48 meses)				
1º. Timbaúba	110	57	51,8%		55	50,0%
2º. Jatobá	159	109	68,6%		78	49,1%
3º. Cerejeira	109	58	53,2%		39	35,8%
4º. Mogno	180	84	46,7%		59	32,8%
5º. Cedro	117	53	45,3%		34	29,1%
6º. Angelim	241	101	41,9%		56	23,2%
7º. Freijó	50	15	30,0%		11	22,0%
8º. Amarelão	109	29	26,6%		22	20,2%
9º. Ipê	101	25	24,8%		15	14,9%
10º. Itaúba	97	8	8,2%		4	4,1%
Total	1273	539	42,3%		373	29,3%

Fonte: dados de campo/próprio autor.

Na oitava avaliação a altura total (da base da planta, ao nível do solo, ao ápice da copa) média das 373 plantas sobreviventes alcançou 2,75 m, apresentando variação bastante acentuada (0,15 a 18,0 m). Quanto ao diâmetro, a média alcançada foi de 3,11 cm, variando entre 0,42 a 19,20 cm. A Tabela 5 apresenta a evolução dos dados dendrométricos médios totais entre a avaliação inicial (11 meses após o plantio), a 4ª (48 meses após o plantio) e a 8ª (96 meses após o plantio).

Tabela 5. Médias e incrementos do crescimento dendrométrico entre as avaliações inicial, a 4ª e a 8ª, respectivamente aos 11, 48 e 96 meses após o plantio para o total das mudas plantadas nas clareiras nas áreas do estudo.

Crescimento dendrométrico	Altura total (m)	Diâmetro (cm)
Avaliação inicial (11 meses)	0,54	0,79
4ª avaliação (48 meses)	1,52	1,88
Incremento	0,98	1,09

Incremento (%)	181,5	138,0
8ª avaliação (96 meses)	2,75	3,11
Incremento	2,21	2,32
Incremento (%)	409,3	293,7

Fonte: dados de campo/próprio autor.

Notas: nas plantas abaixo de 2,0 m de altura o diâmetro foi tomado a 10,0 cm do solo (diâmetro do talo), a partir dessa altura o diâmetro foi tomado na altura do DAP (1,30 m do solo); incremento em relação à avaliação inicial (11 meses).

A Figura 2 apresenta exemplares de plantas dos plantios de enriquecimento de clareiras nas áreas do estudo após oito anos (96 meses) de implantação.



Figura 2. Exemplares de plantas do enriquecimento de clareiras oito anos (96 meses) após o plantio (da esquerda para a direita): Freijó (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), Timbaúba (*Enterolobium maximum* Ducke) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). Rio Branco-AC, Xapuri-AC, Brasília-AC, 2019 (Fotos: Adriano Queiroz de Mesquita; Manoel Freire Correia).

Os melhores desempenhos quanto ao crescimento, tanto em altura como em diâmetro, foram obtidos pelas espécies Timbaúba, Freijó, Mogno, Cerejeira e Cedro. A espécie Timbaúba se destaca como a que apresentou os melhores índices de crescimento dendrométrico. Ao contrário, as espécies Itaúba, Amarelão e Ipê apresentaram, comparativamente, fracos índices de crescimento, bem como quanto às taxas de sobrevivência (conforme mostra a Tabela 4).

Os dados médios da altura total, incremento e crescimento anual por espécie verificados aos 48 e 96 meses após o plantio são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Médias do crescimento em altura (altura total) das espécies na 4ª e 8ª avaliações, respectivamente aos 48 e 96 meses após o plantio.

Nome comum	Altura (m)		Incremento		C _{4ª} (m ano ⁻¹)	C _{8ª} (m ano ⁻¹)
	4ª Avaliação	8ª Avaliação	m	%		
1º. Timbaúba	3,85	6,52	2,67	69,4%	0,96	0,82
2º. Freijó	2,62	5,86	3,24	123,7%	0,66	0,73
3º. Cerejeira	1,58	2,93	1,35	85,4%	0,40	0,37
4º. Mogno	1,76	2,78	1,02	58,0%	0,44	0,35
5º. Cedro	1,52	2,41	0,89	58,6%	0,38	0,30
6º. Jatobá	1,19	1,77	0,58	48,7%	0,30	0,22
7º. Angelim	0,76	1,20	0,44	57,9%	0,19	0,15
8º. Amarelão	0,47	0,95	0,48	102,1%	0,12	0,12
9º. Ipê	0,45	0,84	0,39	86,7%	0,11	0,11
10º. Itaúba	0,55	0,77	0,22	40,0%	0,14	0,10

Fonte: dados de campo/próprio autor.

Nota: C_{4ª} e C_{8ª} = crescimento anual na 4ª e 8ª avaliações, respectivamente.

Os dados médios de altura total permitem notar que as posições hierárquicas das espécies pouco mudaram entre a 4ª e 8ª avaliações. As mudanças foram apenas entre Cerejeira e Mogno, que inverteram a 3ª e 4ª posições, e Itaúba que passou da 8ª para a 10ª posição. Com relação ao incremento, destacou-se a espécie Freijó com 3,24 m, correspondente a um acréscimo de 123,7% em relação à altura média na 4ª avaliação. Na 8ª avaliação, a Timbaúba desponta com a melhor média em altura (6,52 m) e também o melhor crescimento anual (0,82 m ano⁻¹).

Com relação ao crescimento anual, os dados revelam que houve, para a maioria das espécies, um decréscimo entre 4ª e 8ª avaliações (exceto Freijó, que aumentou, e Amarelão e Ipê, que não alteraram), significando que o crescimento médio em altura foi maior (mais acelerado) nos quatro primeiros anos quando comparado com todo o período (8 anos).

A Tabela 7 mostra, por espécie, as médias diamétricas na quarta e oitavas avaliações, incluindo um comparativo dos incrementos diamétricos e dos incrementos anuais médios anuais.

Tabela 7. Médias do crescimento e incrementos em diâmetro das espécies na 4^a e 8^a avaliações, respectivamente aos 48 e 96 meses após o plantio.

Nome comum	4 ^a Avaliação		8 ^a Avaliação		Incremento*			
	D (cm)	C ₄ ^a (cm ano ⁻¹)	D (cm)	C ₈ ^a (cm ano ⁻¹)	Diamétrico		Crescimento anual	
					cm	%	cm ano ⁻¹	%
1°. Timbaúba	3,57	0,89	5,96	0,75	2,39	66,9%	-0,14	-15,7%
2°. Freijó	2,33	0,58	5,23	0,65	2,90	124,5%	0,07	12,1%
3°. Cedro	2,19	0,55	3,30	0,41	1,11	50,7%	-0,14	-25,5%
4°. Mogno	2,31	0,58	3,18	0,40	0,87	37,7%	-0,18	-31,0%
5°. Cerejeira	1,57	0,39	2,93	0,37	1,36	86,6%	-0,02	-5,1%
6°. Angelim	1,59	0,40	2,43	0,30	0,84	52,8%	-0,10	-25,0%
7°. Jatobá	1,42	0,36	2,01	0,25	0,59	41,5%	-0,11	-30,6%
8°. Amarelão	1,04	0,26	1,67	0,21	0,63	60,6%	-0,05	-19,2%
9°. Itaúba	0,88	0,22	1,11	0,14	0,23	26,1%	-0,08	-36,4%
10°. Ipê	0,74	0,19	1,09	0,14	0,35	47,3%	-0,05	-26,3%
Média	-	0,44	-	0,36	-	-	-	-

Fonte: dados de campo/próprio autor.

Notas: D = diâmetro médio; * = incremento entre a 4^a e 8^a avaliações; C₄^a e C₈^a = crescimento anual na 4^a e 8^a avaliações, respectivamente; nas plantas abaixo de 2,0 m de altura o diâmetro foi tomado a 10,0 cm do solo (diâmetro do talo), a partir dessa altura o diâmetro foi tomado na altura do DAP (1,30 m do solo).

As posições hierárquicas das espécies, quanto ao crescimento diamétrico na 4^a e 8^a avaliações, apresentaram pouca variação. Foi observado apenas as inversões da 3^a e 4^a posições (Cedro e Mogno) e da 5^a e 6^a (Cerejeira e Angelim), as demais espécies mantiveram as mesmas posições nas duas avaliações. Assim como no crescimento em altura, a espécie Freijó foi destaque com o maior incremento diamétrico, tanto absoluto (2,90 cm) como proporcional (percentual), que foi de 124,5%. A Timbaúba apresentou a melhor performance entre todas as espécies quanto ao crescimento diamétrico, com o diâmetro médio no 8^o ano de 5,96 cm, e crescimento anual de 0,89 e 0,75 cm ano⁻¹, respectivamente no 4^o e 8^o ano.

Quanto ao crescimento anual, de modo similar ao que ocorreu com os dados de altura, os dados dos diâmetro mostram, para a maioria das espécies (exceto Freijó), decréscimo entre 4^a e 8^a avaliações, significando que o crescimento médio foi maior (mais acelerado) nos quatro primeiros anos quando comparado com todo o período (8 anos).

4 CONCLUSÕES

Muito embora os resultados deste trabalho não sejam conclusivos, dado que são referentes a um período relativamente curto (oito anos desde os plantios), tendo em vista que o retorno esperado está daqui a dezenas de anos, quando as mudas plantadas atingirão o estágio de árvores maduras, prontas para a colheita (com DAP's próximos a 50 cm), algumas inferências são permitidas:

A taxa média de sobrevivência alcançada no oitavo ano do plantio (29,3% para o total das plantas) pode ser considerada satisfatória em razão de que as mudas ficaram totalmente expostas (especialmente quando jovens, nos primeiros anos após o plantio), sem qualquer tipo de defesa química ou física, às condições adversas das florestas naturais, em que é alta diversidade de organismos fitófagos e patogênicos. Além disso, verificou-se que os tratamentos silviculturais de condução (limpezas, podas, etc.), efetuados simultaneamente com as avaliações, foram insuficientes quanto à periodicidade anual e não impediram a proliferação intensa de outras plantas competindo por espaço, luz e nutrientes e reduzindo a sobrevivência dos plantios nas clareiras.

Nas primeiras avaliações (até a quarta), os insetos se destacaram como a causa mais importante para a debilidade, ou falta de vigor, das plantas e a causa "desconhecida" apareceu como a segunda mais importante. A participação dos insetos pode ter sido ainda maior nas primeiras avaliações, dado que parte da causa "desconhecida" também pode estar relacionada à presença de insetos. Já na oitava avaliação a causa mais importante para a debilidade das plantas foi danos físicos, seguida dos insetos, indicando que à medida que as plantas crescem há um aumento na resistência natural a estes organismos. Os fungos por sua vez, do ponto de vista da fitossanidade, que já foram pouco importantes nos estágios iniciais de crescimento das plantas, tal como os insetos tenderam a diminuir ainda mais sua importância com passar do tempo.

Em ordem decrescente, as cinco espécies com as melhores taxas de sobrevivência foram Timbaúba, Jatobá, Cerejeira, Mogno e Cedro; e as cinco de maior destaque quanto ao crescimento dendrométrico foram Timbaúba, Freijó, Mogno, Cerejeira e Cedro.

Acima das demais espécies, a Timbaúba foi a que apresentou o melhor desempenho silvicultural, tanto em crescimento dendrométrico como em sobrevivência, portanto, é a mais promissora ao uso em plantios de enriquecimento conforme propostos. A segunda espécie com melhor desempenho foi o Freijó, que se destacou com o melhor crescimento, tanto em altura como em diâmetro, nos quatro últimos anos do monitoramento. Na outra ponta, a espécie Itaúba não mostrou aptidão para os plantios uma vez que teve a mais baixa taxa de sobrevivência e um fraco crescimento dendrométrico. As espécies Amarelão e Ipê também apresentaram baixos desempenhos quanto a sobrevivência e crescimento, revelando pouca aptidão para os plantios. Com potencial de bom para regular as espécies Cedro, Mogno, Cerejeira, Angelim e Jatobá podem ser consideradas como indicadas para os plantios propostos.

O curto período de monitoramento deste estudo (oito anos) dificulta tentativas de predições futuras quanto a prazos e volumes de colheita, dado que as curvas de crescimento de árvores não são lineares no tempo e são sujeitas a outras variáveis de prognóstico complexo (a exemplo da mortalidade), além de diferentes para cada espécie. Os dados de crescimento em altura e diâmetro (tabelas 6 e 7)

demonstram que as curvas de crescimento não são lineares, pois apresentam médias desiguais aos quatro e aos oito anos, o que significa que possuem faixas de idade com maior, ou mais acelerado, e outras com menor, ou menos acelerado, crescimento. Em um cálculo simplificado (caso tivéssemos um crescimento linear) do tempo médio de maturação para colheita das árvores destes plantios, com base na média do incremento diamétrico das 10 espécies no oitavo ano, apresentados na Tabela 7 (0,36 cm ano⁻¹), estima-se que o tempo necessário para o DAP atingir 50,0 cm (diâmetro mínimo de corte, conforme a legislação) será da ordem de 130 anos, ou seja, bastante elevado e, por isso, de pouca viabilidade. Deste modo, recomenda-se com veemência a continuidade do monitoramento por um período, no mínimo, igual ao deste estudo, o que possibilitará análises mais precisas quanto a prazos para colheitas, volumes e rendas esperadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Viveiro da Floresta/Governo do Estado do Acre, pelo fornecimento das mudas utilizadas nos plantios; aos comunitários dos seringais Cachoeira (Xapuri-AC) e Filipinas (Brasiléia-AC), pela permissão de acesso às áreas e apoio nos trabalhos; à Embrapa, ao Governo do Acre/PDSA Fase II (BID) e ao Projeto InovaFlora (Fundo Amazônia/BNDES), pelos recursos financeiros concedidos; e à própria Embrapa Acre, especialmente à equipe técnica florestal, na qual atuaram os analistas Fernanda Lopes da Fonseca e Robert Morais Thompson e que hoje é composta pelo analista Adriano Queiroz de Mesquita e pelos assistentes Manoel Freire Correia, Aldeci da Silva Oliveira, Airton do Nascimento Farias e Paulo Rodrigues de Carvalho.

REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II Documento síntese – escala 1:250.000**. Rio Branco, Secretaria de Estado de Meio Ambiente. 355p. 2006.
- AGUIAR, S. H. S.; CARVALHO, J. O. P.; RUSCHEL, A. R.; RAMOS, E. M. L. S.; ROCHA, E. S.; CASTRO, T. C.; SILVA, B. M. F. Dinâmica da regeneração natural de espécies madeireiras durante três décadas da exploração florestal na Floresta Nacional do Tapajós, Brasil. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 47, n. 121, p. 92-104. 2019.
- ARAUJO, H. J. B. **Diagnóstico das indústrias de serraria do Estado do Acre**. Rio Branco: FUNTAC, 1991. 238p.

ARAUJO, H. J. B. **Aproveitamento de resíduos das indústrias de serraria do Acre para fins energéticos**. EMBRAPA-CPAF-Acre. 2003. (Embrapa Acre. Documentos, 82). 38p.

ARAUJO, H. J. B.; MAGALHÃES, W. L. E.; OLIVEIRA, L. C. Durabilidade de madeira de eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) tratada com CCA em ambiente amazônico. **Acta Amazônica**. v.42(1). p.49-58. 2012.

ARAUJO, H. J. B.; CORREIA, M. F.; SIVIERO, A.; MACEDO, P. E. F.; OLIVEIRA, L. C. **Plantios de enriquecimento em florestas de produção no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2013. 18 p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 66).

ARAUJO, H. J. B. Restauração florestal: demanda crescente para a Amazônia. **AgroDebate** (<http://g1.globo.com/mato-grosso/agrodebate/noticia/2014/11/opiniaio-restauracao-florestal-demanda-crescente-para-amazonia.html>). 2014.

ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Manual de Recuperação de Matas Ciliares para Produtores Rurais**. Governo do Estado de São Paulo. 2006. 60p.

ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; BROADBENT, E. N.; OLIVEIRA, P. J. C.; KELLER, M.; SILVA, J. N. Selective Logging in the Brazilian Amazon. **Science** 310(5747): 480-482. 2005.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento de Produção Mineral. **Projeto Radambrasil**. Folha SC19. Levantamento dos Recursos Naturais. Vol. 12. Rio Branco. Rio de Janeiro, RJ. 1976. 458 p.

CARVALHO, J. O. P. Estrutura de matas altas sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; YARED, J. A. G. (Ed.) **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID. p.277-290. 2001.

DE GRAAF, N. R. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University. 250 p. 1986.

DENSLOW, J. S.; HARTSHORN, G. S. Tree-fall Gap Environments and Forest Dynamic Process. In: L. A. McDade; K. S. Bawa; H. A. Hespenheide; G. S. Hartshorn (eds.). **LA SELVA - Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest**. The University of Chicago. Chicago, U.S.A. p.120 - 128. 1994.

DUARTE, A. F. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971–2000. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 3b, p. 96-105, dez. 2006.

ISERNHAGEN, I.; RODRIGUES, R. R. **Recuperação de áreas degradadas: uma proposta para o Cerrado da Bacia Hidrográfica do Rio São Lourenço - Mato Grosso**. 1. ed. Brasília: FAMATO / TNC / SEMA, 2008. 32 p.

- JARDIM, F. C. S.; SILVA, G. A. P. Análise da variação estrutural da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical do Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia – INPA, Manaus (AM). **Revista de Ciências Agrárias**, n.39, p.25-54. 2003.
- HUMMEL, A. C.; ALVES, M. V. S.; PEREIRA, D. S.; VERÍSSIMO, A.; SANTOS, D. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**. Belém: Serviço Florestal Brasileiro; Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. 2010. 32 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil**. Sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro: IBGE/SIDRA. 2014.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Projeto PRODES: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite**. São José dos Campos, 2014.
- LACERDA, D. M. ; FIGUEIREDO, P. S. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda-MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. **Acta Amazonica**, vol. 39(2), pp. 295-304. 2009.
- LEAL FILHO, N. **Dinâmica inicial da regeneração natural de florestas exploradas na Amazônia brasileira**. Tese de doutorado. Instituto de Biociências/Universidade de São Paulo. 2000. 157p.
- MIRANDA, E. M.; ARAUJO, H. J. B. **Avaliação de danos de uma exploração florestal de baixo impacto no Projeto de Colonização Pedro Peixoto – Acre**. In: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADO E MADEIRA TROPICAL. Belém: ABIMCI, 1999.
- PARDO, M. H. A. **Elementos para um plano de gestão ambiental do campo experimental da Embrapa Acre**. 2012. 122f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Mestrado de Ciências Ambientais e Saúde, Goiânia, 2012.
- ROSAS, G. K. C.; DRUMOND, P. M. **Caracterização da caça de subsistência em dois seringais localizados no Estado do Acre (Amazônia, Brasil)**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007. 31 p. (Embrapa Acre. Documentos, 109).
- SABOGAL, C.; ALMEIDA, E.; MARMILLOD, D.; CARVALHO, J. O. P. **Silvicultura na Amazônia Brasileira: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas**. Belém, CIFOR. 2006. 190 p.
- SANTOS, R. C. **Resíduos da indústria madeireira do Acre**. Rio Branco: FUNTAC, 2007. 65 p.
- SOBRAL, L.; VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; AZEVEDO, T.; SMERALDI, R. **Acertando o alvo 2: consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo**. Belém: Imazon. 2002. 72 p.