



VI Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal

Categoria Profissional

3º Lugar

Silvicultura com Espécies Nativas e SAF – mercados, viabilidade e competitividade.

Autor:

Alan Ferreira Batista

Concurso de Monografia: VI Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e
Mercado Florestal

Categoria: Profissional

Tema: Quadro Atual e Propostas para o Setor de Florestas Nativas

Subtema: Mecanismos para ampliação da produtividade e da competitividade

Silvicultura com Espécies Nativas e SAF – mercados, viabilidade e competitividade

RESUMO

Apesar das espécies arbóreas nativas brasileiras existirem há milhares de anos, e de algumas boas experiências comerciais com elas, não existe nenhum histórico sobre essa classe de ativos do ponto de vista do mercado de capitais. Dessa forma, o presente estudo buscou avaliar o mercado de madeira tropical no Brasil e no mundo do ponto de vista de volumes e preços; a viabilidade da silvicultura de espécies nativas e sistemas agroflorestais através de estudos de casos já implantados; e as principais alavancas de competitividade para esse setor, especificamente através da valoração do capital natural e investimentos e benefícios de uma plataforma de pesquisa e desenvolvimento com espécies nativas arbóreas do Brasil.

O crescimento da produção florestal no mundo entre 1961 e 2016 foi de 0,7% ao ano e no Brasil de 1,6%. O mundo produz hoje 3 bilhões de m³ de madeira e o Brasil 240 milhões de m³. Os preços da madeira serrada tropical tanto no mercado doméstico quanto externo, tiveram significativa valorização real no período analisado entre 1997 e 2017 (de 0,6 a 3,5% ao ano). Os preços no mercado externo não possuem correlação com a inflação, e possuem correlação negativa com o câmbio (BRL/USD) e forte correlação negativa com volume exportado. Os preços no mercado doméstico possuem correlação positiva de com a inflação brasileira. No mercado internacional a valorização real do preço da madeira foi maior em moeda real do que em dólar, em função do câmbio. Todavia, as análises de correlação mostram que a desvalorização do real frente ao dólar e o índice de inflação no Brasil maior que a inflação americana, limitam esses ganhos para o exportador brasileiro. A volatilidade anualizada do preço internacional foi de 36% para a madeira de ipê em moeda real e de 28% em dólar.

A hipótese de rentabilidade foi comprovada. A silvicultura de espécies nativas e SAF possuem retornos ajustado ao risco semelhante ao seu “benchmark” (eucalipto e culturas perenes). Todavia, a necessidade de capital e tempo para recuperar o retorno do investimento é estatisticamente maior. As análises de sensibilidade mostram que a silvicultura com espécies nativas possui a menor sensibilidade em relação às mudanças de preços, e o arrendamento ao invés de aquisição de terras pode diminuir em 40% a necessidade de capital para investimento.

A hipótese do aumento de competitividade da silvicultura de nativas através da remuneração do capital natural e de investimentos em P&D foi comprovada. O carbono florestal pode trazer

incrementos de até 2% na taxa interna de retorno. A maior possibilidade de aumento na competitividade vem de P&D, onde o aumento da produtividade entre 35 e 56%, redução no custo de silvicultura de 20% e aumento na taxa de conversão para serrados podem aumentar até 5 pontos percentuais as taxas internas de retorno e torna a silvicultura com espécies nativas viáveis no Brasil. Para cada 1 dólar investido em P&D obtém-se um benefício estimado de 2,39 dólares, com uma escala mínima de 10.000 hectares de silvicultura para justificar o investimento em P&D.

Palavras-Chave: rentabilidade; P&D; mercados; madeira tropical; custo de capital

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Florestas e Clima – Contexto global, realidade Brasileira	1
1.2 A importância de se construir estudos de casos com silvicultura de espécies nativas e sistemas agroflorestais.	3
1.3 Alavancas para uma nova silvicultura de espécies nativas – Capital Natural e PD&I.....	4
1.4 Hipótese e Objetivo.....	6
2. MÉTODOS	6
2.1 Estudos de Caso	6
2.1.1 Descrição dos Estudos de Caso.....	8
2.2 Mercado de Madeira – Volumes e Preços.....	14
2.3 Viabilidade Financeira da Silvicultura com Espécies Nativas e Sistemas Agroflorestais	16
2.4 Aumento da competitividade da silvicultura com espécies nativas	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
3.1 Mercado de Madeira Tropical	24
3.1.1 Volumes	24
3.1.2 Preços	30
3.2 Retornos dos estudos de caso e do capital natural.....	40
3.3 O impacto de investimentos em P&D na competitividade da silvicultura de nativas	56
4. CONCLUSÕES.....	65
5. AGRADECIMENTOS.....	68
6. REFERÊNCIAS	68
7. ANEXOS.....	72

Lista de Figuras

Figura 1. Contínuo florestal e suas tipologias. Fonte: Batista et al., 2017.	4
Figura 2. Diversas variáveis são necessárias para melhorar o padrão de risco e retorno do reflorestamento com espécies nativas, o diagrama compara qualitativamente a silvicultura comercial, silvicultura com finalidade ambiental e silvicultura com espécies nativas (BC). Elaboração dos autores.	5
Figura 3. Valor dos ativos em função do retorno ajustado ao seu risco. A parte central da figura mostra como se encontra o valor do ativo a partir de produtos da economia real, enquanto na parte externa se somam à economia real as receitas advindas do capital natural, possível em uma economia de baixo carbono. Fonte: os autores.	16
Figura 4. Para fazer a avaliação do ativo florestal é necessário ajustar os volumes preços e custos. FOB (<i>Free on Board</i>). Fonte: autores.	17
Figura 5. Resultados esperados e investimento necessário para estabelecer uma plataforma de P&D pré-competitivo (30 espécies em um período de 20 anos). O investimento por espécie é de BRL 0,942 milhão (USD 0,244 milhão). O programa de melhoramento genético e manejo representa 70% do investimento total.	21
Figura 6. Produção da madeira em tora, crescimento histórico global no consumo de madeira de 0,7% ao ano. Fonte: FAOstat; ITTO, elaborado pelos autores. *Projeções de demanda por madeira baseado nos cenários do WWF Forest Living Report, 2014; New Forests, 2015; WBCSD, 2015; FDC e Indufor, 2012.	24
Figura 7. Produção da madeira em tora, crescimento histórico no Brasil no consumo de madeira de 1,6% ao ano. FAOstat; IBGE PEVS, elaborado pelos autores. Taxas em CAGR.	25
Figura 8. Participação no mercado global e no mercado brasileiro, taxas de crescimento anual em CAGR. Fonte: ITTO; IBGE PEVS, Secex AliceWeb. Taxas em CAGR. Elaboração dos autores.	26
Figura 9. Evoluções das exportações de madeira serrada no mundo e a participação do Brasil. Fonte: Fonte: ITTO; IBGE PEVS, Secex AliceWeb, elaborado pelos autores. Taxas em CAGR.	27
Figura 10. A taxa de crescimento anual composta da produção nas concessões foi de 30%, aumentando de 35 mil m ³ para 174 mil m ³ . Fonte: elaboração dos autores a partir do PAOF 2019, do SFB.	28
Figura 11. Cenário passado, atual e futuro da produção de madeira serrada tropical. Nessa projeção, com uma taxa de conversão de madeira em tora de 35%, a produção de madeira roliça pode chegar a 43 milhões m ³ /ano até 2050. Fonte: ITTO; IBGE PEVS, Secex AliceWeb, elaboração dos autores.	29
Figura 12. Evolução do índice de preço real em relação a janeiro de 2002 (0%) deflacionados pelo IPCA das madeiras com valor de até BRL 2,400.00 / m ³ . Índice apresentado em média anual a partir de coletas mensais. Fonte: CEPEA Economia Florestal, elaboração dos autores.	30
Figura 13. Evolução do índice de preço real em relação a janeiro de 2002 (0%) deflacionados pelo IPCA das madeiras com valor a partir de BRL 2,700.00 / m ³ . Índice apresentado em média anual a partir de coletas mensais. Fonte: CEPEA Economia Florestal, elaboração dos autores.	31
Figura 14. Evolução do índice de preço real em dólar em relação a janeiro de 1997 (0%) deflacionados pelo CPI. Índice apresentado em média anual a partir de coletas mensais. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.	32
Figura 15. Evolução do índice de preço real em real em relação a janeiro de 1997 (0%) convertidos pelo câmbio de fechamento do dia e deflacionados pelo IPCA. Índice apresentado em média anual a partir de coletas mensais. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.	32

Figura 16. Cotação entre real e dólar no período analisado entre 1997 e 2017, médias mensais. Fonte: Banco Central do Brasil, elaboração dos autores.	33
Figura 17. Inflação do ponto de vista do consumidor entre os anos 1997 e 2017 (índice 1997 = 100%), acumulados mensais. Fonte: IBGE, Bureau of Labor and Statistics, elaboração dos autores.	34
Figura 18. Evolução dos preços nominais doméstico e no mercado externo, a variação na linha azul indica a maior volatilidade devido à natureza do dado no mercado externo. Fonte: CEPEA e ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.	36
Figura 19. Evolução dos preços nominais da madeira de Ipê no mercado externo e a variação cambial no período. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.	37
Figura 20. Evolução dos preços nominais da madeira de outras espécies no mercado externo e a variação cambial no período. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.	38
Figura 21. Nos últimos 15 anos os Estados Unidos e China se mantiveram como o principal destino das exportações de madeira serrada tropical do Brasil. Fonte: ITC – International Trade Centre - Trade Map. Consultado em 12 Dec. 2018.	38
Figura 22. Correlação entre o preço nominal da madeira de ipê em dólar e os volumes exportados mensais. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.	39
Figura 23. Correlação entre o preço nominal da madeira de ipê em dólar e os volumes exportados mensais. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.	39
Figura 24. Entrada de dados para o modelo CAPM para ajuste dos retornos dado o risco da atividade. Fonte: Damodaran, US FED, S&P, Yahoo Finance, JP Morgan, elaboração dos autores.	41
Figura 25. Entrada de dados para o modelo WACC para cálculo do custo de capital médio ponderado. A entrada de dados K_e é a saída de dados do modelo CAPM. Fonte: Damodaran, US FED, S&P, Yahoo Finance, JP Morgan, BNDES, Ministério da Agricultura, IBGE, CPI. Elaboração dos autores.	41
Figura 26. Mostra a sensibilidade de cada perfil em relação às principais variáveis que compõe o custo de capital, com melhores e piores cenários em relação ao cenário base. Elaboração dos autores.	42
Figura 27. Resumo comparando as taxas de desconto utilizados por empresas de capital aberto para trazerem ao valor justo seus ativos biológicos e os resultados obtidos na presente monografia. Fonte: relatório contábil aos investidores das empresas dos anos 2012 a 2017. Elaboração dos autores.	43
Figura 28. Resultado ajustados pelo custo de capital dos retornos dos estudos de caso e dos “benchmarks”. Os pontos “Cs” indicam os estudos de caso e os pontos “Bs” indicam o benchmark. Elaboração dos autores.	44
Figura 29. Resultado ajustados pelo custo de capital dos retornos dos estudos de caso e dos “benchmarks” no caso do <i>payback</i> descontado. A necessidade de caixa é o ponto de mínima do fluxo de caixa livre acumulado. Os pontos “Cs” indicam os estudos de caso e os pontos “Bs” indicam o benchmark. Elaboração dos autores.	45
Figura 30. Resultado agregados pelo custo de capital dos retornos dos estudos de caso e dos seus “benchmarks”, as bandas inferiores e superiores indicam o desvio padrão da média com 95% de confiança. Elaboração dos autores.	46
Figura 31. Resultado agregados pelo custo de capital dos retornos dos estudos de caso e dos seus “benchmarks”, as bandas inferiores e superiores indicam o desvio padrão da média com 95% de confiança. A necessidade de caixa nesse caso leva em consideração a aquisição do ativo fundiário. Elaboração dos autores.	46

Figura 32. Resultado da sensibilidade da TIR em função da variação no preço de todos os produtos dos ativos. Para os casos de B1 a B8 referir-se a tabela 2. Elaboração dos autores.	48
Figura 33. Cenários de retorno mediante a variação nos preços reais da madeira serrada tropical. Elaboração dos autores.	49
Figura 34. Valorização real dos ativos fundiário nas principais geografias da área de estudo, ano base 2007 ano final 2016. Fonte Fnp Agriannual. Elaboração dos autores.	50
Figura 35. Cenários de compra do ativo fundiário e arrendamento e seu impacto na necessidade de capital para construir os ativos. Análise feita para os ativos de silvicultura com espécies nativas. Elaboração dos autores.	50
Figura 36. Impacto do capital natural na TIR dos estudos de caso e o resultado consolidado em um cenário de economia de baixo carbono. Elaboração dos autores.	52
Figura 37. Estratégia consolidada de avaliação de projetos e investimentos com espécies nativas. Adaptado de: <i>Conservation Finance from Niche to Mainstream: The Building of an Institutional Asset Class</i> . Credit Suisse e McKinsey, 2016. Elaboração dos autores.	54
Figura 38. As barras azuis representam a Taxa Interna de Retorno (TIR) nos cenários referenciais para a Mata Atlântica, a TIR incremental relativa a uma mudança em cada variável mantendo todas as demais constantes, e o cenário combinado, mudando três variáveis ao mesmo tempo e mantendo todas as outras constantes. Elaboração dos autores.	57
Figura 39. As barras azuis representam a Taxa Interna de Retorno (TIR) nos cenários referenciais para a Amazônia, a TIR incremental relativa a uma mudança em cada variável mantendo todas as demais constantes, e o cenário combinado, mudando três variáveis ao mesmo tempo e mantendo todas as outras constantes. Elaboração dos autores.	58
Figura 40. Comparação entre cenário referencial da Mata Atlântica com combinação de espécies nativas e cenário melhorado com P&D. A escala que equaliza o custo de capital é de 1.285 hectares. Elaboração dos autores.	60
Figura 41. Os índices de C/B são o Capex /VPL. O C/B marginal foi traçado para inferir a escala mais vantajosa, uma vez que os índices de C/B tendem ao infinito. Elaboração dos autores.	61
Figura 42. Comparação da análise de custo-benefício entre os cenários propostos. Os índices de C/B correspondem a carbono estocado por hectare/Capex por hectare. Elaboração dos autores.	63
Figura 43. Resultados gerais da análise de custo-benefício e escala ótima de silvicultura com espécies nativas que justificam o investimento em P&D. Elaboração dos autores.	64

Lista de Tabelas

Tabela 1. Lista do.....	7
Tabela 2. Lista das premissas para avaliação econômica de fluxo de caixa descontado. Fonte os autores.	17
Tabela 3. Premissas e cenários do modelo com base nos resultados esperados da plataforma de P&D. Fonte: os autores.	21
Tabela 4. Dados resumidos para a análise de custo-benefício relativa ao carbono. Fonte: os autores.....	23
Tabela 5. Resultado dos índices de preços deflacionados para espécies de madeira serrada no mercado doméstico. Fonte: dados do CEPEA, elaboração dos autores.	31
Tabela 6. Resultado dos índices de preços deflacionados para espécies de madeira serrada no mercado internacional. Fonte: ComexStat-MDIc, Banco Central do Brasil, e IBGE, elaboração dos autores.	33
Tabela 7. Correlação entre inflação e preços nominais. Fonte: CEPEA e IBGE, elaboração dos autores...	34
Tabela 8. Resultados dos índices de volatilidade para o mercado internacional em moedas real e dólar e no mercado doméstico em moeda real. Fonte: CEPEA e ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.....	35
Tabela 9. Resultados dos índices de volatilidade para as principais espécies carro chefe e para consórcio dos SAFs. Fonte: Fnp Agriannual, 2017 elaboração dos autores.....	36
Tabela 10. – Características de diferentes tipos de investidores. Fonte: modificado de Schweser notes, 2017. Elaboração dos autores.....	52
Tabela 11. – Características dos diferentes arranjos das empresas estudadas. Fonte: Amata (relatório contábil 2017); Symbiosis (the business of planting trees - WRD); CAMTA (Climate Smart Agriculture Alimi Impact Ventures). Elaboração dos autores.....	54

1. INTRODUÇÃO

1.1 Florestas e Clima – Contexto global, realidade Brasileira

Um dos objetivos do Acordo de Paris sobre Mudanças do Clima em 2015 era impulsionar esforços ambiciosos para limitar o aumento da temperatura média global a 2°C até o final deste século. Agora é mais importante do que nunca capturar carbono e reduzir as emissões por meio do reflorestamento de terras degradadas, impulsionar a agricultura de baixo carbono e reduzir o desmatamento e a degradação florestal. Estas são algumas das maneiras mais eficientes em termos de custo para mitigar o aquecimento global (McKinsey, 2007 e NCE, 2014) e, ao mesmo tempo, garantir a conservação da biodiversidade, a prestação de serviços ambientais e as oportunidades de emprego e renda.

Para o cumprimento das metas mundiais atuais de restauração florestal previstas nas iniciativas internacionais do “*Bonn Challenge*” de restaurar 150 milhões de hectares (ha) até 2020 e na “*New York Declaration on Forests*” que adiciona outros 200 milhões de hectares até 2030, e, ainda, cumprir a meta do Brasil, apresentada em Paris (NDC) sob a Convenção da ONU sobre Mudanças Climáticas de restaurar e reflorestar 12 milhões de ha, é necessário por em curso um processo de restauração e reflorestamento em larga escala. Isso só poderá acontecer se forem incluídos, no pacote de soluções, modelos com fins econômicos. O alcance dessa escala dependerá principalmente da promoção de um programa pré-competitivo de desenvolvimento da silvicultura de espécies arbóreas nativas do Brasil, que inclusive é uma das propostas da Coalização Brasil Clima, Florestas e Agricultura para viabilizar uma economia de baixo carbono. Ainda, além da silvicultura o manejo de florestas naturais sob concessão são sem dúvida um dos instrumentos mais efetivos para a mitigação do aquecimento global, uma vez que, mais de 50% das emissões Brasileiras de CO₂ são provenientes da conversão de florestas e de incêndios florestais (MCTI, 2014).

O Brasil possui uma vocação natural florestal e tem despontado como referência no fornecimento de produtos provenientes da floresta (madeira, alimentação, óleos e resinas) e serviços ambientais, graças às funções ecossistêmicas de suas florestas. Além disso, o Brasil detém um extenso patrimônio florestal, com mais de 500 milhões de hectares de florestas nativas e aproximadamente 8 milhões de hectares de florestas plantadas (IBÁ, 2014). Em contrapartida, considerando o

histórico do uso do solo inadequado, o país possui atualmente entre 21 milhões e 12 milhões de ha de áreas de passivo ambiental (dependendo da referência utilizada), sendo que uma parte significativa desse passivo será reduzido através da restauração e reflorestamento com espécies nativas. Além disso, estima-se que no Brasil existem pelo menos 30-70 milhões de hectares de pastagem degradadas com baixa aptidão agrícola que poderiam se beneficiar da restauração e reflorestamento (Dias-Filho, 2014). Neste contexto, são necessários esforços para viabilizar uma silvicultura para a formação de florestas nativas com fins econômicos.

Os investimentos institucionais em projetos comerciais de reflorestamento representam atualmente uma indústria de USD 100 bilhões (New Forests, 2015) nos Estados Unidos e de USD 35 bilhões no Brasil. Apesar do tamanho da indústria de reflorestamento com pinus e eucalipto, o investimento em espécies arbóreas nativas é quase zero. De acordo com dados da FAO, 2017 dos 4 bilhões de hectares de florestas que cobrem 1/3 do território mundial, apenas 264 milhões de hectares são florestas plantadas. Para atender à crescente demanda por madeira, 100 milhões de hectares de plantações florestais poderão ser necessárias até o ano de 2050, resultando em 2 bilhões de metros cúbicos a mais do que a atual produção, que é de 1,5 bilhão de metros cúbicos por ano. Esses números são baseados nos negócios convencionais, em que a demanda por madeira tem crescimento histórico próximo de 1,0% ao ano. Em um cenário de economia de baixo carbono, com substituição de produtos de origem fóssil (WWF, 2014) por madeira, esse crescimento pode chegar a 4% por ano, totalizando uma demanda por madeira de 7 bilhões de m³ por ano em 2050 (WBCSD, 2015). A demanda por espécies de árvores tropicais ainda causa muita incerteza pelo lado da demanda devido à comercialização ilegal de madeira. Estima-se que 50% da madeira tropical comercializada no mundo tenha origem ilegal, e isso pode chegar a 70% na Amazônia brasileira. A produção de madeira em tora na Amazônia, de acordo com estimativas do Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2015), é de 13 milhões de m³ por ano, gerando uma receita anual de R\$ 8 bilhões (US\$ 1 = R\$ 3,85) e 200 mil empregos. Ainda, pelo lado da oferta, foi observada uma redução de 40% na produção de madeira nos dez últimos anos na Amazônia brasileira. Esse cenário mostra o enorme desafio das florestas tropicais, bem como uma grande oportunidade de produzir espécies arbóreas nativas em sistemas silviculturais. No entanto, para desenvolver uma nova economia florestal tropical, é necessário combater o comércio ilegal de madeira a fim de evitar a concorrência desleal no que tange a custos (evasão fiscal, custos trabalhistas, colheita, entre outros)

e preço de mercado por parte de madeireiras ilegais, que representam até 70% (BVRio, 2016) do mercado. A boa notícia é que a sociedade civil e o setor privado estão empenhados em reprimir o comércio ilegal de madeira por meio da Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura.

1.2 A importância de se construir estudos de casos com silvicultura de espécies nativas e sistemas agroflorestais.

No mercado de capitais global existe um histórico de risco e retorno de mais de 100 anos para diversas classes de ativos e empresas de capital aberto. Ainda, é possível encontrar e produzir informações de como essas diversas classes de ativos se correlacionam umas com as outras, com a economia e inflação, ou seja, o nível de informação é grande o suficiente para a tomada de decisão para investimento, dado seu perfil de risco e retorno. Apesar das espécies arbóreas nativas brasileiras existirem há milhares de anos, e apesar de algumas boas experiências comerciais com elas, não temos nenhum histórico sobre essa classe de ativos do ponto de vista do mercado de capitais. Dessa forma, construir os “business cases” em curso no Brasil com árvores nativas e sistemas agroflorestais é fundamental para criar esse histórico e fazer que com o reflorestamento com espécies nativas e sistemas agroflorestais ganhe escala. Além de analisar os casos propostos são feitas várias referências e proxies com classes de ativos próximas e que possuem um histórico longo¹, como: reflorestamento com espécies exóticas e manejo de florestas naturais (tipicamente no hemisfério norte).

Mais de 100 milhões de ha de florestas na Amazônia Brasileira são passíveis de concessão (VERÍSSIMO et al., 2000). Entretanto, apenas recentemente, em 2006, o governo Brasileiro abriu a oportunidade para investimentos no manejo de florestas naturais em detrimento a uma política historicamente voltada apenas para a conservação integral dessas florestas. De acordo com Banerjee e Alavalapati (2009), o governo instituiu a meta de estabelecer 13 milhões de hectares de florestas nacionais (FLONA) em concessões até o ano de 2020, o que corresponde a 2% da área do país ou 5% da área florestal do Brasil. Segundo a Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura, uma iniciativa formada no ano de 2015 para contribuir para o avanço do uso sustentável das florestas, agricultura sustentável e mitigação e adaptação às mudanças climáticas, indica que para

¹ S&P Global Timber & Forestry Index. É composto de 25 das maiores empresas de capital aberto que se dedicam à propriedade, gestão ou a cadeia superior de suprimentos de florestas e regiões madeireiras. Disponível em: <<https://us.spindices.com/indices/equity/sp-global-timber-and-forestry-index#>>. Acesso em 17 Dec. 2017.

suprir a demanda nacional de madeira tropical, estima-se que são necessários 30 milhões de hectares de área sobre regime de manejo, ou 7% da área da floresta Amazônica.

O projeto de Valorização Econômica do Reflorestamento com Espécies Nativas (VERENA) visa dar escala e promover o reflorestamento com espécies nativas e sistemas agroflorestais como uma das soluções de curto prazo mais eficientes em termos de custo para a mitigação das mudanças climáticas e a adaptação a elas. O projeto VERENA analisa oportunidades de negócios com espécies arbóreas nativas e sistemas agroflorestais (SAFs) no Brasil a fim de criar um portfólio de modelos econômicos que atraia investidores.

Os diferentes ativos avaliados no projeto VERENA podem ser traduzidos pelo conceito de “contínuo florestal” (BATISTA et al., 2017). O contínuo florestal apresenta as diferentes tipologias de uso da terra (figura 1), desde florestas primárias até a agricultura de baixo carbono. Ainda que não seja possível diferenciar com exatidão as diversas tipologias, é importante entender que cada uma tem um conjunto de produtos e serviços com diferentes potenciais para atender às demandas da sociedade.



Figura 1. Contínuo florestal e suas tipologias. Fonte: Batista et al., 2017.

1.3 Alavancas para uma nova silvicultura de espécies nativas – Capital Natural e PD&I.

Todo ativo real pode ser valorado, e a chave para investir nesses ativos e fazer sua gestão é entender a fonte de seu valor. Desconsiderar o valor do capital natural é uma das maiores limitações dos métodos de valoração de ativos atuais (TEEB, 2010), embora haja uma metodologia bastante conhecida para a avaliação dos serviços de ecossistemas, que foi desenvolvida pela iniciativa TEEB

(*The Economics of Ecosystem and Biodiversity* – “A Economia do Ecossistema e da Biodiversidade”).

Externalidades referem-se a situações em que produção ou consumo de bens e serviços impõe custos ou benefícios em terceiros, que não estão refletidos ou incluídos nos preços dos bens e serviços fornecidos (OCDE).

Dentre o universo dos principais drivers de retorno, a produtividade e os preços são as variáveis que possuem maior influência nos retornos. Os componentes e fator chave de risco e retorno dos investimentos em reflorestamento com espécies nativas são: crescimento do ativo biológico; preço da madeira; ativo fundiário; incêndios; pragas e doenças; catástrofes climáticas; liquidez; oferta e demanda para madeira. Como a variável preço é dada pelo mercado investir em pesquisa e desenvolvimento para aumentar produtividade se torna fundamental para sustentar os retornos no médio e longo prazo. O grande sucesso da agricultura e silvicultura brasileira sempre estiveram atreladas à investimentos públicos e privados em P&D, e a expectativa é que a mesma dinâmica acontece com as espécies arbóreas nativas.

Risco e retorno são variáveis que estão sempre correlacionadas (figura 2). O capital é remunerado de duas maneiras: pelo valor do dinheiro no tempo e pelo risco. Dessa forma, conseguimos comparar projetos com diferentes horizontes e riscos atrelados.

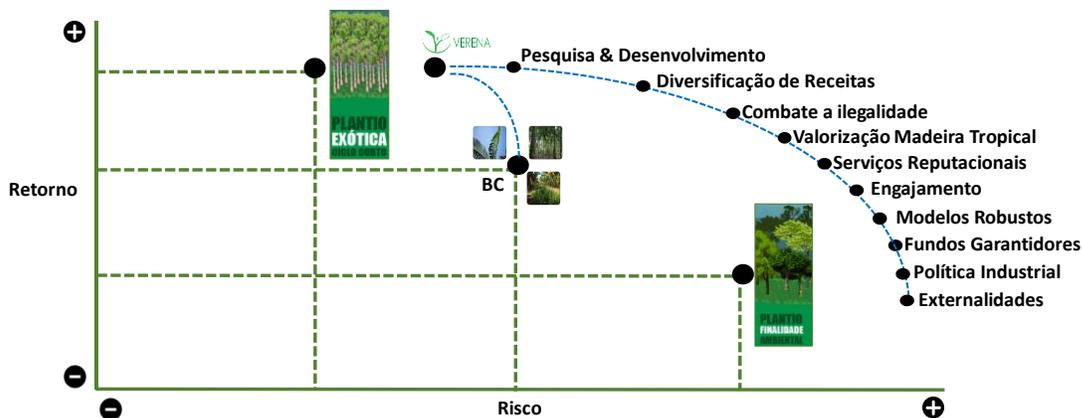


Figura 2. Diversas variáveis são necessárias para melhorar o padrão de risco e retorno do reflorestamento com espécies nativas, o diagrama compara qualitativamente a silvicultura comercial, silvicultura com finalidade ambiental e silvicultura com espécies nativas (BC).
Elaboração dos autores.

Aplicação de novas tecnologias pode aumentar a produtividade, reduzir os ciclos florestais e criar mais valor por cada unidade de biomassa produzida. Dessa maneira, é possível aumentar o fornecimento futuro de madeira e a adaptação dos sistemas produtivos às mudanças climáticas.

1.4 Hipótese e Objetivo

A silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais (SAF) deve promover no futuro uma nova economia para o uso da terra no Brasil, promovendo o uso de madeiras tropicais de origem responsável.

O objetivo dessa monografia é avaliar, o mercado de madeira tropical em termos de volumes e preços e sua dinâmica no Brasil e no mundo. Avaliar a viabilidade da silvicultura de espécies nativas e SAFs na produção de madeira e serviços ambientais, bem como o aumento da sua competitividade através de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação.

Hipótese 1 – A silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais são viáveis economicamente.

Hipótese 2 – A remuneração dos serviços ambientais (carbono, água), o uso econômico da Reserva Legal e investimento em PD&I melhoram a competitividade da silvicultura com espécies arbórea nativas.

Para responder às hipóteses, foram avaliados casos reais de silvicultura com espécies nativas e SAF, a avaliação do mercado madeireiro tropical, e cenários de viabilidade dado a remuneração do capital natural e o aumento da competitividade do setor através de investimentos em P&D.

2. MÉTODOS

2.1 Estudos de Caso

O projeto avaliou um total de 12 casos, composto por 8 casos de sistemas agroflorestais e 4 por silvicultura de espécies nativas. Esses 12 casos estão entre as experiências mais consolidadas e de maior escala encontradas no país. Os critérios usados na seleção dos 12 casos de investimento seguiram a metodologia para responder a cinco perguntas: i) Tem um propósito comercial claro ao vender produtos em um mercado estabelecido? ii) É escalável? iii) Poderia ser replicado em outras

regiões, especialmente em áreas degradadas? iv) Tem externalidades positivas para o capital natural? e v) Promove bem-estar social e econômico?

O foco da presente monografia é nos casos da silvicultura de nativas e SAF (tabela 1) (consórcio entre várias espécies nativas, consórcio entre espécies nativas e exóticas e monocultivo de espécie nativa). Esses casos foram ainda comparados com o plantio de eucalipto e cultura permanentes comumente encontrada nos SAF de forma a se ter um “*benchmark*” para comparar a viabilidade desses sistemas, uma vez que benchmarks precisam ter característica de risco e retorno comparáveis ao investimento avaliado.

Tabela 1. Lista do

s estudos de caso, e seus benchmarks separados por silvicultura e sistemas agroflorestais (AM = Amazônia; MA = Mata Atlântica e CE = Cerrado). Fonte: os autores.

CASO	ANO DE INÍCIO DO PROJETO	ÁREA (HA)	TIPOLOGIA	ESPÉCIES	LOCALIZAÇÃO
AMATA	2008	3.991	Silvicultura	Paricá (<i>Schizolobium amazonicum</i>)	AM/Paragominas/PA
SYMBIOSIS	2008	1.500	Silvicultura	Espécies nativas (22)	MA/Porto Seguro/BA
FAZ. SANTO ANTÔNIO	2013	13	Silvicultura	Espécies nativas (11)	MA/Araras/SP
FAZENDA JAÍBA	2007	40	Silvicultura	Mogno (<i>Swietenia macrophylla</i>)	CE/Jaíba/MG
EUCALIPTO 1			Monocultura	<i>E. urograndis</i>	MA/SP
EUCALIPTO 2			Monocultura	<i>E. urograndis</i>	MA/BA
EUCALIPTO 3			Monocultura	<i>E. urograndis</i>	Fnp Economics
FAZ. DA TOCA	2012	100	Agrofloresta	Citros + espécies nativas (5)	MA/Itirapina/SP
TNC – SAF cacau	2014	312	Agrofloresta	Cacau + banana + espécies nativas (5)	AM/São Félix do Xingu/PA
FAZENDA JAÍBA I	2007	40	Agrofloresta	Mogno brasileiro + banana	CE/Jaíba/MG
FUTURO FLORESTAL I	2009	40	Agrofloresta	Pupunha + espécies nativas (4)	MA/Garça/SP
FUTURO FLORESTAL II	2010	40	Agrofloresta	Café + espécies nativas (4)	MA/Garça/SP
SUCUPIRA AGROFLORESTAL	2015	45	Agrofloresta	Cacau + Espécies nativas (5)	MA/Valença/BA
AGRO INDUSTRIAL ITUBERÁ	2015	60	Agrofloresta	Cacau + seringueira + banana	MA/Ituberá/BA
C.A.M.T.A.	2008	5.000	Agrofloresta	Cacau + açaí + espécies nativas (4)	AM/Tomé-Açu/PA
CACAU			Monocultura		MA/Bahia
CAFÉ			Monocultura	Arábica	CE/São Paulo
CITROS			Monocultura	Limão Taiti	MA/São Paulo
PUPUNHA			Monocultura	Palmito	MA/São Paulo

BANANA	Monocultura	Nanica	MA/São Paulo
MANDIOCA	Monocultura		MA/Paraná

2.1.1 Descrição dos Estudos de Caso

AMATA

A AMATA é uma empresa que disponibiliza e comercializa madeira certificada, sólida, serrada e para processo, com garantia de origem, através do manejo de baixo impacto e do plantio de florestas. A rotação é de 7 anos, o povoamento é equiâneo, no espaçamento 3x3 com 1.111 plantas por hectare plantados de forma manual, com 76 atividades operacionais e com mudas obtidas em viveiros de terceiros germinadas por semente. A madeira do Paricá possui densidade de 0,3 g/cm³ e é usada no segmento industrial de laminado (compensado), sendo comercializada na forma de lâminas de capa de alto valor agregado e de miolo para a indústria de compensado no sul do Brasil. O clima em Paragominas é tropical (Am). Na maioria dos meses do ano, há pluviosidade significativa, com apenas uma curta época seca. A temperatura média anual é de 26,6 °C, e a pluviosidade média anual é de 1.805 mm.

SYMBIOSIS

A SYMBIOSIS é uma empresa brasileira do setor florestal focada em investimentos e operação. Transforma áreas degradadas em áreas de produção florestal, com espécies do próprio bioma. A rotação é de 30 anos (espécies fim) densidade de plantio de 833 plantas / ha e 18 anos (espécies acessórias) densidade de plantio de 555 plantas / ha. O plantio é manual e conta com 52 atividades operacionais. A maioria das mudas é obtida em viveiro próprio. A plantação reúne 26 diferentes espécies de dois grupos ecológicos: espécies acessórias, com produção de madeira com menor valor agregado e saída do sistema em até 18 anos; e espécies fim, com maior valor agregado e saída do sistema em até 30 anos, o final do horizonte de planejamento. Os plantios possuem combinações de 2 a 6 espécies no talhão, separadas em diferentes linhas. O manejo florestal inclui o desbaste e enriquecimento. A produção do sistema é para comercialização no segmento de madeira serrada nobre. O clima local é tropical (Af), com pluviosidade significativa ao longo do ano. A temperatura média é de 24,4°C, e a média anual de pluviosidade é de 1.624 mm.

01. Cedrão (*Toona ciliata*);
02. Eucalipto (*Eucalyptus cloeziana*);
03. Ipê felpudo (*Zeyheria tuberculosa*);
04. Mogno africano (*Khaya senegalensis*);
05. Mogno asiático (*Melia azedarach*);
06. Peladão (*Terminalia ivorensis*).

07. Óleo de copaíba (*Copaifera langsdorffii*);
08. Putumujú (*Centrolobium robusta*);
09. Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*);
10. Jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra*);
11. Gibatão (*Astronium fraxinifolium*);
12. Gonçalves Alves (*Astronium concinnum*);
13. Peroba Amarela (*Paratecoma peroba*);
14. Vinhático (*Plathymenia foliolosa*);
15. Aderne (*Astronium graveolens*);
16. Angelim da baixada (*Andira anthelmia*);
17. Jueirana vermelha (*Parkia pendula*);
18. Louro (*Cordia trichotoma*);
19. Jenipapo (*Genipa americana*);
20. Jequitibá rosa (*Cariniana legalis*);
21. Caxeta (*Simaruba amara*);
22. Angelim pedra (*Andira ormosioides*);
23. Macanaíba pele de sapo (*Bowdichia virgilioides*);
24. Angico vermelho (*Parapiptadenia pterosperma*);
25. Ipê ovo de macuco (*Handroanthus serratifolius*);
26. Angico curtidor (*Anadenanthera peregrina*).

FAZENDA SANTO ANTÔNIO

É uma tradicional produtora de café do interior do estado de São Paulo que inova com o plantio comercial de árvores nativas, sob a orientação de especialistas da ESALQ/USP e BIOFLORA. A rotação prevista é de 40 anos. O plantio é manual, a densidade é de 1.111 plantas / ha com 37 atividades operacionais, e escalonado em linhas de recobrimento. Isso significa que no ano zero são semeadas as plantas adubadeiras e plantadas as árvores do grupo de recobrimento. No ano seguinte são plantadas as madeireiras. Essa lógica de plantio segue os princípios da sucessão ecológica, o que aumenta a chance de sucesso do sistema. O objetivo é a produção de madeira, sendo que as árvores de ciclo curto são colhidas entre 11 e 18 anos, enquanto as árvores de ciclo longo permanecem no sistema por até 40 anos, que é o horizonte de planejamento. O clima local (Cwa) é quente e temperado, e o verão tem muito mais pluviosidade do que o inverno. A pluviosidade média anual é de 1312 mm, e a temperatura média anual é de 20,3°C.

Madeireiras

1. Angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*)
2. Guaritá (*Astronium graveolens*)
3. Araribá (*Centrolobium tomentosum*)
4. Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*)
5. Canafístula (*Peltophorum dubium*)
6. Ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*)
7. Jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*)
8. Jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*)
9. Louro-pardo (*Cordia trichotoma*)
10. Pau-marfim (*Gliricidia sepium*)
11. Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*)

Adubadeiras

12. Crotalária (*Crotalária sp.*)
13. F. Guandu anão (*Cajanus cajan*)
14. Milheto (*Pennisetum sp.*)
15. Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*)

Recobrimento

16. Algodoeiro (*Heliocarpus popayanensis*)
17. Capixingui (*Croton floribundus*)
18. Crindiúva (*Trema micranta*)
19. Fruto-de-Sabiá (*Acnistus arborescens*)
20. Fumo bravo (*Solanum granuloseprosum*)
21. Ingá-banana (*Inga vera*)
22. Mata-pasto (*Senna alata*)
23. Mutambo (*Guazuma ulmifolia*)
24. Pau cigarra (*Senna multijuga*)
25. Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou*)
26. Sangra D'água (*Croton urucurana*)

FAZENDA JAÍBA

É uma empresa familiar, localizada dentro do projeto de irrigação Jaíba, sob a concessão da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf). O modelo do negócio se baseia na distribuição de cotas entre os membros da família, e parte é destinada à produção de mogno amazônico e banana. Rotação do plantio é de 20 anos, com densidade de 625 plantas / ha. A região é tipicamente produtora de banana irrigada, o plantio é manual, irrigado, com 39 atividades operacionais mapeadas. Constata-se exigência de controle da broca do ponteiro do mogno, *Hypsipyla grandella*, através de estratégias do manejo silvicultural e uso de inseticidas químicos. O clima é tropical (Aw), com muito mais pluviosidade no verão do que no inverno. Não chove em julho, o mês mais seco do ano. A maior precipitação ocorre em dezembro, que registra a média de 197 mm. A pluviosidade anual média é de 834 mm, e as temperaturas giram em torno de 24,5°C. Como o sistema é irrigado, a água não é fator restritivo.

EUCALIPTO

Os plantios de eucalipto foram utilizados para serem comparados como benchmark, considera-se um plantio 3x3 metros, com a modalidade de venda da madeira em pé. Os dados foram coletados junto à 2 empresas.

FAZENDA DA TOCA

É uma empresa brasileira com produção orgânica. Produz frutas, ovos e grãos, e conta com mais de 2.300 ha. Entre os seus princípios estão a experimentação/inação de práticas agroecológicas e a produção de forma regenerativa, diversa e integrada. O plantio avaliado é manual, com 84 atividades operacionais. A principal cultura é o citros, limão, em sistema consorciado com espécies madeireiras (5), culturas agrícolas (3) e adubadeiras (2). O manejo utiliza os princípios da agricultura sintrópica, com práticas agroflorestais regenerantes do sistema solo-planta-água. Destaca-se o pioneirismo e a inovação na utilização de tratores e implementos desenvolvidos especificamente para as atividades agroflorestais em larga escala. A produção do sistema é para fornecimento de insumo para a indústria alimentícia. As culturas agrícolas anuais permanecem no sistema até o ano 1, enquanto as madeiras de ciclo curto ficam até o ano 8 e as de médio ciclo até o final do horizonte de planejamento. O clima do local é quente e temperado (Cwa), com temperatura média de 19,6°C e pluviosidade média anual de 1367 mm.

1. Citros *Citrus latifolia* P.E. flying dragon 909
2. Araribá *Centrolobium tomentosum* 100
3. Eucalipto *Eucalyptus urograndis* 50
4. Guapuruvu *Schizolobium parahyba* 50

5. Ipê Felpudo *Zeyheria tuberculosa* 50
6. Mogno Africano *Khaya senegalensis* 100
7. Gengibre *Zingiber officinale* 455
8. Inhame *Dioscorea* spp. 455

CACAU MAIS FLORESTA - TNC

A TNC é uma organização internacional sem fins lucrativos que atua na área ambiental. No Brasil, a TNC foca em segurança hídrica, agropecuária sustentável e infraestrutura. O plantio avaliado é de produção familiar de cacau em sistemas agroflorestais, executado como alternativa ao desmatamento e opção de restauração florestal no Sul e Sudeste do Pará. O plantio avaliado é manual, com 35 atividades operacionais. O manejo florestal considera a introdução de culturas agrícolas anuais para subsistência familiar e para o comércio do excedente. O milho e a mandioca permanecem no sistema até o primeiro ano, e a banana até o sétimo. O plantio das madeiras ocorre exclusivamente para a colheita de sementes e frutos. A madeira não é considerada como produto gerado. Neste sistema são plantadas, ainda, 52 árvores nativas para fins de beleza cênica, desconsideradas, portanto, para a avaliação econômica. O clima do local é tropical (Am), e há pluviosidade significativa na maioria dos meses do ano. A precipitação média anual é de 2035 mm e a temperatura média anual é de 25,2°C.

Espécies Plantas/ha

1. Cacau *Theobroma cacao* 1111
2. Banana *Musa* sp. 111
3. Mandioca *Manihot esculenta* 3300
4. Milho *Zea mays* 3300

Espécies Plantas/ha

5. Andiroba *Carapa guianensis* 4
6. Mogno amazônico *Swietenia macrophylla* 2
7. Mogno africano *Khaya ivorensis* 5
8. Pequi *Caryocar brasiliense* 1
9. Castanha do Brasil *Bertholletia excelsa* 1

FAZENDA JAÍBA II

A região é tipicamente produtora de banana irrigada. O plantio avaliado é manual, irrigado, com 63 atividades operacionais. Constata-se exigência de controle da broca do ponteiro do mogno, *Hypsipyla grandella*, através de estratégias do manejo silvicultural. O clima é tropical (Aw), com muito mais pluviosidade no verão do que no inverno. A pluviosidade anual média é de 834 mm, e as temperaturas giram em torno de 24,5°C. Como o sistema é irrigado, a água não é fator restritivo.

Espécies Plantas/ha

1. Mogno amazônico *Swietenia macrophylla* 625
2. Banana *Musa* sp. 1651

FUTURO FLORESTAL I

É uma empresa brasileira que realiza implantação, gestão, consultoria e assessoria florestal para os plantios com espécies nativas brasileiras e exóticas, visando à produção comercial e sustentável de madeira nobre tropical. A introdução da pupunha consorciada com árvores nativas é um pioneirismo na região. A colheita da pupunha começa em meados do ano 2 e, a partir daí, realiza-se quatro vezes ao ano. As espécies madeireiras sofrem desbaste nos anos 7 e 14 e colheita no final do horizonte de planejamento. Neste modelo foram mapeadas 40 atividades operacionais. O clima é classificado como Cfa. Garça tem uma temperatura média de 19,9 °C e pluviosidade média anual de 1306 mm.

Espécies Plantas/ha

1. Pupunha *Bactris gasipaes* 3013
2. Jequitibá rosa *Cariniana legalis* 80
3. Guanandi *Calophyllum brasiliense* 80
4. Louro pardo *Cordia trichotoma* 80
5. Mogno africano *Khaya senegalensis* 80

FUTURO FLORESTAL II

Garça está localizada em uma região tradicionalmente produtora de café, o que faz com que este modelo mecanizado seja atrativo para o plantio de árvores consorciado com a cultura local. A partir do ano 2 já é possível colher o café, mas a produção plena ocorrerá somente no ano 4. As espécies madeireiras sofrem desbaste no ano 10 e colheita no final do horizonte de planejamento (20 anos). Neste modelo foram mapeadas 46 atividades operacionais.

Espécies Plantas/ha

1. Café arábica *Coffea arábica* 2604
2. Jequitibá rosa *Cariniana legalis* 162
3. Guanandi *Calophyllum brasiliense* 489
4. Mogno africano *Khaya ivorenses* 54
5. Mogno africano *Khaya senegalensis* 163

SUCUPIRA AGROFLORESTAS

É uma empresa produtora de madeiras nobres e alimentos orgânicos em agroflorestas sucessionais de elevada biodiversidade. Agrofloresta sucessional consorciada com 18 espécies produtivas e 2 adubadeiras. O plantio foi iniciado em um sítio de pastagem degradada, com solos profundos, bem drenados, ácidos e distróficos, idealizado para a produção de madeiras, especiarias, palmitos e

frutas. A produção de madeira ocorre em sistema silvicultural de “stands” inequiâneos mistos, com 3 rotações escalonadas no tempo e colheitas concentradas em ciclos de 17, 25 e 30 anos. Neste modelo foram mapeadas 59 atividades operacionais.

Espécies Plantas/ha

1. Abacaxi *Ananas comosus*
2. Banana da terra *Musa sp.*
3. Juçara perfilhada *Euterpe edulis*
4. Açai *Euterpe oleracea*
5. Cacau *Theobroma cacao*
6. Cupuaçu *Theobroma grandiflorum*
7. Abiu amarelo *Polteria caimito*
8. Jaboticaba *Plinia jaboticaba*
9. Jaboticaba *Plinia trunciflora*
10. Pimenta do Reino *Piper nigrum*
11. Urucum *Bixa Orellana*
12. Cravo da Índia *Syzygium aromaticum*
13. Aipim *Manihot sculenta*

Espécies Plantas/ha

14. Jacarandá *Dalbergia nigra*
15. Vinhático *Plathymenea foliolosa*
16. Ipê ovo de macuco *Handroanthus serratifolius*
17. Mogno africano *Khaya ivorensis*
18. Mogno amazônico *Swietenia macrophylla*

AGRO INDUSTRIAL ITUBERÁ

É uma empresa pioneira na heveicultura na Bahia, com atuação principal no beneficiamento de borracha natural. Atualmente, está diversificando a produção com novas culturas. O modelo consorciado de cacau/seringueira/banana foi desenvolvido pela CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira) e é resultado de vários anos de pesquisa, consistindo no plantio da seringueira em blocos duplos, com o cacau na zona intermediária. Isso propicia uma insolação plena do cacau nos primeiros anos e posterior sombreamento ao atingir a idade juvenil, requisitos dessa espécie. O cacau inicia a produção plena aos quatro anos, e a seringueira aos sete. A banana é inserida nas entrelinhas do cacau, produzindo do ano 1 ao 4 e propiciando retorno econômico no curto prazo. Ituberá tem clima tropical, classificado como Af. A pluviosidade é significativa ao longo do ano, com média anual de 2095 mm. A temperatura média anual em Ituberá é de 24,6°C, com variações de 3,4°C durante o ano.

Espécies Plantas/ha

1. Cacau *Theobroma cacao* 833
2. Banana *Musa sp.* 833
3. Seringueira *Hevea brasiliensis* 400

C.A.M.T.A.

A Cooperativa Agrícola Mista de Tome-Açú – CAMTA foi fundada oficialmente por uma colônia de imigrantes japoneses em 1949. Produz e comercializa culturas agrícolas adequadas à condição

da Amazônia, por meio de sistemas agroflorestais, trabalhando com polpas de frutas processadas, cacau e pimenta do reino e espécies madeireiras. O modelo avaliado é denominado SAFTA (Sistema Agroflorestal de Tomé-Áçú) e é praticado por diversos agricultores na região. Esses plantios privilegiam a cobertura de biomassa acima da terra de floresta primária, preservando recursos hídricos e protegendo o solo e a biodiversidade da Amazônia. A sustentabilidade do SAFTA resulta na permanência de diversas culturas, que geram renda numa determinada área, formando uma cadeia sucessiva de produção em curto, médio e longo prazo. No caso avaliado, são privilegiadas a cultura do cacau, do açaí e da andiroba, de onde é extraído um óleo valioso para a indústria de cosméticos. O clima em Tomé-Açu é tropical, com pluviosidade significativa ao longo do ano. Segundo Köppen e Geiger, o clima é Af. A pluviosidade média anual é de 2438 mm, e a temperatura média anual chega a 26,8 °C, com pouca variação ao longo do ano.

Espécies Plantas/ha

1. Cacau *Theobroma cacao* 625
2. Açaí *Euterpe oleraceae* 400
3. Taperebá *Spondias mombin* 25
4. Andiroba *Carapa guianensis* 15
5. Ipê *Handroanthus avellaneda* 13
6. Mogno amazônico *Sweteania macrophylla* 10
7. Pimenta do reino *Piper nigrum* 2500
8. Abóbora *Curcubita moschata* 625
9. Maracujá *Passiflora sp.* 416

2.2 Mercado de Madeira – Volumes e Preços

Volumes

Foram coletadas e feitas as avaliações da produção de madeira no mundo e no Brasil para os últimos 55 anos (fonte de dados da FAO Stat; IBGE PEVS e ITTO), e para madeira serrada foi coletado a partir da base do ITTO desde 1994 (madeira de folhosas serrada não coníferas). Foram avaliadas as produções e consumo de madeira e o cenário de crescimento projetado em taxas compostas anuais a partir dos dados históricos.

Preços

Preços no mercado internacional foram coletados a partir da base do COMEX STAT do Ministério da Indústria, Comércio e Serviços a partir de 1997 de dois produtos, madeira serrada de Ipê² e de outras³ espécies. Foram cruzados os dados de valor FOB da exportação em dólar e do volume exportado em m³. Os preços no mercado nacional foram obtidos através da série histórica do CEPEA para as seguintes espécies⁴: Eucalipto; Ipê; Jatobá; Peroba; Maçaranduba; Angelim V.; Angelim P.; Cumaru.

As análises em relação aos preços foram as seguintes:

Mercado internacional:

- i) Evolução dos preços reais em dólares e em reais da série histórica deflacionado pelo CPI (Índice de preço ao consumidor nos EUA – Bureau of Labor and Statistics), ano base 1997;
- ii) Correlação entre preços e: câmbio (BRL/USD – Banco Central do Brasil); inflação (CPI); volume de produção; e volatilidade dos preços. Todos os dados são mensais.
- iii) Regressão para prever o preço da madeira em função das principais variáveis que afetam o preço.

Mercado nacional:

- i) Evolução dos preços reais da série histórica deflacionado pelo IPCA (IBGE), ano base 2002;
- ii) Correlação entre preços e: câmbio (BRL/USD – Banco Central do Brasil); inflação (IPCA) e volatilidade dos preços.

Ainda, foram coletados e analisados preços e volatilidade das culturas presentes nos sistemas agroflorestais para a análise econômica dos mesmos, através de bolsa de valores, mercados locais, associações e órgãos de governo.

² 44072920 - Madeira de ipê, serrada ou fendida longitudinalmente, cortada transversalmente ou desenrolada, mesmo aplainada, lixada ou unida pelas extremidades, de espessura superior a 6 mm. Coleta de dados mensais.

³ 44079990 - Outra madeira serrada ou fendida longitudinalmente, cortada transversalmente ou desenrolada, mesmo aplainada, lixada ou unida pelas extremidades, de espessura superior a 6 mm. Coleta de dados mensais.

⁴ Metodologia de coletas de preços mensais. Consideram-se os preços do metro cúbico do produto para venda no varejo. As pranchas têm 30 cm de largura e 5 cm de espessura.

A análise de preço e valores de terra para a execução do projeto foi coletado junto ao FnpAgriannual, foi feita a análise de valorização real do ativo fundiário, que no contexto da avaliação de viabilidade o ativo fundiário é sempre considerado minimamente como custo de oportunidade.

2.3 Viabilidade Financeira da Silvicultura com Espécies Nativas e Sistemas Agroflorestais

A viabilidade financeira utilizou o método de fluxo de caixa descontado, conforme proposto por Batista et al., 2017. Em função do horizonte temporal dos ativos estudados e da sua singularidade, foi utilizado o fluxo de caixa descontado (Damodaran, 2013) para valorá-los, sendo que a taxa de desconto é utilizada como medida para ajustar o risco ao retorno (figura 3). Além dessas análises, a viabilidade econômica depende da característica, circunstâncias, horizonte temporal e necessidades do investidor.



Figura 3. Valor dos ativos em função do retorno ajustado ao seu risco. A parte central da figura mostra como se encontra o valor do ativo a partir de produtos da economia real, enquanto na parte externa se somam à economia real as receitas advindas do capital natural, possível em uma economia de baixo carbono. Fonte: os autores.

Para ajustar o retorno dos ativos aos riscos dos investimentos, foram utilizados os modelos CAPM (Capital Asset Pricing Model) e WACC (Weighted Average Cost of Capital), propostos por Markowitz, 1952; Sharp, 1964 e Lintner, 1965. Adicionalmente, comparamos os resultados obtidos com as taxas que empresas de capital aberto utilizam para reportar o valor justo dos seus ativos biológicos através da norma IFRS 13. Para detalhamento da metodologia do cálculo e das premissas utilizadas para o custo de capital referir-se à Batista, et al., 2017.

No caso do volume quando se utiliza os preços de madeira serrada é necessário levar em conta a taxa de conversão da madeira em tora para serrado. Os preços devem levar em consideração a modalidade de venda (figura 4).

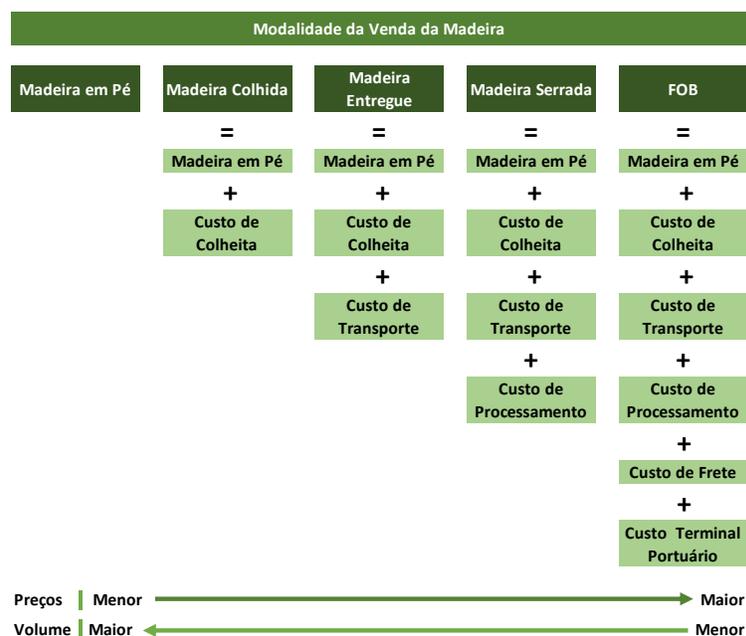


Figura 4. Para fazer a avaliação do ativo florestal é necessário ajustar os volumes preços e custos. FOB (*Free on Board*). Fonte: autores.

As externalidades do capital natural foram medidas com outros modelos para medir volumes e incorporados no modelo financeiro sob a ótica de lucro econômico. Para detalhamento da metodologia do cálculo do capital natural referir-se à Batista, et al., 2017.

Carbono Florestal: balanço entre remoção e emissão de carbono em atividades florestais;

CRA: Cotas de Reserva Ambiental;

Água: Volume, infiltração e regulação do fluxo; e

Resumo das premissas para entrada de dados no modelo econômico (tabela 2) para a silvicultura de nativas e para a avaliação dos sistemas agroflorestais:

Tabela 2. Lista das premissas para avaliação econômica de fluxo de caixa descontado. Fonte os autores.

Premissa	Unidade	Amata	Symbiosis	Faz. Santo Antônio	Faz. Jaíba	Eucalipto 1	Eucalipto 2	Eucalipto 3
1 Rotação	anos	7	35	40	20	7	6	6
2 Investimento	USD / ha	2.130	9.610	5.455	17.614	1.922	1.652	2.182
	BRL / ha	8.200	37.000	21.000	67.813	7.400	6.359	8.400
3 Ativo Fundiário ou Arrendamento	USD / ha	1.299	1.558	4.675	8.312	143	143	130
	BRL / ha	5.000	6.000	18.000	32.000	550	550	500
4 Custos Administrativos [SG&A]	USD / ha	78,1	242,1	419,6	623,4	97,4	39,0	97,4
	BRL / ha	300,7	932,1	1.615,4	2.400,0	375,0	150,0	375,0
5 Impostos sobre Lucro	%	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0
6 Custo de Capital	%	11,1	11,1	11,1	11,1	7,2	7,2	7,2
7 Colheita e Transporte até Serraria	USD / m ³	-	11,9	9,1	9,9	-	-	-
	BRL / m ³	-	46,0	35,0	38,0	-	-	-
8 Custo de conversão tora para serrado bruto	USD / m ³	-	39,0	-	39,0	-	-	-
	BRL / m ³	-	150,0	-	150,0	-	-	-
9 Frete e custos de aduana	USD / m ³ / Km	-	0,04	-	0,03	-	-	-
	BRL / m ³ / Km	-	0,14	-	0,13	-	-	-
10 Distancia média de frete	Mata Atlântica Km	-	150	-	300	-	-	-
	Amazônia Km	-	-	-	-	-	-	-
11 IMA	m ³ / ha / ano	27,0	13,8	16,2	11,0	47,1	38,0	45,0
	m ³ @ ano	189,0	60	63	47	330	228	270
12 Volume produzido em Tora	m ³ @ ano	-	87,5	140	173	-	-	-
	m ³ @ ano	-	161,5	443	40	-	-	-
	m ³ @ ano	-	174,5	35	-	-	-	-
13 Taxas de conversão de tora para serrado	% no desbaste	-	20	-	20	-	-	-
	% no corte final	-	40	-	40	-	-	-
14 Preço madeira Espécies nativas FOB	USD / m ³	25	649	156	909	-	-	-
	BRL / m ³	96	2.500	600	3.500	-	-	-
15 Preço madeira Espécies exóticas FOB	USD / m ³	-	364	-	-	19	19	-
	BRL / m ³	-	1.400	-	-	75	75	-
16 Preço dos resíduos	USD / m ³	-	-	-	-	-	-	-
	BRL / m ³	-	-	-	-	-	-	-
17 Preço ponderado [conversão x volume x preço]	USD / m ³	25	468	156	325	19	19	19
	BRL / m ³	96	1.800	600	1.250	75	75	75
18 Aumentos reais no preço da madeira	% CAGR	-	1,5	1,5	1,5	-	-	-
	Período em anos	-	30	30	30	-	-	-
	Ganho no período %	-	56	56	56	-	-	-
19 Espécie Carro Chefe Produtividade	Nome	-	-	-	-	-	-	-
	Kg/ha	-	-	-	-	-	-	-
20 Preço	USD / Kg	-	-	-	-	-	-	-
	BRL / Kg	-	-	-	-	-	-	-
20 Espécie Consórcio Produtividade	Nome	-	-	-	-	-	-	-
	Kg/ha	-	-	-	-	-	-	-
20 Preço	USD / Kg	-	-	-	-	-	-	-
	BRL / Kg	-	-	-	-	-	-	-
21 Carbono	Ton / ha	90	140	140	150	-	-	-
	Preço / ton USD	9,9	9,9	9,9	9,9	-	-	-
	Preço / ton BRL	38,1	38,1	38,1	38,1	-	-	-
22 Água	Benefício m ³ / ha	600	421	180	-	-	-	-
	BRL / m ³	0,02	0,11	0,06	-	-	-	-
23 CRA	BRL / ha / ano	190	700	750	-	-	-	-
	% área excedente	30	25	30	-	-	-	-

1 Rotação baseada nas informações obtidas nas curvas de crescimento obtido nas empresas e nas curvas para silvicultura de espécies nativas por Rolim & Piotto, 2018.

2 Usa norma padrão IFRS 13 para ativos biológicos. Toda saída de caixa para silvicultura entra para o ativo da empresa, e quando ocorre a colheita esse ativo é exaurido no DRE.

3 Baseado em custo de oportunidade para áreas degradadas. Quando ocorre a compra do ativo, para efeitos de modelagem o mesmo é vendido no fim da rotação florestal. Pesquisa de campo e FNP Agrianual, 2018

4 Baseado em um time corporativo de administração e vendas das experiências do projeto Verena.

5 Imposto sobre lucro, no regime de lucro real para corporações. Foi assumido que quando processados os produtos são exportados com injeção de PIS; COFINS e ICMS, excluindo a modalidade de venda de madeira em pé.

6 Custo de capital baseado nos modelos de custo de capital CAPM e WACC. Para as referências do modelo visite: www.wri.org/publication/verenainvestment-tool

7 Baseado em colheita semi-mecanizada, baseado em dois casos do projeto VERENA.

8 Baseado em duas experiências do projeto VERENA, os custos são muito sensíveis a escala da serraria.

9 Distância média de frete para regiões da Mata Atlântica de 300 km até o porto e 2000 km para projetos na Amazônia. Custo / Km / m³ de frete mais aduana foi de 0,14 BRL, baseado em dois casos do VERENA.

10 Baseado em duas experiências do projeto VERENA, os custos são muito sensíveis a escala da serraria.

11 Baseada nas informações obtidas nas curvas de crescimento obtido nas empresas e nas curvas para silvicultura de espécies nativas por Rolim & Piotto, 2018.

12 Baseada nas informações obtidas nas curvas de crescimento obtido nas empresas e nas curvas para silvicultura de espécies nativas por Rolim & Piotto, 2018.

13 Baseada nas informações obtidas nas curvas de crescimento obtido nas empresas e nas curvas para silvicultura de espécies nativas por Rolim & Piotto, 2018 e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

14 Valores baseados no índice CEPEA e Secex Mdic, 2018

15 Valores baseados no índice CEPEA e Secex Mdic, 2018

16

17 Fórmula

18 Baseado no histórico de ganhos de preço para madeira serrada nobre (CEPEA e Secex).

19 Produtividade aferida no campo, preços e volatilidade baseado em mercados. Fonte: Bolsas, contratos futuros, CEASAs, FNP Agrianual, associações setoriais.

20 Produtividade aferida no campo, preços e volatilidade baseado em mercados. Fonte: Bolsas, contratos futuros, CEASAs, FNP Agrianual, associações setoriais.

21 Volumes obtidos através das curvas de crescimento de Rolim & Piotto, 2018. Preços obtidos no From Forest Trends, transaction from tree planting projects: http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_5242.pdf

22 Preço baseado no trabalho de Young, 2016 onde 1.5% da tarifa municipal poderia ser revertida em PSA. Quantificação do benefício de água através da ferramenta Water Fund e USDA, leva em consideração precipitação e uso do solo.

23 Valores da servidão através da plataforma BVRio e Bioflicca, preços variam por bioma e Estado.

Cont.

Premissa	Unidade	Agro Ituberá	Cacau mais Floresta	CAMTA	Faz. Jaíba SAF	Sucupira	Faz. Toca	Futuro Florestal SAF1	Futuro Florestal SAF2	Cacau	Banana	Café	Citros	Pupunha	Mandioca
1 Rotação	anos	30	20	30	20	33	18	20	20	30	5	18	12	15	2
2 Investimento	USD / ha	2.777	5.309	10.484	17.347	7.287	15.668	5.774	5.989	3.407	6.053	8.213	6.245	7.117	1.240
	BRL / ha	10.692	20.441	40.363	66.786	28.055	60.321	22.228	23.059	13.117	23.304	31.619	24.042	27.399	4.774
3 Ativo Fundiário ou Arrendamento	USD / ha	1.818	17	1.169	8.312	1.818	312	5.195	5.195	1.818	5.022	5.195	312	5.195	5.195
	BRL / ha	7.000	66	4.500	32.000	7.000	1.200	20.000	20.000	7.000	19.333	20.000	1.200	20.000	20.000
4 Custos Administrativos [SG&A]	USD / ha	415,6	1.137,7	142,2	623,4	448,4	649,4	222,6	222,6	249,4	284,4	142,2	805,2	142,2	568,8
	BRL / ha	1.600,0	4.380,0	547,5	2.400,0	1.726,4	2.500,0	857,1	857,1	960,0	1.095,0	547,5	3.100,0	547,5	2.190,0
5 Impostos sobre Lucro	%	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0
6 Custo de Capital	%	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
7 Colheita e Transporte até Serraria	USD / m³	-	-	-	9,9	-	-	7,5	7,5	-	-	-	-	-	-
	BRL / m³	-	-	-	38,0	-	-	29,0	29,0	-	-	-	-	-	-
8 Custo de conversão tora para serrado bruto	USD / m³	-	-	-	39,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BRL / m³	-	-	-	150,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Frete e custos de aduana	USD / m³ / Km	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BRL / m³ / Km	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 Distância média de frete	Mata Atlântica Km	-	-	-	300	-	-	50	50	-	-	-	-	-	-
	Amazônia Km	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11 IMA	m³ / ha / ano	-	-	0,6	11,0	5,4	4,4	4,8	6,1	-	-	-	-	-	-
	m³ @ ano	-	-	17	30	47	12	24	16	79,5	18	5,56	7	16,23	10
12 Volume produzido em Tora	m³ @ ano	-	-	-	173	30	24	24	18,75	14	104,92	20	-	-	-
	m³ @ ano	-	-	-	-	35	29	71,69	20	-	-	-	-	-	-
	m³ @ ano	-	-	-	-	96	33	-	-	-	-	-	-	-	-
13 Taxas de conversão de tora para serrado	% no desbaste	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	% no corte final	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 Preço madeira Espécies nativas FOB	USD / m³	-	-	156	909	156	155	312	312	-	-	-	-	-	-
	BRL / m³	-	-	600	3.500	600	598	1.200	1.200	-	-	-	-	-	-
15 Preço madeira Espécies exóticas FOB	USD / m³	-	-	-	-	-	-	312	312	-	-	-	-	-	-
	BRL / m³	-	-	-	-	-	-	1.200	1.200	-	-	-	-	-	-
16 Preço dos resíduos	USD / m³	-	-	-	-	-	-	9	9	-	-	-	-	-	-
	BRL / m³	-	-	-	-	-	-	35	35	-	-	-	-	-	-
17 Preço ponderado [conversão x volume x preço]	USD / m³	-	-	156	325	156	155	286	286	-	-	-	-	-	-
	BRL / m³	-	-	600	1.250	600	598	1.100	1.100	-	-	-	-	-	-
18 Aumentos reais no preço da madeira	% CAGR	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-	-	-
	Período em anos	-	-	30	30	30	30	30	30	-	-	-	-	-	-
	Ganho no período %	-	-	56	56	56	56	56	56	-	-	-	-	-	-
19 Espécie Carro Chefe	Nome	Cacau	Cacau	Cacau	Banana	Cacau	Citros	Pupunha	Café	Cacau	Banana	Café	Citros	Pupunha	Mandioca
Produtividade	Kg/ha	1.182	933	725	21.463	248	26.597	4.188	1.575	1.250	39.000	2.880	22.730	3.800	32.500
Preço	USD / Kg	1,77	2,14	1,82	0,18	1,73	0,32	0,78	1,95	2,04	0,26	1,95	0,32	0,78	0,09
	BRL / Kg	6,80	8,25	7,00	0,70	6,67	1,25	3,00	7,50	7,87	1,00	7,50	1,25	3,00	0,35
20 Espécie Consórcio	Nome	Seringueira	Banana	Pimenta Reino	-	Juçara	Mandioca	-	-	-	-	-	-	-	-
Produtividade	Kg/ha	344	12.377	3.740	-	1.103	2.424	-	-	-	-	-	-	-	-
Preço	USD / Kg	0,55	0,26	1,30	-	1,95	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-
	BRL / Kg	2,10	1,00	5,00	-	7,50	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-
21 Carbono	Ton / ha	110	80	110	150	110	90	90	100	-	-	-	-	-	-
Preço / ton USD		9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	-	-	-	-	-	-
Preço / ton BRL		38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	-	-	-	-	-	-
22 Água	Benefício m³ / ha	180	700	700	421	180	180	180	180	-	-	-	-	-	-
	BRL / m³	0,08	0,02	0,02	0,11	0,06	0,06	0,06	0,06	-	-	-	-	-	-
23 CRA	BRL / ha / ano	700	190	771	300	300	300	300	300	-	-	-	-	-	-
	% área excedente	5	30	1	15	15	15	15	15	-	-	-	-	-	-

Cont.

Ativo		Aquisição de Terra	Venda da Terra	Terra*
Agro Ituberá	C	100%	Sim	2,5%
Amata	C	60%	Sim	2,5%
CAMTA	C	100%	Sim	2,5%
Faz. Santo Antônio	C	100%	Sim	1,0%
Faz. Toca	C	0%	Não	0,0%
Faz Jaiba I	C	100%	Sim	2,5%
Faz Jaiba II	C	100%	Sim	2,5%
Sucupira	C	100%	Sim	2,5%
Symbiosis	C	100%	Sim	2,5%
TNC	C	0%	Não	0,0%
Futuro Florestal I	C	100%	Sim	1,0%
Futuro Florestal II	C	100%	Sim	1,0%
Eucalipto 1	B1	0%	Não	0,0%
Eucalipto 2	B2	0%	Não	0,0%
Eucalipto 3	B3	0%	Não	0,0%
Banana	B4	100%	Sim	1,0%
Cacau	B5	100%	Sim	2,5%
Café	B6	100%	Sim	1,0%
Limão	B7	100%	Sim	1,0%
Pupunha	B8	100%	Sim	1,0%
Mandioca	B9	100%	Sim	1,0%
C's Média				
C's Desvio 95%				
C's Média				
C's Desvio 95%				

*Apreciação Anual

2.4 Aumento da competitividade da silvicultura com espécies nativas

Uma vez que as espécies nativas carecem de pesquisa e desenvolvimento é possível aproveitar este conhecimento para desenvolver as espécies nativas com o objetivo de transpor os amplos conhecimentos silviculturais entre espécies e contribuir na viabilidade econômica de reflorestamento/restauração com espécies nativas para os pequenos, médios e grandes produtores. Em um estudo ainda não publicado encomendado pela Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura, facilitado pelo WRI Brasil, e financiado pelo Banco Mundial (estudo ainda não publicado) uniram esforços para determinar as lacunas e prioridades para uma plataforma pré-competitiva de pesquisa e desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. Ainda, o projeto “Mapeamento das lacunas e prioridades de pesquisa em Silvicultura de Espécies Arbóreas Nativas”, apontou custos preliminares para realização das pesquisas no curto, médio e longo prazo para definir em conjunto as estimativas de benefícios, infraestrutura e custos necessários para a implantação da plataforma de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em silvicultura de espécies arbóreas. O projeto selecionou um total de 30 espécies para serem desenvolvidas, sendo 15 da Amazônia e 15 para a Mata Atlântica (tabela no Anexo 1). O projeto apontou os principais temas para serem trabalhados, os benefícios e custos projetados em um horizonte de 20 anos (figura 5).

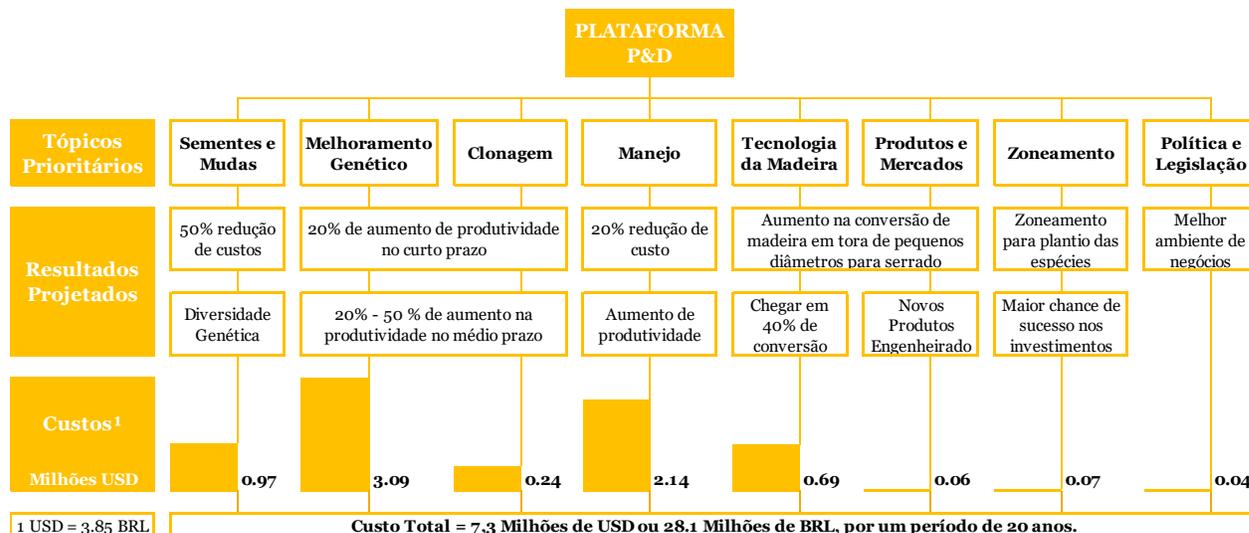


Figura 5. Resultados esperados e investimento necessário para estabelecer uma plataforma de P&D pré-competitivo (30 espécies em um período de 20 anos). O investimento por espécie é de BRL 0,942 milhão (USD 0,244 milhão). O programa de melhoramento genético e manejo representa 70% do investimento total.

Retorno

A fim de estimar e monetizar os benefícios adicionais a partir desses resultados, foram utilizados dois modelos (tabela 3) com base na experiência do projeto VERENA (Batista et al., 2017) e em Rolim e Piotto, 2018, comparando-se as referências com os benefícios previstos que foram mensurados. Carbono e retorno do investimento foram benefícios avaliados em função dos investimentos em escala e P&D, conforme descrito no item 2.3.

Tabela 3. Premissas e cenários do modelo com base nos resultados esperados da plataforma de P&D. Fonte: os autores.

Modelos para dar Escala					Cenário com P&D							
Premissa	Unidade	Mix de Nativas spp.	Mix Nativas & Exóticas spp.									
1	Rotação	anos	30	30								
2	Investimento	USD / ha	9.440,00	9.440,00	Redução de Custo	20%	7.552,00					
		BRL / ha	36.340,00	36.340,00			29.072,00					
3	Ativo Fundiário ou Arrendamento	USD / ha	78,00	78,00								
		BRL / ha	300,00	300,00								
4	Custos Administrativos [SG&A]	USD / ha	91,00	91,00								
		BRL / ha	350,00	350,00								
5	Impostos sobre Lucro	%	34,00	34,00								
6	Custo de Capital	%	9,00	9,00								
7	Colheita e Transporte até Serraria	USD / m ³	12,00	12,00								
		BRL / m ³	46,00	46,00								
8	Custo de conversão tora para serrado bruto	USD / m ³	39,00	39,00								
		BRL / m ³	150,00	150,00								
9	Frete e custos de aduana	USD / m ³ / Km	0,04	0,04								
		BRL / m ³ / Km	0,14	0,14								
10	Distancia média de frete	Mata Atlântica Km	300	300								
		Amazônia Km	2.000	2.000	Aumento de produtividade na espécies nativas	% CAGR	I	II	III	IV		
11	IMA	m ³ / ha / ano	9,6	18,5					0,50	1,00	1,50	2,00
		m ³ @ ano	40,30	81,60					30,00	30,00	30,00	30,00
12	Volume produzido em Tora	m ³ @ ano	247,70	226,80								
		m ³ @ ano	30	245,50								
		m ³ @ ano		30			Cenário Provável					
13	Taxas de conversão de tora para serrado	% no desbaste	20,00	20,00	Aumento na conversão	%	40,00					
		% no corte final	40,00	40,00			50,00					
14	Preço madeira Espécies nativas FOB	USD / m ³	780,00	780,00								
		BRL / m ³	3.000,00	3.000,00								
15	Preço madeira Espécies exóticas FOB	USD / m ³		415,00								
		BRL / m ³		1.600,00								
16	Preço dos resíduos	USD / m ³	15,00	15,00								
		BRL / m ³	60,00	60,00								
17	Preço ponderado [conversão x volume x preço]	USD / m ³	312,00	218,00								
		BRL / m ³	1.200,00	840,00								
18	Aumentos reais no preço da madeira	% CAGR	1,50	1,50								
		Período em anos	30	30								
		Ganho no período %	56,00	56,00								
19	Carbono	Ton / ha										
		Preço / ton USD										
		Preço / ton BRL										
20	Água	Benefício m ³ / ha										
		BRL / m ³										
21	CRA	BRL / ha / ano										
		% área excedente										

1 Rotação baseada nas informações obtidas nas curvas de crescimento obtido nas empresas e nas curvas para silvicultura de espécies nativas por Rolim & Piotto, 2018.

2 Usa norma padrão IFRS 13 para ativos biológicos. Toda saída de caixa para silvicultura entra para o ativo da empresa, e quando ocorre a colheita esse ativo é exaurido no DRE.

3 Baseado em custo de oportunidade para áreas degradadas. Quando ocorre a compra do ativo, para efeitos de modelagem o mesmo é vendido no fim da rotação florestal. Pesquisa de campo e FNP Agrarianal, 2018

4 Baseado em um time corporativo de administração e vendas das experiências do projeto Verena.

5 Imposto sobre lucro, no regime de lucro real para corporações. Foi assumido que quando processados os produtos são exportados com injeção de PIS; COFINS e ICMS, excluindo a modalidade de venda de madeira em pé.

6 Custo de capital baseado nos modelos de custo de capital CAPM e WACC. Para as referências do modelo visite: www.wri.org/publication/verenainvestment-tool

7 Baseado em colheita semi-mecanizada, baseado em dois casos do projeto VERENA.

8 Baseado em duas experiências do projeto VERENA, os custos são muito sensíveis a escala da serraria.

9 Distância média de frete para regiões da Mata Atlântica de 300 km até o porto e 2000 km para projetos na Amazônia. Custo / Km / m³ de frete mais aduana foi de 0,14 BRL, baseado em dois casos do VERENA.

10

11 Baseada nas informações obtidas nas curvas de crescimento obtido nas empresas e nas curvas para silvicultura de espécies nativas por Rolim & Piotto, 2018.

12

13 Baseada nas informações obtidas nas curvas de crescimento obtido nas empresas e nas curvas para silvicultura de espécies nativas por Rolim & Piotto, 2018 e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

14

15 Valores baseados no índice CEPEA e Secex Mdic, 2018

16

17 Fórmula

18 Baseado no histórico de ganhos de preço para madeira serrada nobre (CEPEA e Secex).

Foram definidos quatro modelos para rodar a análise: dois para a Mata Atlântica e dois para a Amazônia – sendo, em cada bioma, um com uma combinação de espécies nativas (anexo 1) e o outro com uma combinação de espécies tropicais exóticas, tais como *Tectona*; *Khaya* e *Toona* que são espécies madeireiras tropicais que já passaram por um processo de desenvolvimento de manejo e genética. A diferença mais notável entre os modelos da Amazônia e da Mata Atlântica é a distância do frete, de 2.000 km e 300 km, respectivamente.

Escala

Para determinar as escalas mínima e ideal que justifiquem o investimento em uma plataforma de P&D, utilizamos o modelo da Mata Atlântica com combinação de espécies nativas, variando todos os outros custos e receitas conforme a escala e mantendo fixo apenas o investimento em P&D. O cenário escolhido para a comparação com a referência foi o RC + AC + II da Mata Atlântica [20% de redução nos custos; aumento da taxa de conversão, de 20% para 40% no desbaste e de 40% para 50% no corte raso; e aumento de 35% no rendimento das colheitas], referência na tabela 3. A escala variou de 1 a 1.000.000 de hectares.

Análise de custo-benefício

O custo-benefício (C/B) é um indicador utilizado na análise que mostra a relação entre os custos e os benefícios de um projeto proposto, em termos monetários ou qualitativos. A análise de C/B utilizou o Valor Presente Líquido (VPL, descontado a 9%) sobre o Capex das despesas no primeiro ano do investimento no ativo florestal, tanto para o cenário referencial como para o [RC + AC + II]; neste último, também foi incluído o investimento em P&D e seus benefício.

Remoção de CO₂

No que tange ao potencial de sequestrar e estocar carbono com diferentes espécies nativas (Rolim & Piotto, 2018), a média para um período de 30 anos pode chegar a 440 t CO₂e/ha.

A análise de custo-benefício usou a mesma lógica mencionada no item anterior, considerando o Capex nas despesas iniciais e a escala da plataforma. Nessa análise, foi avaliado os quatro cenários de crescimento estimando o custo da tonelada de carbono estocado (tabela 4), comparando-os com os cenários referenciais Mata Atlântica somente com espécies nativas.

Tabela 4. Dados resumidos para a análise de custo-benefício relativa ao carbono. Fonte: os autores.

Cenários	Cenário Base	I	II	III	IV
Ganho de Produtividade (%)	0	16	35	56	81
Estoque de carbono (t/ha)	120	139	162	187	217

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Mercado de Madeira Tropical

3.1.1 Volumes

Tendências e demandas nacionais e globais indicam (figura 6) oportunidades de desenvolver negócios sustentáveis com espécies nativas plantadas.

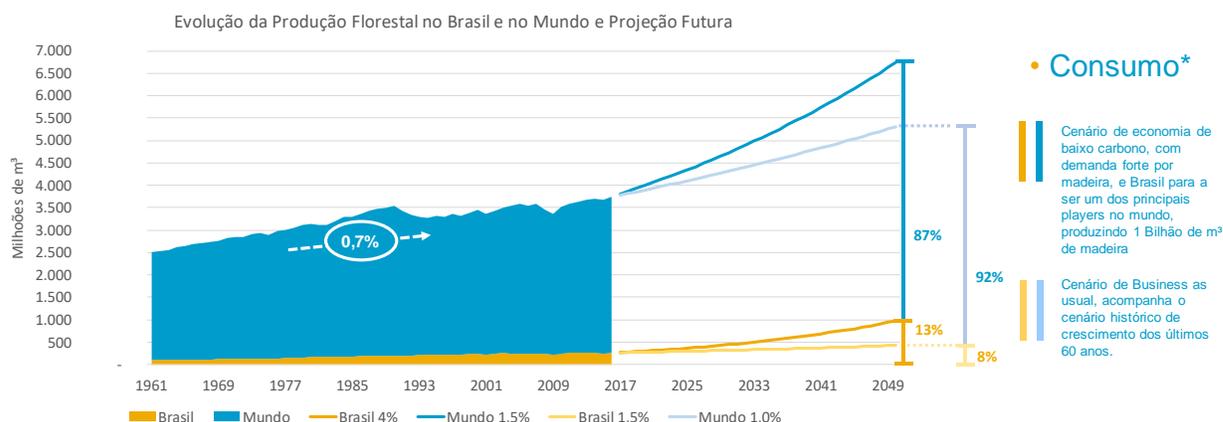


Figura 6. Produção da madeira em tora, crescimento histórico global no consumo de madeira de 0,7% ao ano. Fonte: FAOstat; ITTO, elaborado pelos autores. *Projeções de demanda por madeira baseado nos cenários do WWF Forest Living Report, 2014; New Forests, 2015; WBCSD, 2015; FDC e Indufor, 2012.

No período houve um crescimento de 0,7% no consumo de madeira no mundo, e um aumento no período de 48% entre 1961 e 2016. As projeções até 2050 apontam cenários para o mundo consumir entre 5,4 bilhões de m³ e 6,7 bilhões de m³. Em um contexto de economia de baixo carbono (CAGR de 4%), o Brasil pode chegar a uma produção de 1 bilhão de m³ de madeira por ano até 2050, sendo responsável por 13% do suprimento mundial de madeira. Já no cenário convencional (CAGR de 1,5%), o Brasil produziria cerca de 500 milhões de m³ até 2050 e responderia por 8% do fornecimento mundial de madeira, contra os atuais 250 milhões de m³ por ano. O Brasil tem crescido no consumo de madeira num ritmo pelo menos duas vezes maior que a média mundial (figura 7).

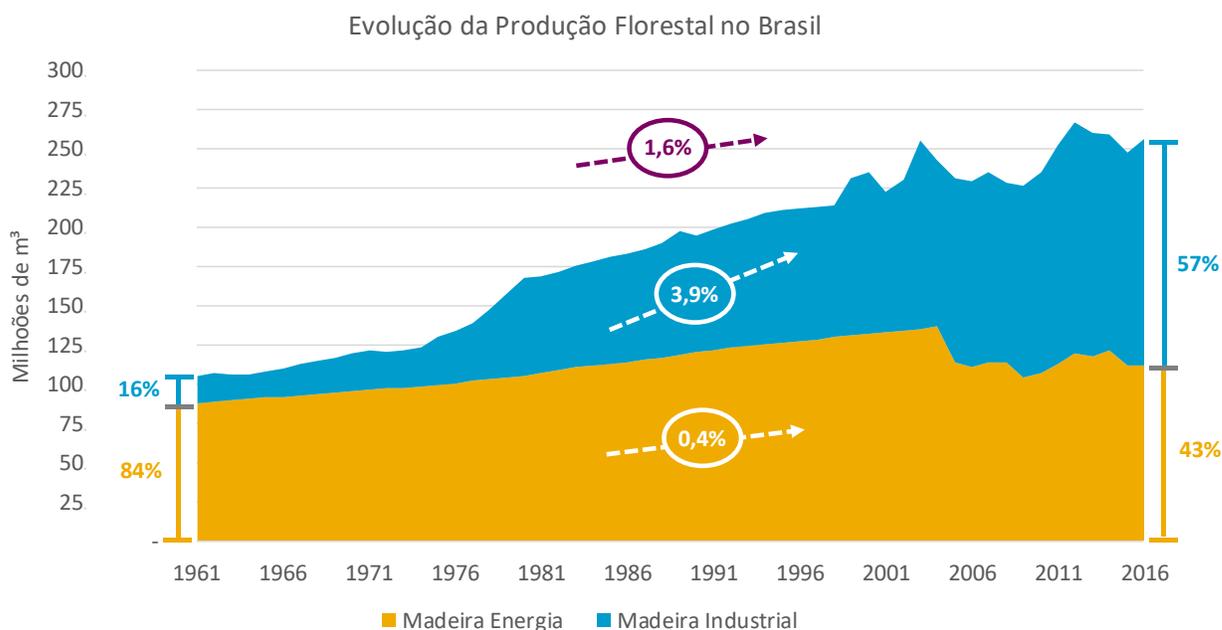


Figura 7. Produção da madeira em tora, crescimento histórico no Brasil no consumo de madeira de 1,6% ao ano. FAOstat; IBGE PEVS, elaborado pelos autores. Taxas em CAGR.

Os dados da figura 7 mostram que o Brasil deslocou sua produção madeireira do setor energético para a indústria de madeira para processo, substituindo o uso de madeira natural pela extração de madeira em florestas plantadas. Durante esse período, a demanda por madeira cresceu 140%, passando de 100 milhões de m³ para 250 milhões de m³. Muitos fatores podem explicar essa mudança, mas talvez o mais importante seja a maior competitividade das florestas plantadas, principalmente devido a pesquisa e desenvolvimento e a incentivos fiscais.

As espécies arbóreas tropicais enfrentam uma grande incerteza no lado da demanda, causada pela comercialização ilegal de madeira. Estima-se que 50% da madeira tropical comercializada no mundo tenha origem ilegal, taxa que pode chegar a 70% na Amazônia brasileira (BVRio, 2016). Além disso, também no lado da demanda, observou-se uma redução de 300% na produção de madeira serrada nos últimos 22 anos na Amazônia brasileira (Figura 8). Globalmente, a redução na produção de madeira serrada tropical foi de 39% no mesmo período. Desde a crise econômica de novembro de 2008, a produção madeireira tropical caiu drasticamente.

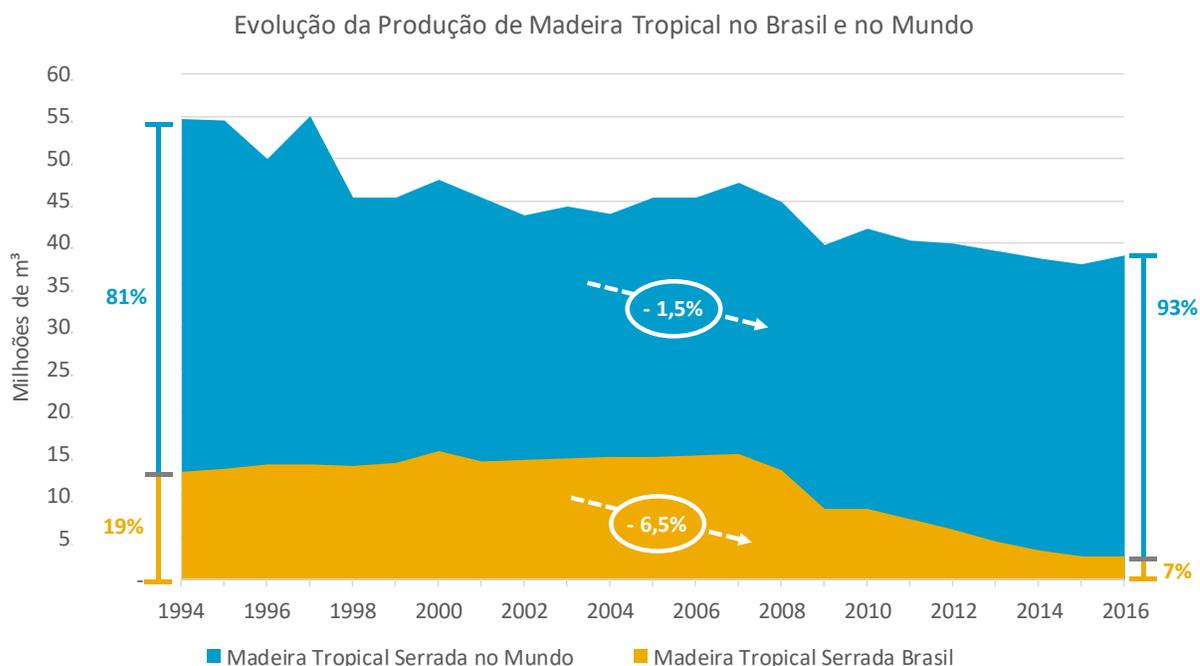


Figura 8. Participação no mercado global e no mercado brasileiro, taxas de crescimento anual em CAGR. Fonte: ITTO; IBGE PEVS, Secex AliceWeb. Taxas em CAGR. Elaboração dos autores.

Em 2000, a fatia de mercado da madeira serrada no Brasil era de mais de 20%, com uma produção de 15 milhões de m³. Hoje, a fatia de mercado é de apenas 7%, com menos de 3 milhões de m³.

Assim, no Brasil e no restante do mundo houve uma queda na oferta de madeira tropical nos últimos 20 anos. Apesar de possuir a maior florestal tropical do mundo, o Brasil responde por menos de 10% da produção de madeira tropical. Entre as razões para essa participação insignificante em comparação com o potencial do Brasil, estão:

- i) complexidade do sistema de vigilância para determinar a legalidade da madeira;
- ii) baixa eficiência no processo manufatureiro, com taxas de conversão normalmente de 20%;
- iii) concorrência desleal por parte da madeira ilegal (competindo com custos muito menores);
- iv) substituição por outros produtos (até mesmo de origem fóssil).

A exportações avançaram nos últimos 25 anos (figura 9), porém ainda não recuperou os patamares pré-crise 2009. Brasil praticamente não participa nas exportações de madeira serrada tropical, exportando menos de 500.00 m³ por ano.

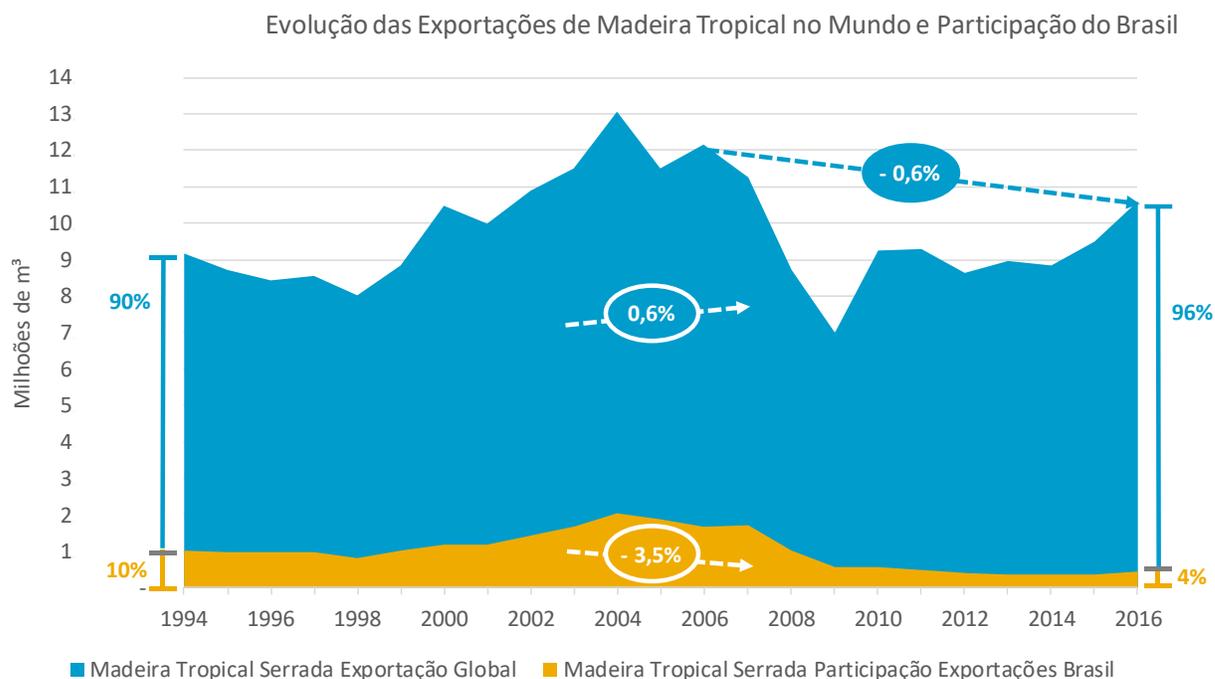


Figura 9. Evoluções das exportações de madeira serrada no mundo e a participação do Brasil. Fonte: Fonte: ITTO; IBGE PEVS, Secex AliceWeb, elaborado pelos autores. Taxas em CAGR.

Dado o contexto histórico da produção de madeira e seus impulsionadores futuros, a gestão sustentável de florestas naturais e a silvicultura de espécies de árvores tropicais nativas poderão atender à demanda por madeira serrada tropical. De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2018), a atual produção de madeira em tora é de 174 mil m³ por ano em quatro concessões na Amazônia (Figura 10).

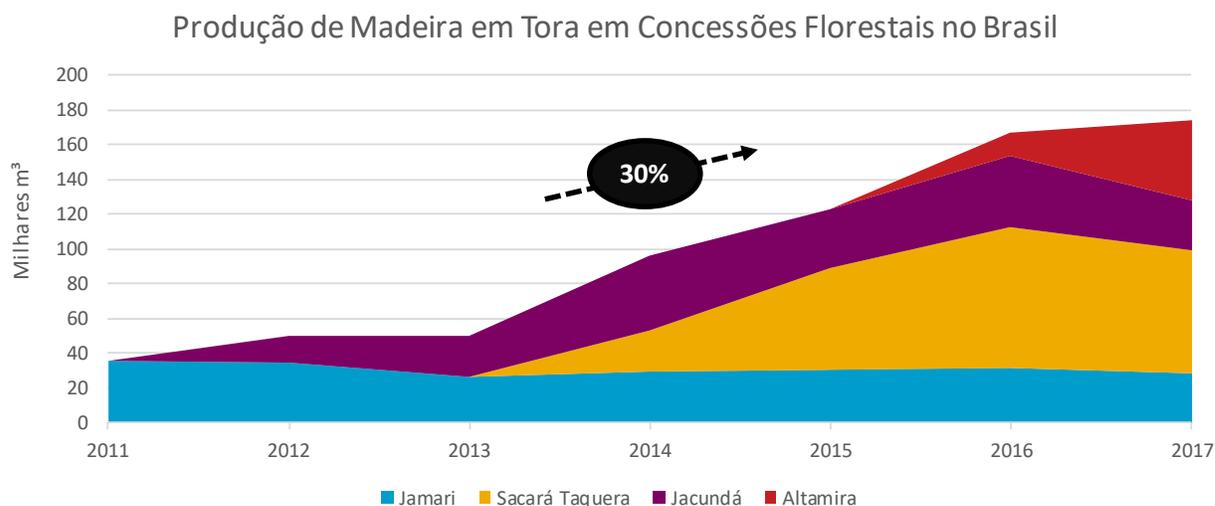


Figura 10. A taxa de crescimento anual composta da produção nas concessões foi de 30%, aumentando de 35 mil m³ para 174 mil m³. Fonte: elaboração dos autores a partir do PAOF 2019, do SFB.

Entretanto, o volume de produção de madeira serrada nas terras concedidas corresponde a 61 mil m³ por ano, considerando uma taxa de conversão de 35% (taxa definida pela Resolução Conama nº 474/16), representando 2,2% da produção total de madeira serrada no Brasil. A produção de madeira tropical serrada a partir da silvicultura de espécies tropicais nativas é praticamente zero por enquanto.

Esse cenário mostra o imenso desafio imposto às florestas tropicais naturais, bem como uma grande oportunidade de produzir espécies arbóreas nativas em sistemas silviculturais e concessões florestais, de origem responsável.

A partir do cenário da madeira tropical apresentado, é possível inferir que a demanda até 2050 poderia ser, no mínimo, a mesma demanda de 15 milhões de m³ de madeira serrada registrada em 2000. Diluindo esse crescimento ao longo do período, pode-se esperar uma taxa de crescimento anual composta de 5,1% (Figura 11), a ser suprida por novas concessões e plantações florestais com espécies nativas tropicais.

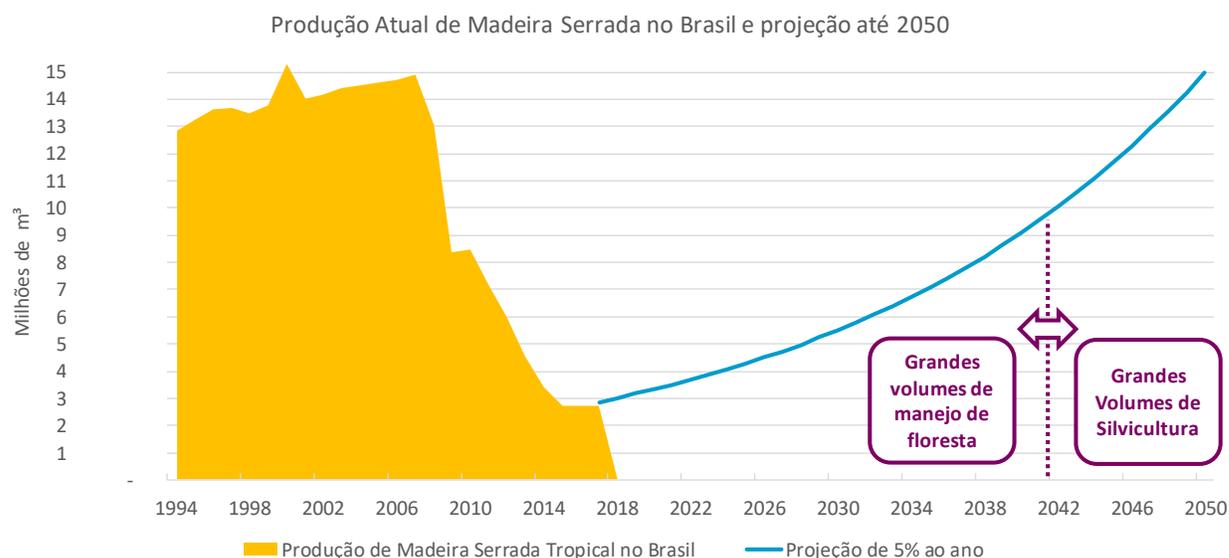


Figura 11. Cenário passado, atual e futuro da produção de madeira serrada tropical. Nessa projeção, com uma taxa de conversão de madeira em tora de 35%, a produção de madeira roliça pode chegar a 43 milhões m³/ano até 2050. Fonte: ITTO; IBGE PEVS, Secex AliceWeb, elaboração dos autores.

Devido à maturação e ao ciclo da produção de silvicultura, o maior volume de madeira será fornecido em um horizonte de 25 anos, quando as árvores atingirem de 30 a 40 cm de diâmetro. O potencial de fornecimento de madeira pela silvicultura de espécies tropicais é de 5 milhões de m³ de madeira serrada, considerando uma conversão de 35% ou 14 milhões de m³ de madeira em tora. Com base na experiência prévia do projeto VERENA e nas curvas de rendimento descritas por Rolim e Piotto (2018), atualmente a silvicultura com espécies arbóreas nativas pode render um incremento médio anual de 10m³/ha/ano de madeira em tora, em ciclos de rotação de 25 a 35 anos. Nesse cenário, a escala da silvicultura de espécies nativas seria de aproximadamente 1,4 milhão de hectares.

Os autores ressaltam que essa escala é altamente sensível às premissas do cenário delineado: taxa de conversão de madeira em tora; rendimentos; divisão da produção de madeira entre manejo florestal natural e silvicultura; taxa de substituição de produtos madeireiros; e incentivos para o avanço da economia de baixo carbono.

No entanto, pode-se afirmar com segurança que este pode ser interpretado como um cenário de referência, que depende do futuro desenvolvimento das concessões florestais e do manejo florestal

natural no Brasil. Em resumo, a silvicultura com espécies nativas para produção de madeira pode contribuir para pelo menos 10% da NDC brasileira em termos de restauração, sem desequilibrar o mercado global de madeira tropical.

3.1.2 Preços

A série histórica do mercado doméstico de madeira serrada aponta um aumento real nos preços para todas as espécies (figura 12 e 13).

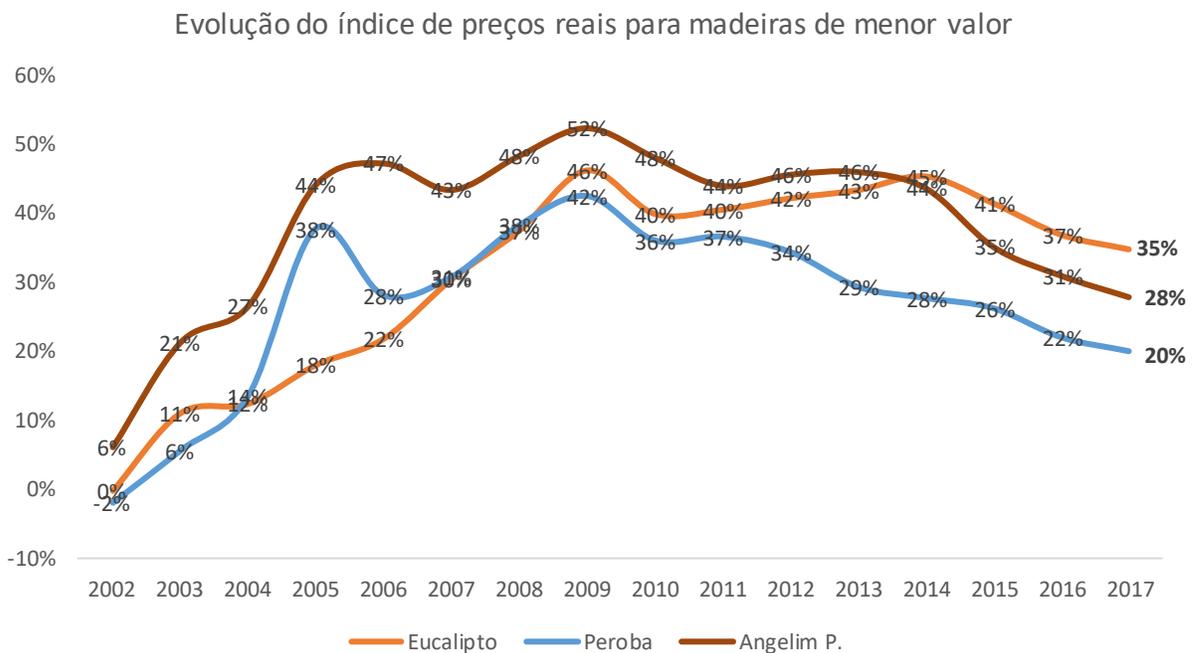


Figura 12. Evolução do índice de preço real em relação a janeiro de 2002 (0%) deflacionados pelo IPCA das madeiras com valor de até BRL 2,400.00 / m³. Índice apresentado em média anual a partir de coletas mensais. Fonte: CEPEA Economia Florestal, elaboração dos autores.

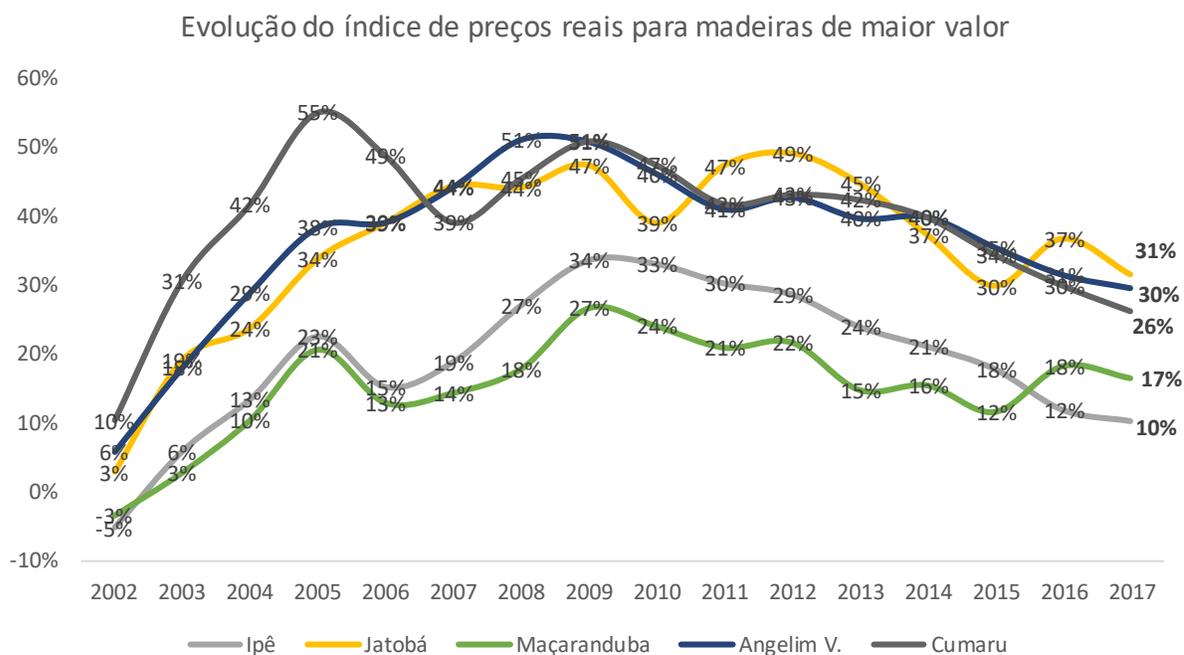


Figura 13. Evolução do índice de preço real em relação a janeiro de 2002 (0%) deflacionados pelo IPCA das madeiras com valor a partir de BRL 2,700.00 / m³. Índice apresentado em média anual a partir de coletas mensais. Fonte: CEPEA Economia Florestal, elaboração dos autores.

A série histórica partiu de janeiro de 2002, como 0%, e foi deflacionado pelo índice acumulado do IPCA. Todas as espécies de madeira serrada obtiveram valorização real no período analisado de 15 anos. A tabela 5 resume os ganhos acumulados no período, e o índice de valorização anual.

Tabela 5. Resultado dos índices de preços deflacionados para espécies de madeira serrada no mercado doméstico. Fonte: dados do CEPEA, elaboração dos autores.

Espécies	Eucalipto	Jatobá	Angelim V.	Angelim P.	Cumaru	Peroba	Maçaranduba	Ipê
Valorização Real no Período	34,3%	31,2%	29,2%	27,5%	25,9%	19,6%	16,2%	10,0%
Valorização Anual CAGR	2,0%	1,8%	1,7%	1,6%	1,5%	1,2%	1,0%	0,6%

A madeiras serradas que tiveram maior valorização foram o eucalipto e jatobá, a madeira da espécie ipê teve a menor valorização, em função de ser a madeira mais valorizada desde que o mogno brasileiro deixou de ser comercializado.

No mercado de exportação houve valorização real tanto nos preços em dólar (deflacionados pelo CPI) quanto em Real (convertido de dólar para real e deflacionados pelo IPCA) (figuras 14 e 15).

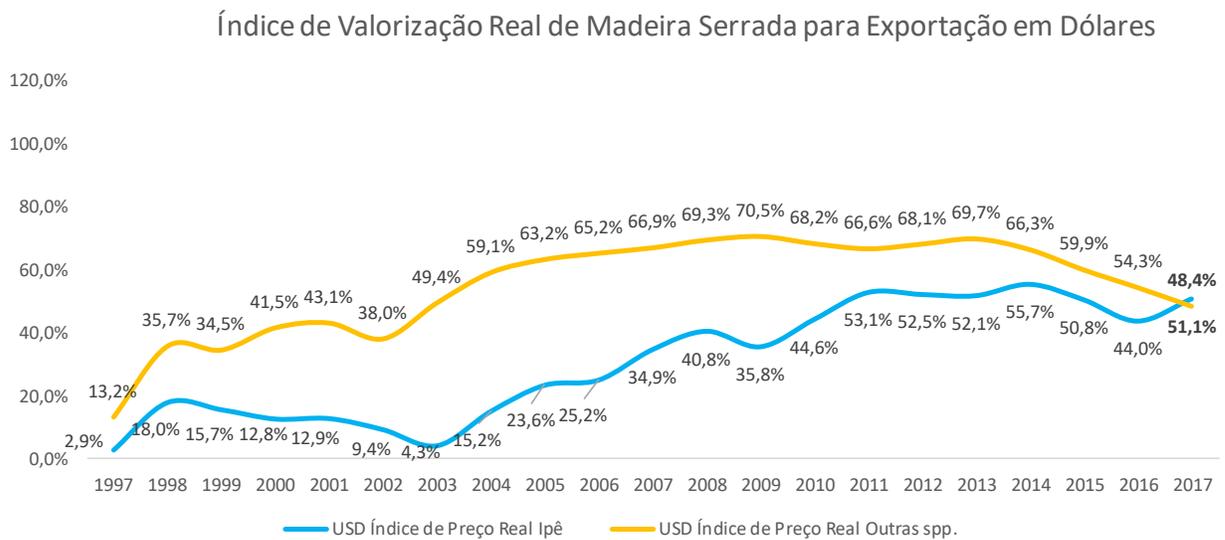


Figura 14. Evolução do índice de preço real em dólar em relação a janeiro de 1997 (0%) deflacionados pelo CPI. Índice apresentado em média anual a partir de coletas mensais. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.

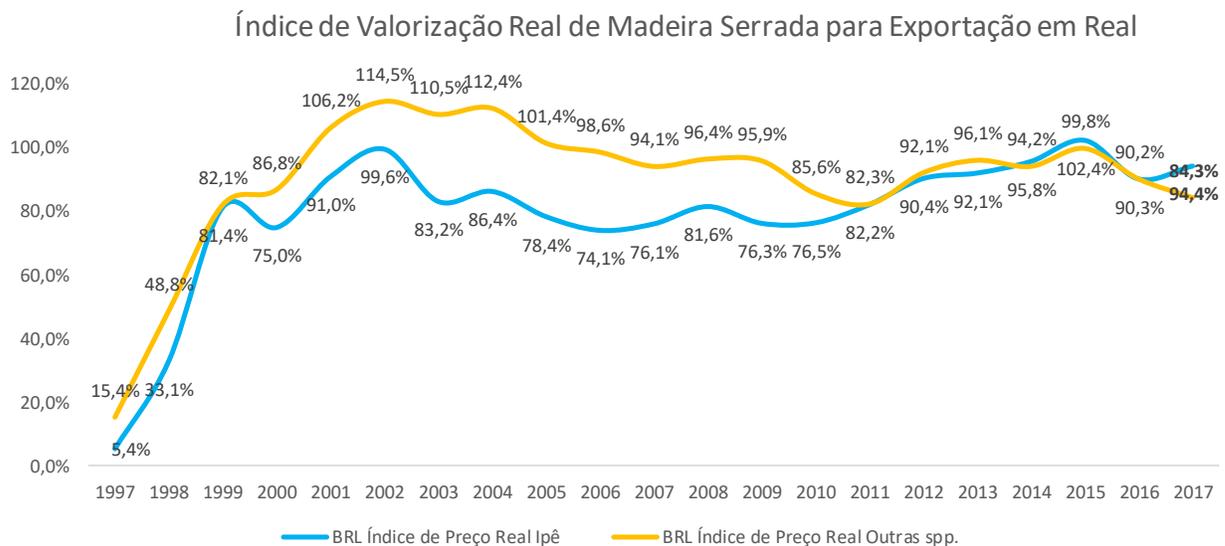


Figura 15. Evolução do índice de preço real em real em relação a janeiro de 1997 (0%) convertidos pelo câmbio de fechamento do dia e deflacionados pelo IPCA. Índice apresentado em média anual a partir de coletas mensais. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.

A valorização em moeda real foi substancialmente maior do que a valorização em dólar (tabela 6) em função da desvalorização cambial do real frente ao dólar no período (figura 16), todavia a

inflação no Brasil foi maior que nos Estados Unidos, inclusive maior que o índice de preço “housing” que mede a inflação específica para os itens que compõe o setor imobiliário (figura 17), como por exemplo madeira.

Tabela 6. Resultado dos índices de preços deflacionados para espécies de madeira serrada no mercado internacional. Fonte: ComexStat-MDIc, Banco Central do Brasil, e IBGE, elaboração dos autores.

Moeda	Dólar		Real	
	Ipê	Outras	Ipê	Outras
Valorização Real no Período	53,7%	49,9%	97,7%	86,8%
Valorização Anual CAGR	2,2%	2,0%	3,5%	3,2%

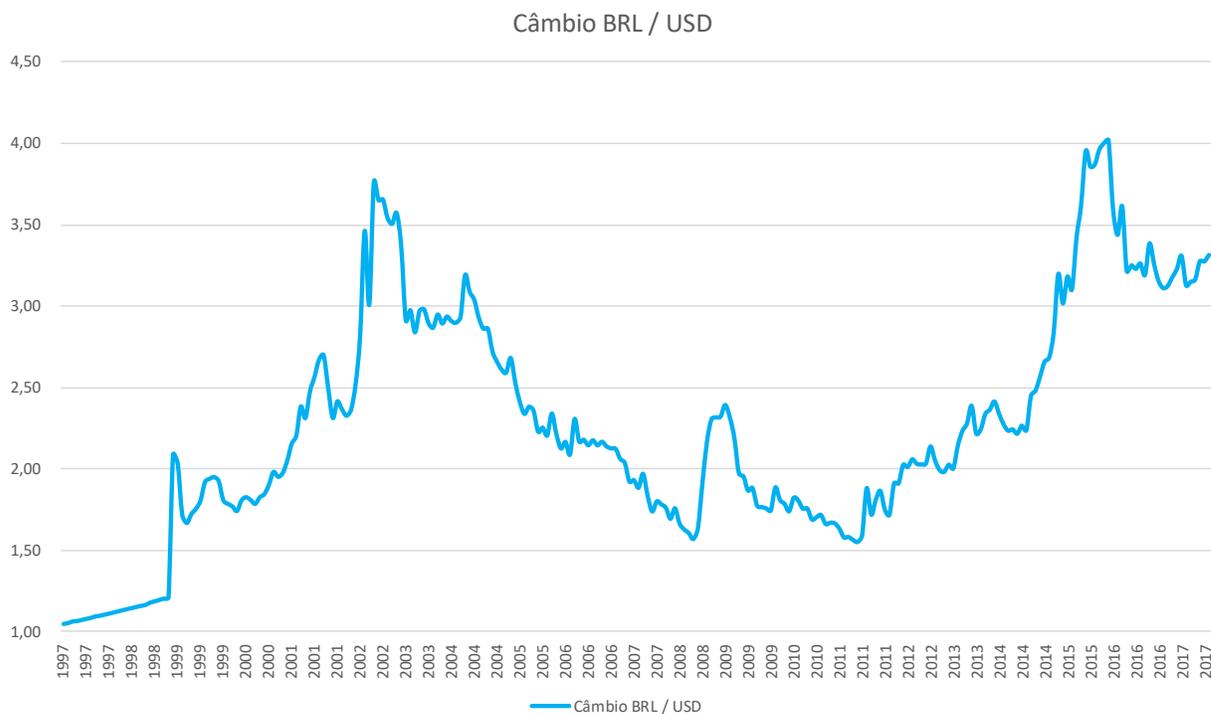


Figura 16. Cotação entre real e dólar no período analisado entre 1997 e 2017, médias mensais. Fonte: Banco Central do Brasil, elaboração dos autores.

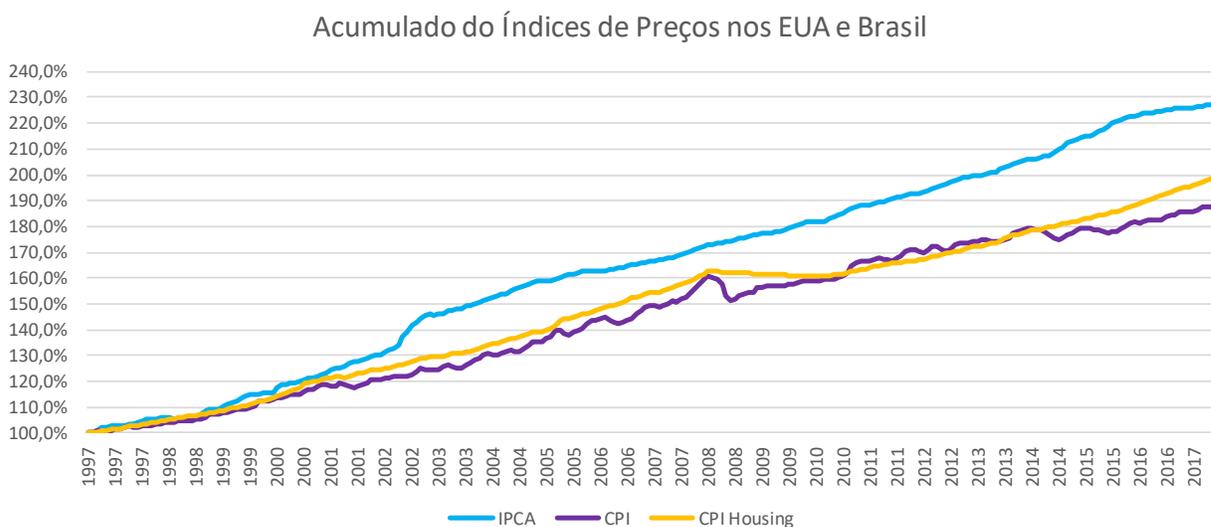


Figura 17. Inflação do ponto de vista do consumidor entre os anos 1997 e 2017 (índice 1997 = 100%), acumulados mensais. Fonte: IBGE, Bureau of Labor and Statistics, elaboração dos autores.

Os aumentos no preço para exportação do Ipê em moeda real foram beneficiados pela forte desvalorização da cambial da moeda real. Todavia, a inflação de aproximadamente 130% no período contribui para a limitação dos ganhos em termos reais de preço.

Não foi encontrada correlação significativa entre o CPI (inflação americana) e os preços nominais em dólar, sendo essa correlação de aproximadamente 0,00. Por outro lado, a correlação entre os preços nominais em real no mercado doméstico e a inflação medida pelo IPCA foi positiva (tabela 7).

Tabela 7. Correlação entre inflação e preços nominais. Fonte: CEPEA e IBGE, elaboração dos autores.

Espécies	Eucalipto	Jatobá	Angelim V.	Angelim P.	Cumarú	Peroba	Maçaranduba	Ipê
Correlação Preço Vs. IPCA	0,04	0,14	0,14	0,12	0,15	0,34	0,24	0,33

Como mencionado, a correlação entre os preços e período são positivos, comprovando que a madeira é um *hedge* para inflação para períodos longos, características de ativos reais (SCHEWESER, 2017). Ou seja, quando a correlação é positiva próxima de 1 significa que o preço da madeira tem uma tendência a se mover juntamente com a inflação.

Todas as espécies tiveram forte valorização em seus preços em termos reais, de 0,6% ao ano até 3,5% ao ano. Para fazer a precificação dos ativos florestais é necessário entender o tamanho do mercado, os preços, e principalmente as relações entre preços e volume de comercialização, taxa cambial e volatilidade, para entender os riscos dos investimentos em silvicultura de espécies nativas.

A volatilidade dos preços coletados no mercado internacional de maneira geral é maior do que no mercado nacional. Duas questões contribuem para esse resultado, na comparação do preço em dólar para real no mercado internacional. A volatilidade em real é maior do que a volatilidade em dólar em função de trazer consigo a volatilidade cambial. Quando comparado a volatilidade do mercado doméstico, mesmo em dólar o mercado internacional possui volatilidade maior em função de corresponder a uma realidade mais próxima de fechamento de transação de preços. No mercado doméstico a coleta de preços é feita mediante pesquisa por questionários, mantendo as séries de tendência de preços, resultando assim em menor volatilidade (tabela 8).

Tabela 8. Resultados dos índices de volatilidade para o mercado internacional em moedas real e dólar e no mercado doméstico em moeda real. Fonte: CEPEA e ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.

Mercado	Internacional				Nacional							
	Dólar		Real		Real							
Moeda	Ipê	Outras	Ipê	Outras	Eucalipto	Jatobá	Angelim V.	Angelim P.	Cumarú	Peroba	Maçaranduba	Ipê
Volatilidade Anualizada	28,0%	37,9%	36,5%	41,5%	12,7%	9,4%	24,1%	12,7%	11,4%	9,7%	10,9%	14,2%

Apesar da diferença entre a volatilidade entre os dois métodos de coleta os preços nominais históricos da madeira de ipê em moeda real se mantem na mesma trajetória nos últimos 15 anos (figura 18).

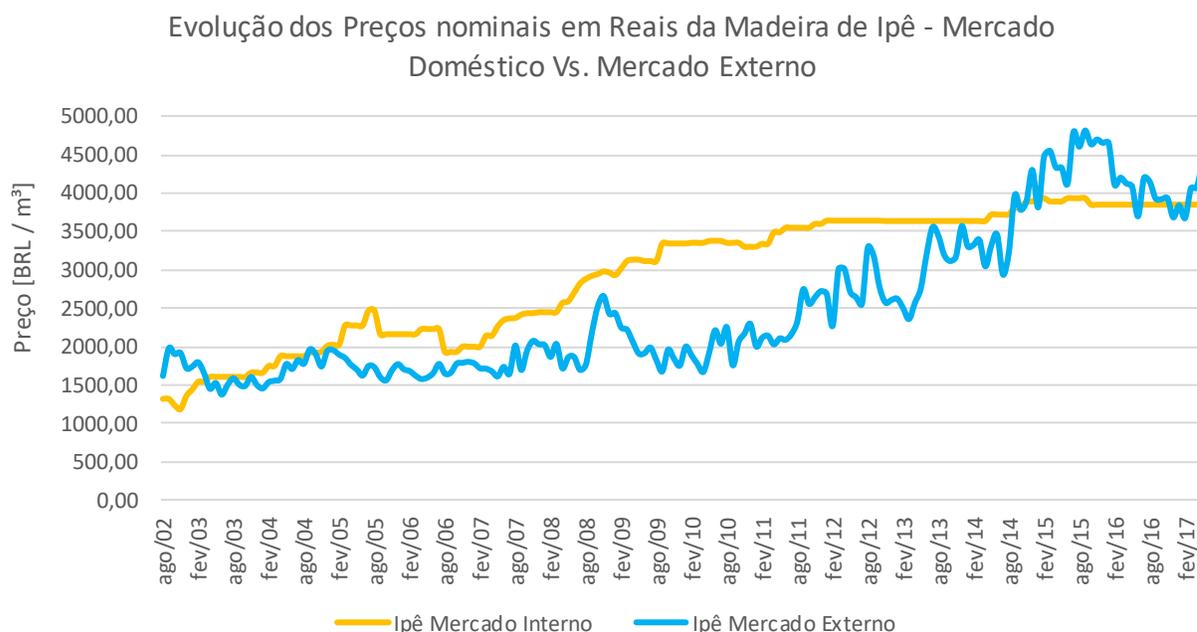


Figura 18. Evolução dos preços nominais doméstico e no mercado externo, a variação na linha azul indica a maior volatilidade devido à natureza do dado no mercado externo. Fonte: CEPEA e ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.

A volatilidade observada é comparável com produtos agrícolas como os benchmark aqui selecionados para comparar com os sistemas agroflorestais (tabela 9).

Tabela 9. Resultados dos índices de volatilidade para as principais espécies carro chefe e para consórcio dos SAFs. Fonte: Fnp Agrianual, 2017 elaboração dos autores.

Espécies	Limão	Banana	Mandioca	Cacau	Café
Volatilidade Anualizada	113,5%	67,2%	45,3%	21,9%	19,3%

A volatilidade é o componente mais importante para a análise de sensibilidade dos retornos, como as principais variáveis que afetam retorno são preço, produtividade e custo, quanto menor a volatilidade menor o risco e consequentemente menor o risco de retornos abaixo do custo de capital.

A correlação entre câmbio e preços doméstico foi 0,00 indicando que não existe correlação entre a variação cambial e formação de preços. Por outro lado, existe uma correlação negativa entre o preço nominal em dólar e o câmbio BRL/USD de -0,16 para o Ipê e -0,10 para as outras espécies.

Indicando que apesar dos ganhos em moeda real do histórico da desvalorização cambial do real perante o dólar, essa correlação negativa indica que esses ganhos são limitados, uma vez que quando existe uma desvalorização da moeda real (um vendedor de madeira no Brasil recebe mais reais pelo mesmo número de dólares em mercadoria vendida no exterior) o comprador internacional paga menos dólares para a mesma mercadoria, limitando os ganhos em reais do vendedor brasileiro (figuras 19 e 20).

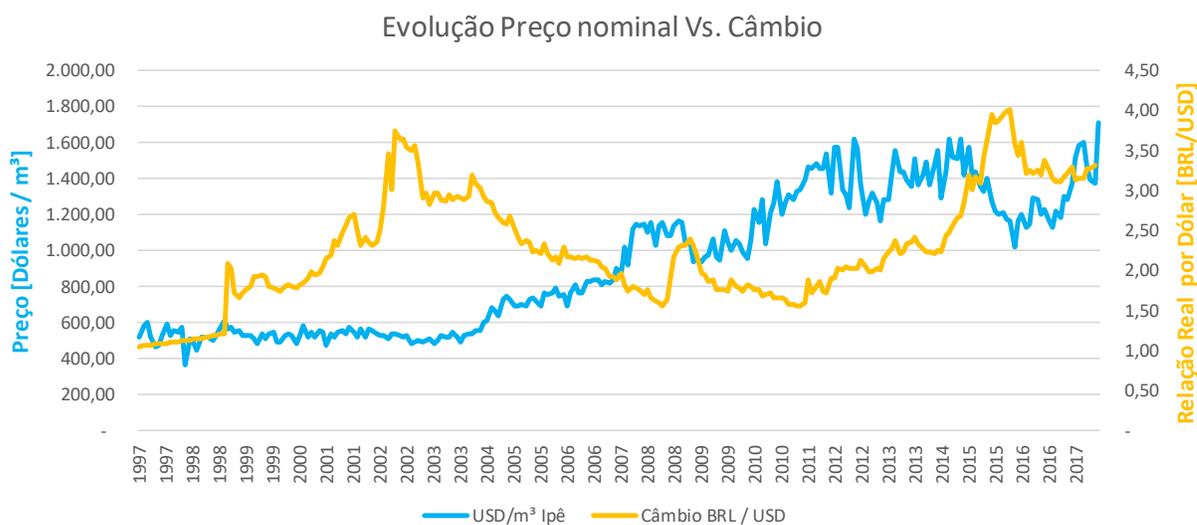


Figura 19. Evolução dos preços nominais da madeira de Ipê no mercado externo e a variação cambial no período. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.

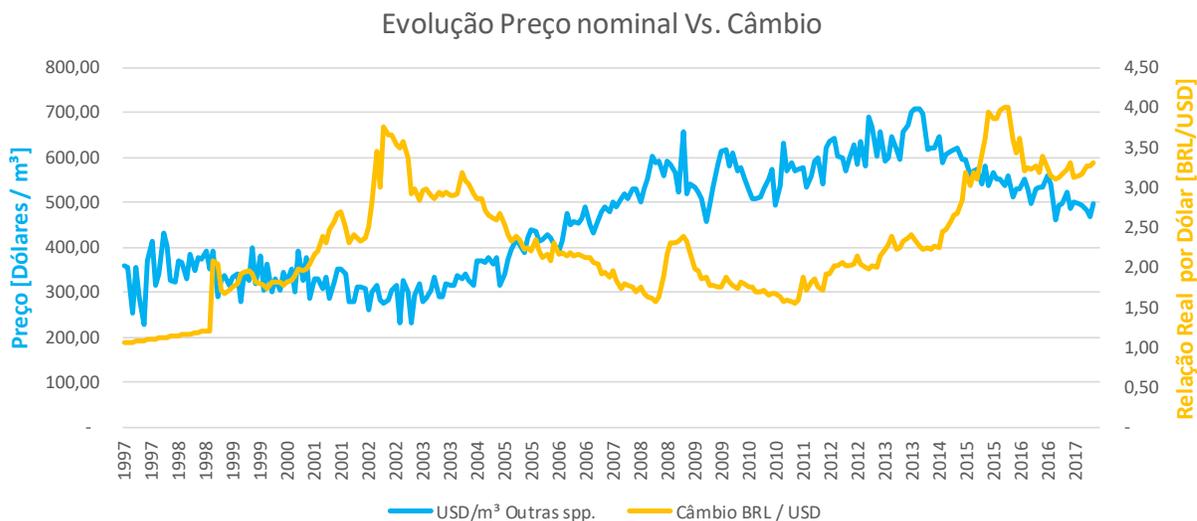


Figura 20. Evolução dos preços nominais da madeira de outras espécies no mercado externo e a variação cambial no período. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.

O fato da linha do gráfico de preços nominais perfazerem praticamente um espelho com o câmbio, indica a natureza de correlação negativa entre essas duas variáveis.

Em relação aos volumes de exportação os Estados Unidos continuam sendo o principal mercado comprador de madeira serrada tropical brasileira (figura 21), entre os anos 2001 e 2017, China também se constitui um mercado importante para madeira serrada.

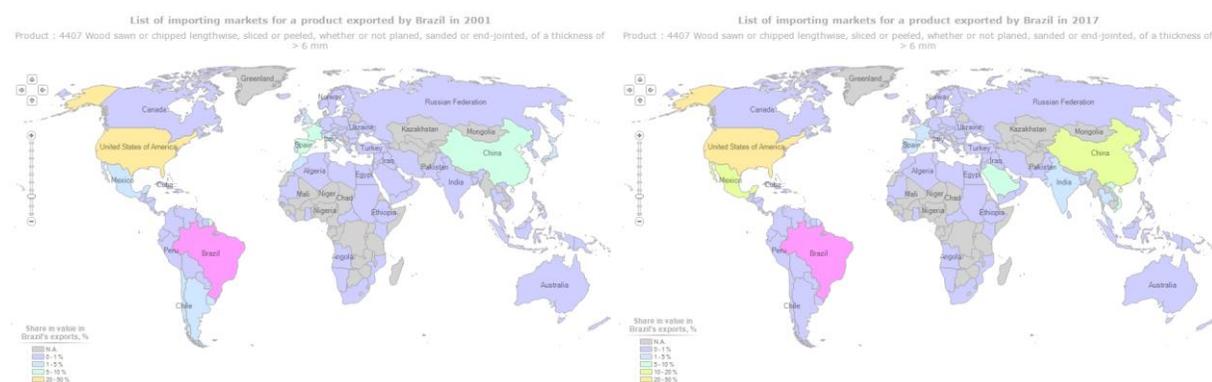


Figura 21. Nos últimos 15 anos os Estados Unidos e China se mantiveram como o principal destino das exportações de madeira serrada tropical do Brasil. Fonte: ITC – International Trade Centre - Trade Map. Consultado em 12 Dec. 2018.

Em relação à correlação entre preços nominais em dólar no mercado externo e volumes comercializados a correlação negativa foi ainda mais forte. A correlação para a madeira de ipê entre volume comercializado e preço nominal em dólar foi de -0,45 e para as outras espécies foi de 0,71 (figuras 22 e 23).

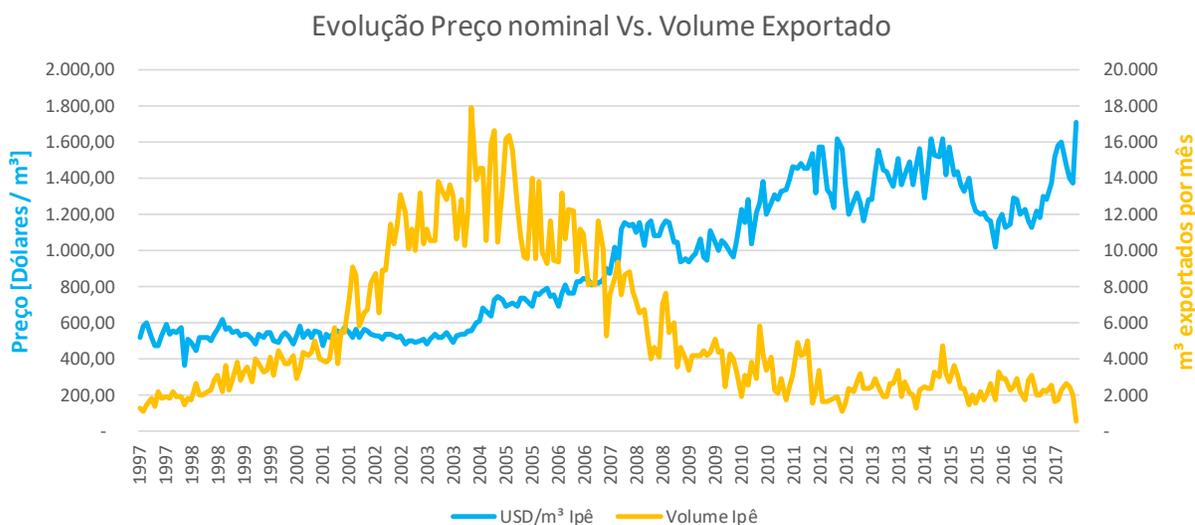


Figura 22. Correlação entre o preço nominal da madeira de ipê em dólar e os volumes exportados mensais. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.

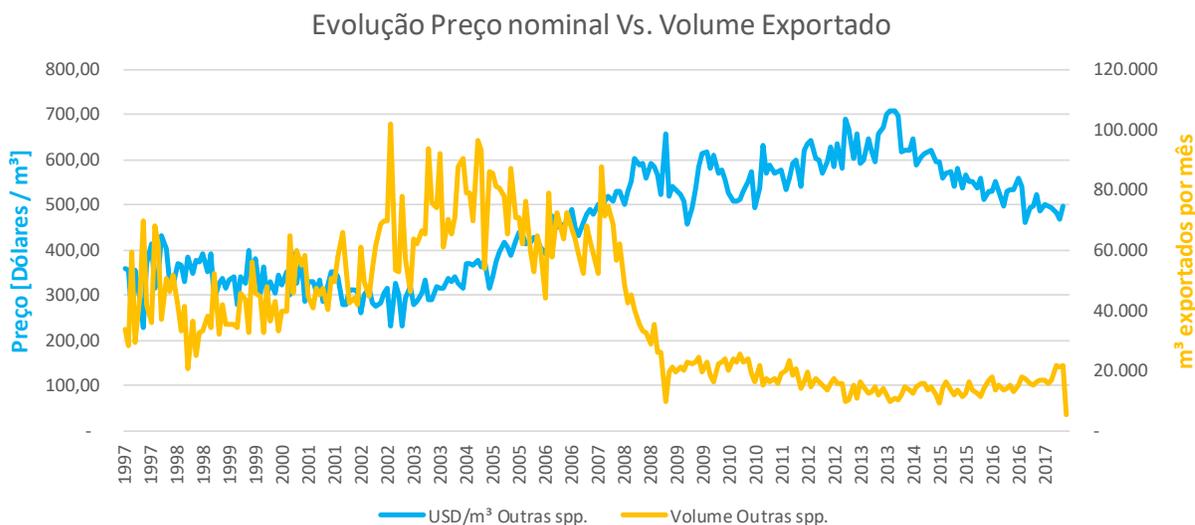


Figura 23. Correlação entre o preço nominal da madeira de ipê em dólar e os volumes exportados mensais. Fonte: ComexStat-MDIc, elaboração dos autores.

A forte correlação negativa entre preço e volume comercializado indica que a oferta do produto de madeira serrada é o principal driver de formação de preço.

Como o câmbio e o volume exportado de madeira são as principais variáveis na formação de preços, foi realizada uma regressão, onde a variável y = preço poderia ser explicada pelo volume de exportação e pelo câmbio (equação 1).

Equação 1. Regressão para prever o preço da madeira serrada, usando a variável volume exportado mensal e câmbio (BRL/USD) como preditora.

$$y(\text{preço}) = 648,48 \left(\frac{USD}{m^3}\right) - 0,0037(m^3 \Delta \text{mensal}) - 94,1(\Delta \frac{BRL}{USD})$$

Os detalhes dos resultados estatísticos dessa regressão encontram-se no anexo 2. As duas variáveis e o intercepto foram todos significativos (p valor $< 0,005$) e o R^2 da regressão foi de 0,52. Ou seja, as mudanças na exportação mensal e as mudanças no câmbio podem em parte, explicar o preço da madeira serrada. Para ilustrar, se a exportação mensal aumentar 1.000 m^3 em um mês e o real se desvalorizar 0,01 perante o dólar o preço esperado em dólar para a madeira serrada para exportação será de USD 643,84 / m^3 . Essa análise foi realizada para as madeiras de outras espécies, excluindo o ipê.

3.2 Retornos dos estudos de caso e do capital natural

Custo de Capital

A taxa de desconto é utilizada como medida para ajustar o risco ao retorno. O capital é remunerado de duas maneiras: pelo valor do dinheiro no tempo e pelo risco, ou seja, a compensação a ser gerada para o investidor por ter assumido riscos adicionais. Além dessas análises, a viabilidade econômica depende da característica, circunstâncias, horizonte temporal e necessidades do investidor. As entradas de dados para calcular os diferentes perfis e taxas de desconto estão descritas nas figuras 24 e 25, bem como os resultados consolidados e suas sensibilidades (figura 26), e o resumo dos resultados (figura 27).

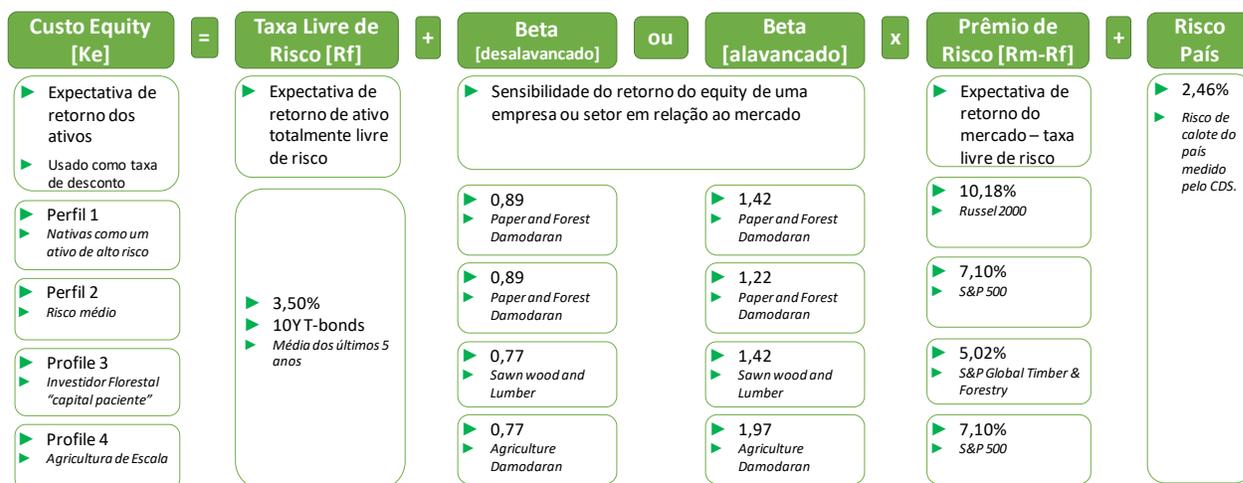


Figura 24. Entrada de dados para o modelo CAPM para ajuste dos retornos dado o risco da atividade. Fonte: Damodaran, US FED, S&P, Yahoo Finance, JP Morgan, elaboração dos autores.

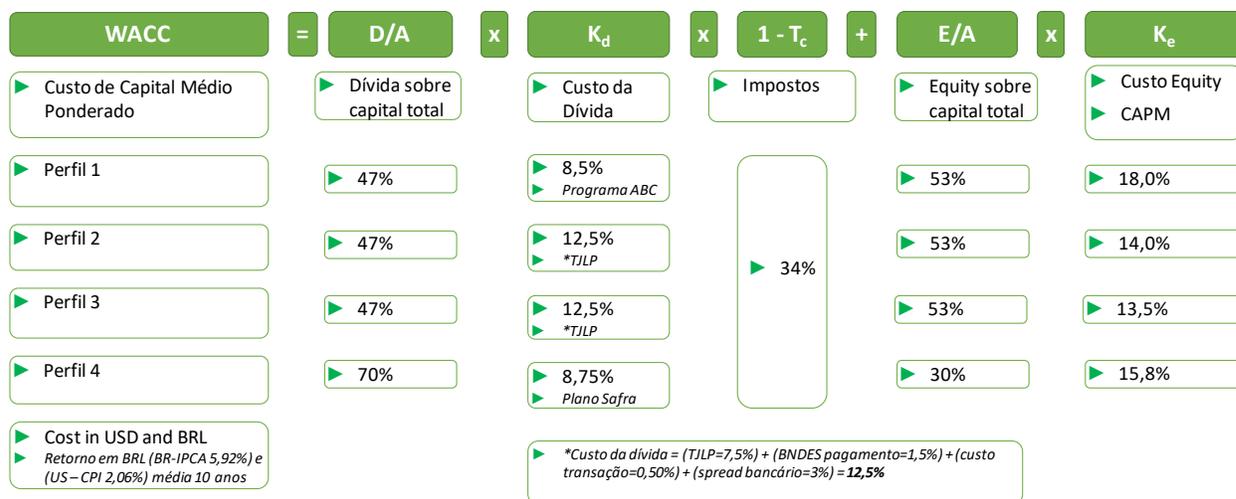
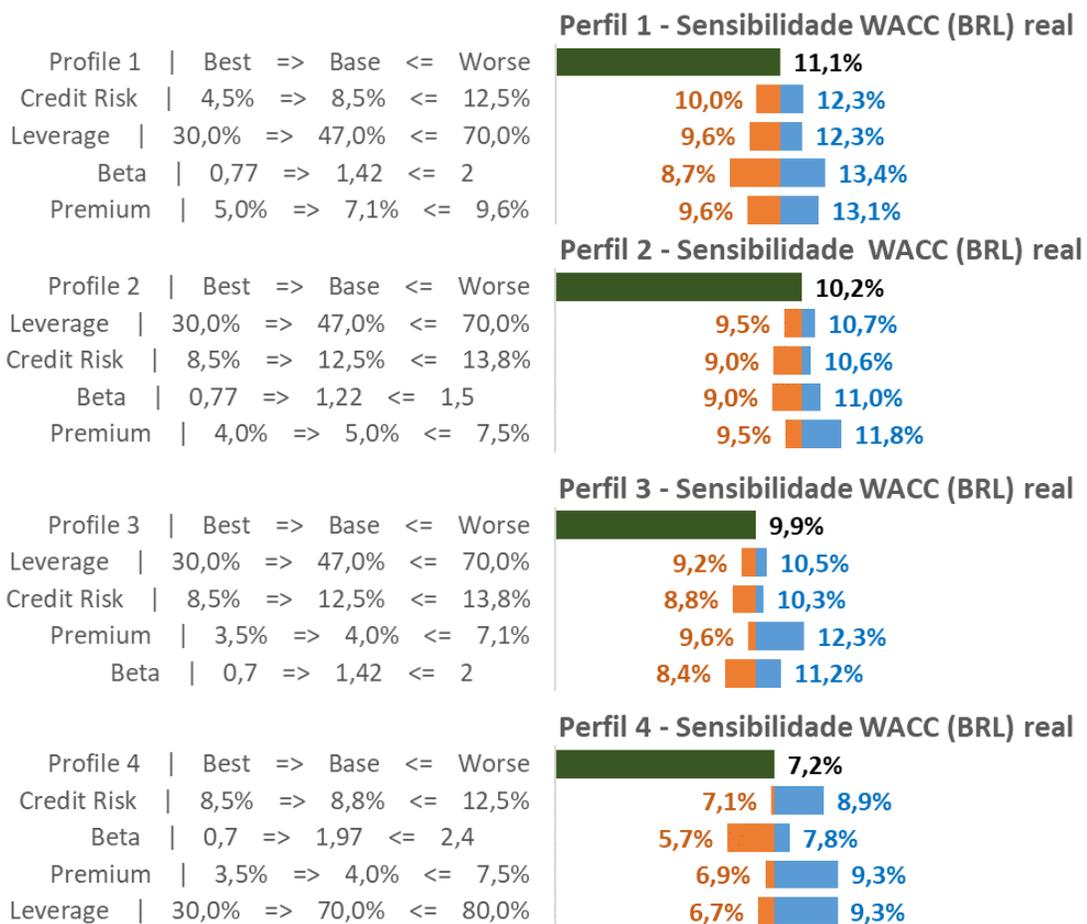


Figura 25. Entrada de dados para o modelo WACC para cálculo do custo de capital médio ponderado. A entrada de dados Ke é a saída de dados do modelo CAPM. Fonte: Damodaran, US FED, S&P, Yahoo Finance, JP Morgan, BNDES, Ministério da Agricultura, IBGE, CPI. Elaboração dos autores.



Credit Risk = Risco de Crédito – relacionado ao custo da dívida

Leverage = Alavancagem – relacionado ao volume de dívida empregado na estrutura de capital da empresa.

Premium = Prêmio de risco ao crédito – relacionado à diferença entre retornos do mercado e da taxa livre de risco.

Beta – relacionado à sensibilidade do retorno de um determinado setor e o mercado. Se Beta = 0, o projeto é “livre de risco” (apenas teórico); se Beta = 1, tem o mesmo risco do mercado; se Beta > 1, tem mais risco do que o mercado; se Beta < 1, tem menos risco do que o mercado.

Figura 26. Mostra a sensibilidade de cada perfil em relação às principais variáveis que compõem o custo de capital, com melhores e piores cenários em relação ao cenário base. Elaboração dos autores.

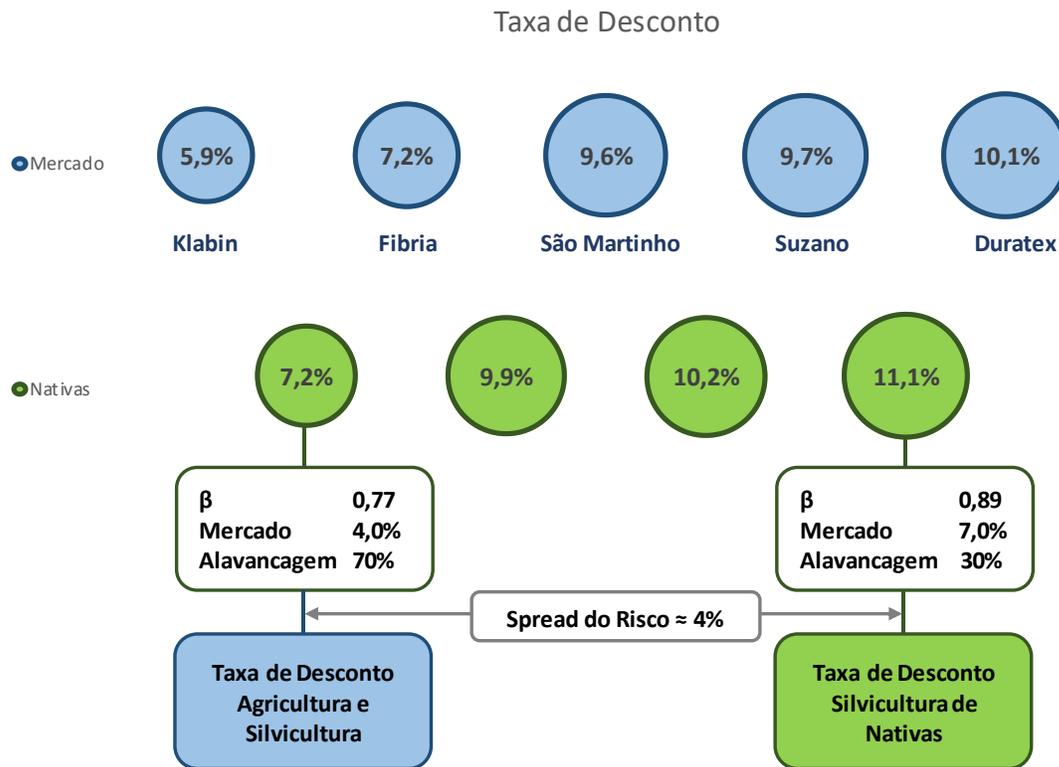


Figura 27. Resumo comparando as taxas de desconto utilizados por empresas de capital aberto para trazerem ao valor justo seus ativos biológicos e os resultados obtidos na presente monografia. Fonte: relatório contábil aos investidores das empresas dos anos 2012 a 2017. Elaboração dos autores.

Os quatro ativos com silvicultura com espécies nativas e SAF foram descontados pela taxa de 11,1% e os três ativos de reflorestamento com eucalipto e culturas permanentes descontado pela taxa de 7,2%, justamente para traduzir o maior risco que em teoria os ativos com espécies nativas trazem em função do desconhecimento tecnológico dessas espécies. Apesar da luz do conhecimento trazido pelo item 3.1 em relação à mercado para essas espécies. Os dados das médias dos últimos 5 anos da taxa de desconto das empresas de capital aberto (setores: papel, celulose, painéis de madeira e sucroalcooleiro), são variáveis de acordo com o seu custo de capital e a natureza da dívida, e mostram o que no futuro poderá ser o custo de capital para ativos de silvicultura com espécies nativas.

Retornos

As medidas de risco e retorno consideraram o valor do ativo, baseado no VPL (Valor Presente Líquido) e na TIR (Taxa Interna de Retorno) e necessidade de capital e tempo para recuperar os investimentos (*payback*). A análise foi feita individual (figuras 28 e 29) e agregada (figuras 30 e 31) para os estudos de caso e para os “benchmarks”.

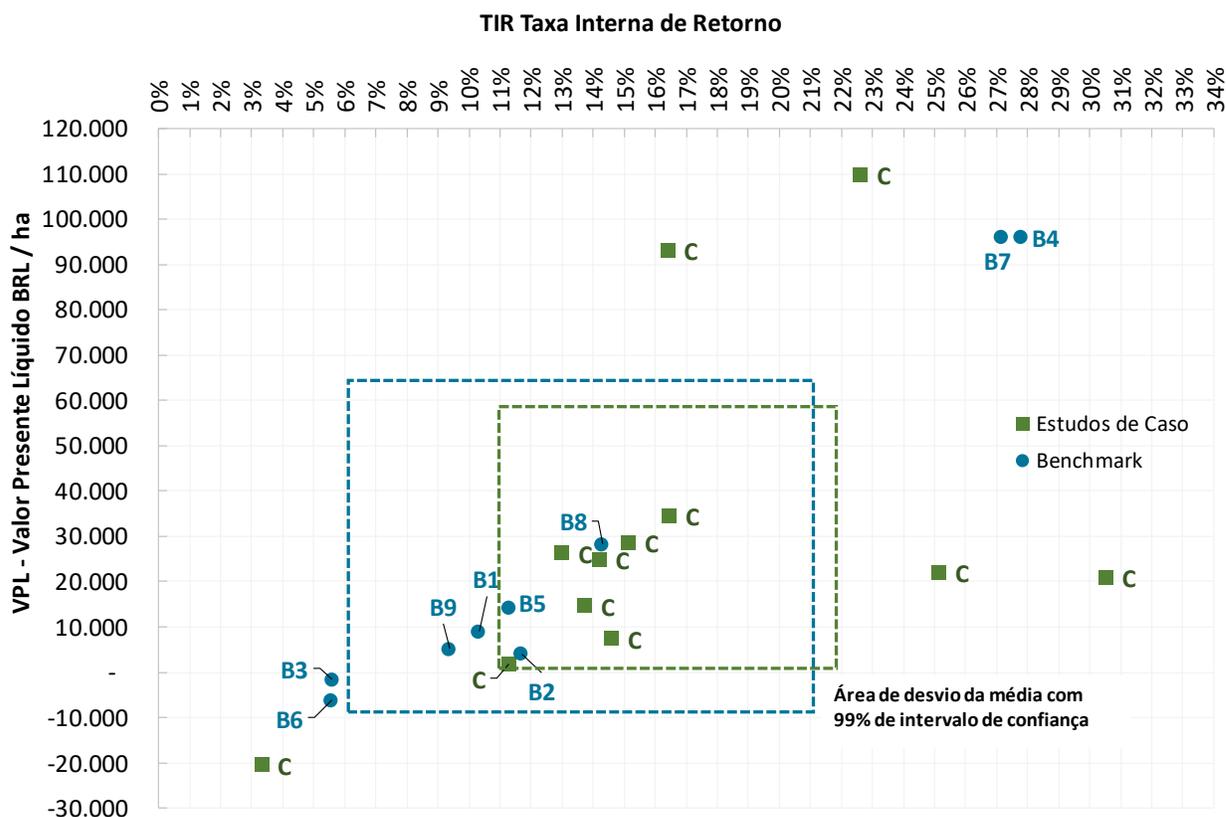


Figura 28. Resultado ajustados pelo custo de capital dos retornos dos estudos de caso e dos “benchmarks”. Os pontos “Cs” indicam os estudos de caso e os pontos “Bs” indicam o benchmark. Elaboração dos autores.

Como um ativo dos estudos de caso com silvicultura de nativas, um ativo com eucalipto e um com cultura permanente, não tiveram viabilidade econômica, eles não aparecem na figura a seguir, da necessidade de caixa e do tempo para recuperar o investimento, em função dessas variáveis tenderem ao infinito nesses casos.

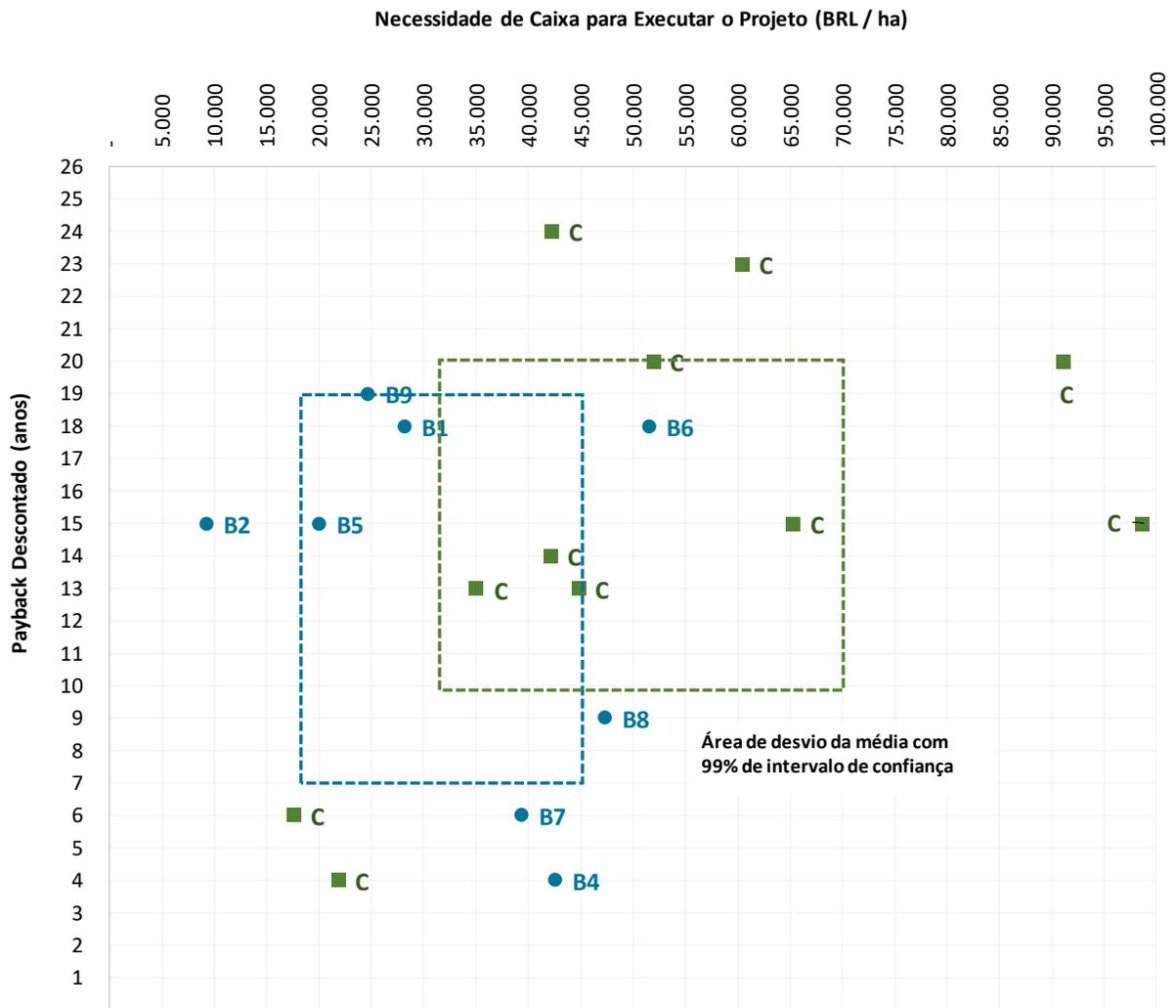


Figura 29. Resultado ajustados pelo custo de capital dos retornos dos estudos de caso e dos “benchmarks” no caso do *payback* descontado. A necessidade de caixa é o ponto de mínima do fluxo de caixa livre acumulado. Os pontos “Cs” indicam os estudos de caso e os pontos “Bs” indicam o benchmark. Elaboração dos autores.

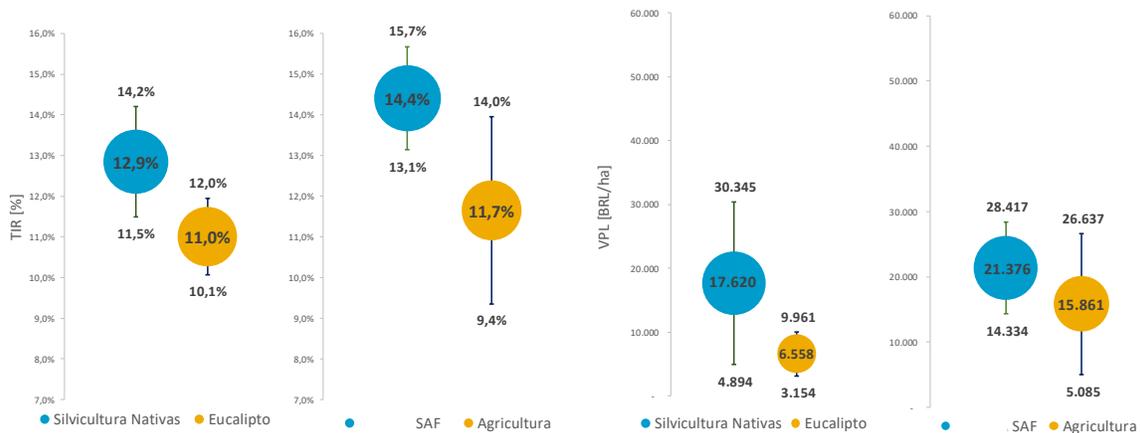


Figura 30. Resultado agregados pelo custo de capital dos retornos dos estudos de caso e dos seus “benchmarks”, as bandas inferiores e superiores indicam o desvio padrão da média com 95% de confiança. Elaboração dos autores.

Nesse caso foram excluídos um caso de estudo e um benchmark para não contaminar as amostras principalmente nas variáveis de necessidade de caixa e tempo de retorno do investimento. As barras superiores e inferiores compreendem os desvios da média com um intervalo de 95% de confiança.

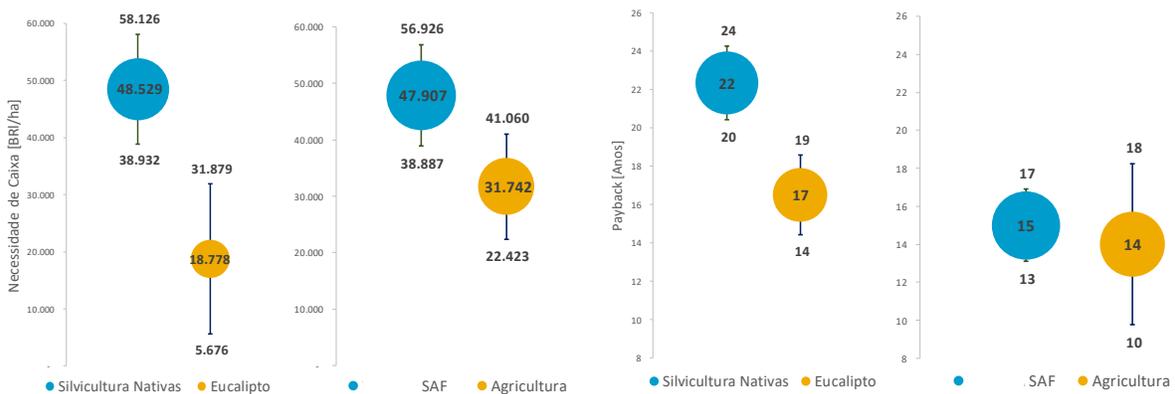


Figura 31. Resultado agregados pelo custo de capital dos retornos dos estudos de caso e dos seus “benchmarks”, as bandas inferiores e superiores indicam o desvio padrão da média com 95% de confiança. A necessidade de caixa nesse caso leva em consideração a aquisição do ativo fundiário. Elaboração dos autores.

Os resultados mostram que não existe diferença estatística entre os retornos dos estudos de caso e do reflorestamento com eucalipto, com 95% de confiança. Todavia, dois parâmetros importantes

para a viabilidade de projetos, a necessidade de caixa e tempo para recuperar os investimentos são significativamente maiores para a silvicultura com espécies nativas quando comparado com seu benchmark eucalipto. Para os SAFs e os ativos de cultura permanente não houve diferença estatística para nenhuma das quatro variáveis apresentadas. Esse resultado, explica em parte o motivo da silvicultura de espécies nativas não ganharem escala, uma vez que necessita de muito capital, e um longo tempo para recuperar o valor investido. O fato de mesmo sendo descontado à uma taxa maior, o valor do ativo com silvicultura de espécies nativas ser superior ao do eucalipto mesmo que sem diferença significativa, se deve ao fato do produto vendido (madeira serrada) ter um valor agregado sensivelmente superior à modalidade de venda de madeira em pé, como o benchmark eucalipto.

Além de calcular o retorno desses ativos uma análise fundamental é a de sensibilidade. Ela mede a sensibilidade do retorno mediante a variação de uma variável do modelo. Esse parâmetro pode ser interpretado como uma medida de risco, uma vez que quanto maior a amplitude do retorno em torno do resultado maior o risco. Essa é a mesma interpretação utilizada para a leitura da volatilidade dos preços, que quanto maior os desvios da média maior o risco. Para aferir os desvios dos retornos foi utilizado o preço dos produtos como variável, variando para -10% e +10% de seu valor base (figura 32).

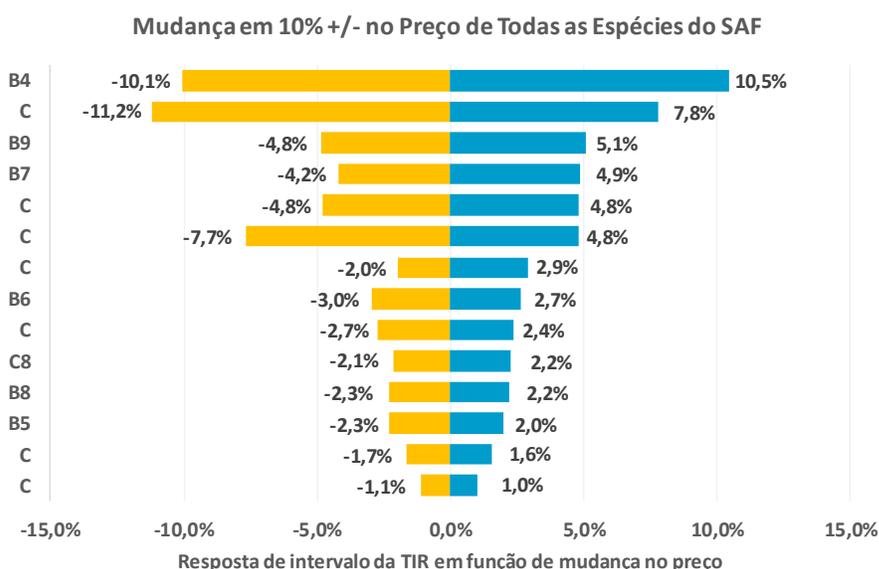
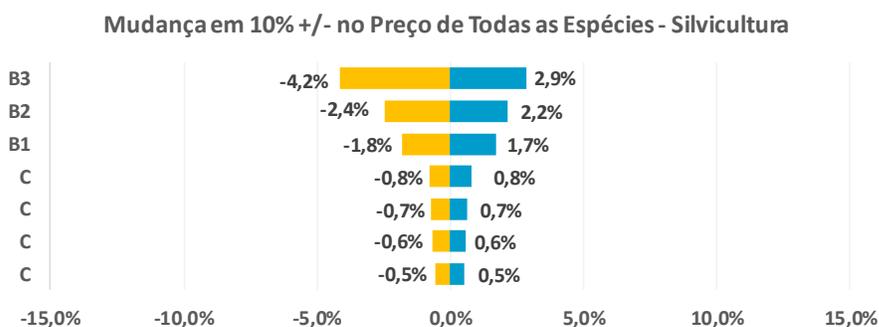


Figura 32. Resultado da sensibilidade da TIR em função da variação no preço de todos os produtos dos ativos. Para os casos de B1 a B8 referir-se a tabela 2. Elaboração dos autores.

Os resultados mostram que o grupo de estudos de casos com silvicultura de espécies nativas possuem o menor desvio de retorno em função da mudança nos preços. O maior desvio desse grupo de ativos é menor que o menor desvio do grupo de ativos composto por SAFs e culturas permanentes e eucalipto. Isso implica em menores riscos. Ativos florestais são conhecidos por terem menor volatilidade e riscos que ativos agrícolas “soft commodities” por exemplo, como mostrados pelos resultados anteriores. Da mesma forma que os ativos de silvicultura com espécies nativas apresentam menores desvios diante de mudanças da variável preço, ativos madeireiros tropicais valorizaram em termos reais consistentemente nos últimos 20 anos. A valorização real nos preços dessas espécies tem um impacto significativo no retorno desses ativos (figura 33).

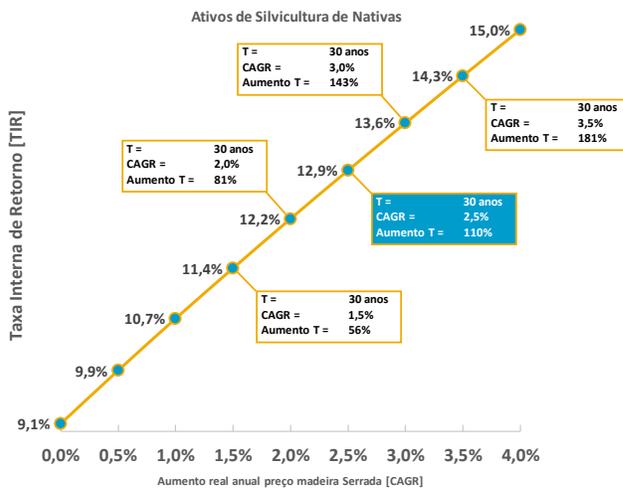


Figura 33. Cenários de retorno mediante a variação nos preços reais da madeira serrada tropical. Elaboração dos autores.

O gráfico mostra que essa variável tem um impacto importante nos retornos, por isso é muito importante entender a origem e o comportamento dos preços da madeira serrada tropical que passou de um produto “commodity” para um produto nobre hoje, onde se busca qualidade e origem responsável. Se os aumentos de preços não fossem considerados a TIR cairia 25%, de 12,9% para 9,1%. Os cenários mostrados refletem os dados sobre mercados coletados no presente estudo.

Nas variáveis de necessidade de investimento e tempo para recuperar investimento, a necessidade de caixa para eucalipto é sensivelmente maior do que os 7 anos de investimentos em silvicultura apenas, em função dos custos de oportunidade da terra e dos custos de comercialização e de administração. Apesar da terra ser um ativo fundiário que se valoriza em termos reais historicamente (figura 34), e é um dos componentes de retorno desses ativos, ela possui um impacto muito grande na necessidade de caixa dos investimentos (figura 35).

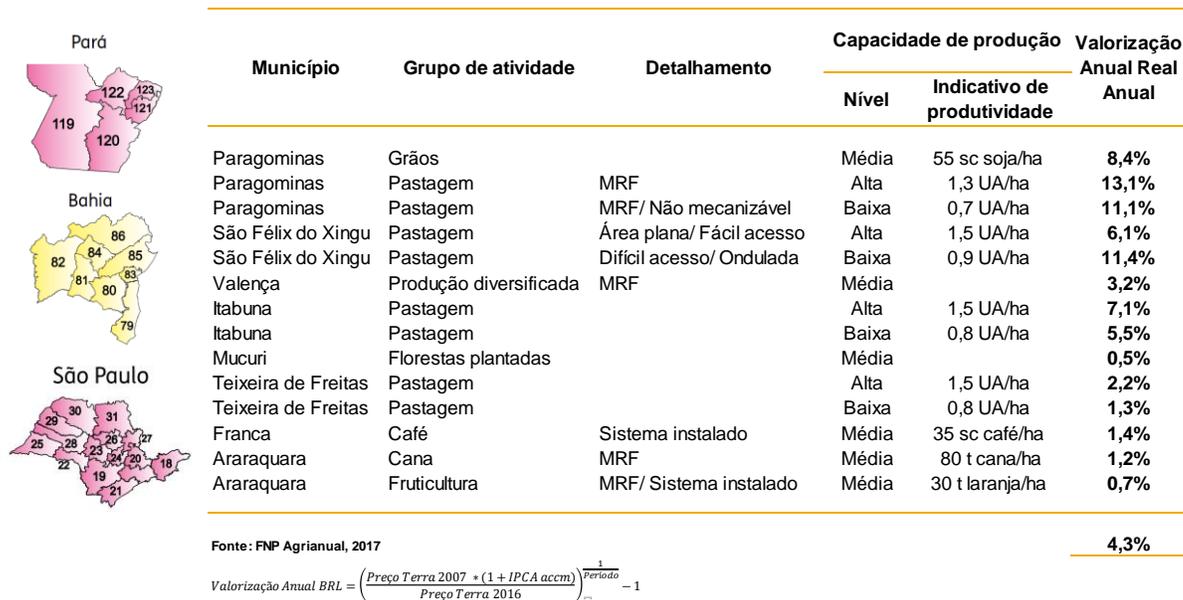


Figura 34. Valorização real dos ativos fundiário nas principais geografias da área de estudo, ano base 2007 ano final 2016. Fonte Fnp Agrianual. Elaboração dos autores.

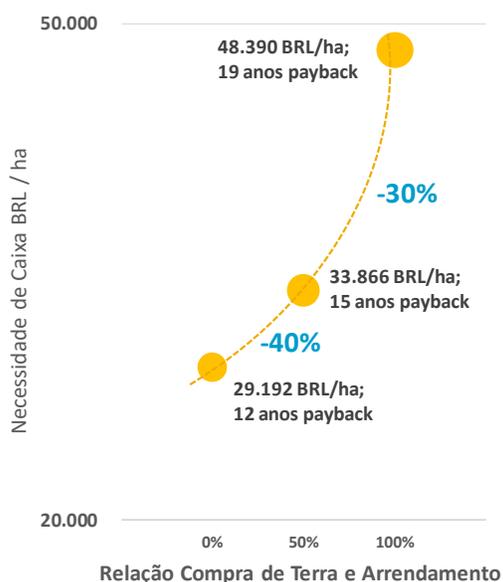


Figura 35. Cenários de compra do ativo fundiário e arrendamento e seu impacto na necessidade de capital para construir os ativos. Análise feita para os ativos de silvicultura com espécies nativas. Elaboração dos autores.

Se por um lado é possível obter ganhos e ser uma fonte de retorno o ativo fundiário, justamente porque considera-se a venda do mesmo no final do horizonte do projeto para fins de modelagem o mesmo tem um impacto enorme no caixa da empresa ou produtor rural e florestal. Seria possível reduzir sem a compra de terra, apenas com arrendamento, 40% a necessidade de investimento por hectare desses ativos, trazendo para a casa dos BRL 30.000 por hectare esses ativos. São modelos que podem funcionar em programas de fomento florestal.

Retornos e o Capital Natural

Em um cenário de economia de baixo carbono, existe a expectativa de valorização do capital natural, seja de forma regulada ou não. A Figura 36 avalia o impacto marginal nos retornos do capital natural no retorno desses ativos e a sua contribuição para a mitigação do aquecimento global e a adaptação dos sistemas agrícolas.

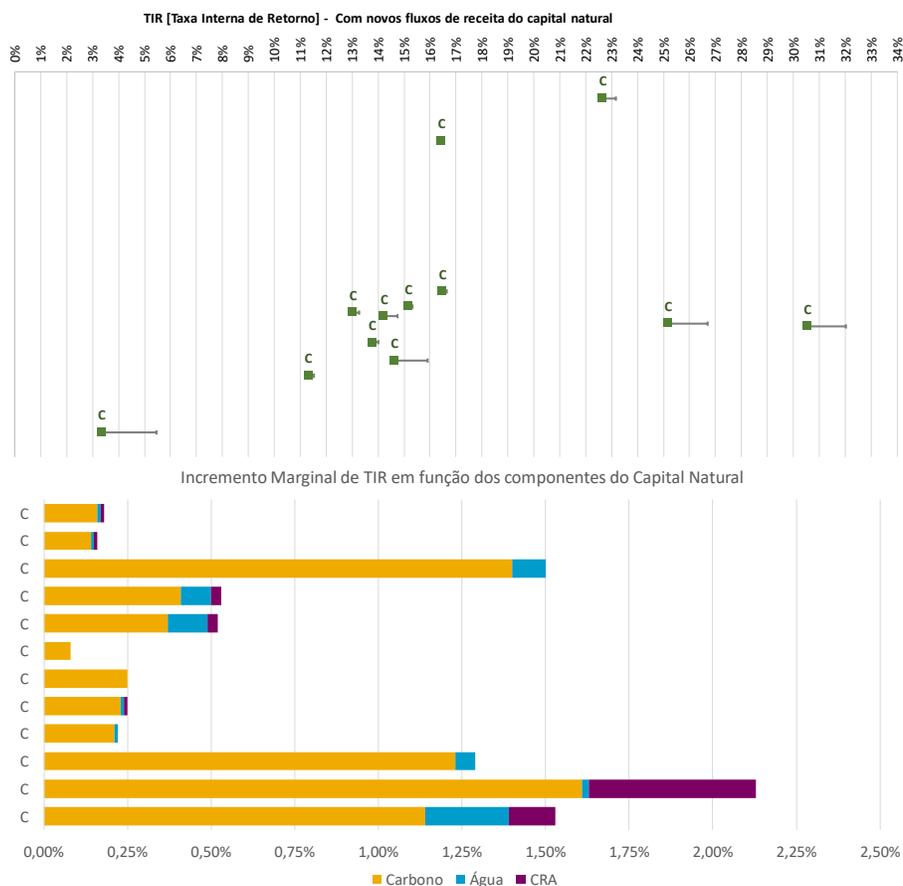


Figura 36. Impacto do capital natural na TIR dos estudos de caso e o resultado consolidado em um cenário de economia de baixo carbono. Elaboração dos autores.

Mecanismos de valoração do capital natural podem ser induzidos por políticas públicas e privadas, funcionando como gatilhos para a silvicultura de espécies nativas. Os resultados indicam que além do carbono o uso econômico da Reserva Legal, previsto no Código Florestal, possui impacto no capital natural, em função dos ganhos de escala, já que grande parte dos ativos aqui estudados é compatível com o manejo sustentável em Reserva Legal. Os números refletem novos fluxos de receita no negócio, sendo o impacto marginal, os ativos do capital natural são analisados de forma integrada ao negócio e não como um ativo separado.

Modalidades de Investimentos

A viabilidade econômica de qualquer ativo depende das análises fundamentalistas como taxa interna de retorno e valor presente baseados em fluxos de caixa futuro, mas, além disso depende da característica, circunstâncias, horizonte temporal e necessidades do investidor. Um projeto com valor presente líquido positivo pode não ser viável para um produtor rural devido ao horizonte de retorno do investimento não atender a liquidez desse indivíduo por exemplo. Para interpretar a viabilidade dos projetos é necessário conhecer as características dos investidores e produtores rurais (Tabela 10).

Tabela 10. – Características de diferentes tipos de investidores. Fonte: modificado de Schweser notes, 2017. Elaboração dos autores.

Investidor	Tolerância ao Risco	Horizonte de Investimento	Necessidade de Liquidez	Necessidade de Renda
Produtor Rural e Indivíduos	Depende do Produtor e Indivíduo	Depende do Produtor e Indivíduo	Depende do Produtor e Indivíduo	Depende do Produtor e Indivíduo
Fundos de Pensão	Alto	Longo	Baixo	Depende da Idade
Investidores de Impacto	Alto	Médio	Médio	Depende do Fundo
Bancos	Baixo	Curto	Alto	Pagamento de Juros
Fundações	Alto	Longo	Baixo	Preservar Capital
Seguradoras	Baixo	Médio	Alto	Baixo
Fundos Mútuos	Depende do Fundo	Depende do Fundo	Alto	Depende do Fundo

Entendendo as características dos investidores é possível aplicar a teoria de portfólios, onde a diversificação dos ativos reduz o risco do investimento sem necessariamente reduzir o retorno do portfólio. Isso poderia ser traduzido com o conhecimento popular de “*não colocar todos os ovos na mesma cesta*”. Historicamente investimentos em florestas tem baixa correlação com o desenvolvimento macroeconômicos e alta correlação com a inflação, duas características que oferecem diversificação de risco quando esse ativo é colocado dentro do portfólio (IWC, 2013 e Agri-investor, 2016), conforme comprovado pelo Beta dos setores aqui utilizados e pela análise de correlação dos preços domésticos com o IPCA. Existem diversos veículos para investimentos em reflorestamento conforme a necessidade de cada investidor, como: investimentos diretos; condomínios de investimento (*club deal*); *private equity*; fundos e fundos mútuos; TIMOs (*Timberland Investment Management Organization*); fundos de investimento imobiliário – REITs (*Real State Investment Trusts*) e os fundos cotados em bolsas – ETFs (*Exchange Traded Fund*). Independentemente do veículo escolhido para se investir no reflorestamento é necessário conhecer e principalmente precificar esses ativos. Cada um desses veículos exige diferente níveis de conhecimento por parte do investidor, não só do ponto de vista técnico, mas também conhecimento financeiro da atividade balanceando os benefícios e riscos que cada veículo de investimento traz.

Ao se desenhar um modelo de negócios, o mercado, questões regulatórias e sistema operacional são as primeiras variáveis a serem investigadas antes de se fazer um *valuation* para investir em reflorestamento. A lógica do funil apresentado na figura 37 auxilia na estratégia para *due diligence* para um investimento.

Mercado	Projeto	Financeiro	Gestão
<ul style="list-style-type: none"> Marco Regulatório e Legal - Transparência; necessidade de políticas industriais 	<ul style="list-style-type: none"> Estratégias de Mitigação de Riscos e Receitas de Fluxos de Caixa Futuro 	<ul style="list-style-type: none"> Fluxos de caixa conhecidos, bem como o retorno sobre o investimento 	<ul style="list-style-type: none"> Qualificação do time gestor para administrar o projeto
<ul style="list-style-type: none"> Tamanho do mercado - clientes; taxa de crescimento. 	<ul style="list-style-type: none"> Maturidade dos Business Cases: Projeto elaborado em conceitos provados 	<ul style="list-style-type: none"> Necessidade de caixa para investir no projeto 	<ul style="list-style-type: none"> Cases que possuam dados histórico que possam ser reportados
<ul style="list-style-type: none"> Maturidade - volatilidade do mercado; comércio global; mercados futuros; <i>hedging</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Certificações, padrões e licença social para operar 	<ul style="list-style-type: none"> Estrutura de garantia sobre capital investido ou sobre retorno mínimo. Garantias sobre empréstimo (colateral) 	
<ul style="list-style-type: none"> Regionalidade - aptidão silvi-agrícola local; potencial de áreas para restauração; assistência técnica; P&D e aumento de produtividade 	<ul style="list-style-type: none"> Quantificação dos impactos das externalidades do projeto. Projeto disruptivo x Business as usual 	<ul style="list-style-type: none"> Investidor; Bancos de Desenvolvimento e produtor rural - Já investiram em tais ativos geram melhor ambiente para investimento 	

Figura 37. Estratégia consolidada de avaliação de projetos e investimentos com espécies nativas. Adaptado de: *Conservation Finance from Niche to Mainstream: The Building of an Institutional Asset Class*. Credit Suisse e McKinsey, 2016. Elaboração dos autores.

O grande desafio do setor de silvicultura com espécies nativas e SAF é avançar da fase de projetos-pilotos para maior escala. Os caminhos para novos mercados e novas classes de ativos começam com projetos pontuais com financiamentos específicos até se tornarem um conceito provado com liquidez e potencial de replicação e escala. Assim, tornam-se atrativos para investidores.

Exemplo de diferentes arranjos de investimentos existem com os diferentes casos aqui apresentado nesse estudo (tabela 11).

Tabela 11. – Características dos diferentes arranjos das empresas estudadas. Fonte: Amata (relatório contábil 2017); Symbiosis (the business of planting trees - WRI); CAMTA (Climate Smart Agriculture Alimi Impact Ventures). Elaboração dos autores.

	Amata	Symbiosis	C.A.M.T.A.
Mecanismo de investimento	Equity e Dívida	Equity	Não Reembolsáveis, Equity e Dívida
Receitas Milhões de BRL (2017)	16	a partir de 2020	58
Arranjo	Sociedade Anônima	Limitada	Cooperativa [172 produtores]
Produtos	Madeira	Madeira	soft commodities; polpa de frutas; óleos vegetais
Patrimônio Líquido Milhões de BRL	330	30	

Esses três casos mostram que é possível existir diferentes arranjos com diferentes veículos de investimentos. Essa é uma etapa importante para a elaboração de um plano de negócios. Os arranjos são diferentes quando o objetivo é agregar produtores rurais, ou quando empresas grandes (S.A.) ou médias (LTDA) buscam captar investimentos. Os estudos mostram que os arranjos são diversos para os diferentes contextos e desafios do Brasil.

Adicionalmente, uma plataforma de Pesquisa e Desenvolvimento para a silvicultura de espécies nativas, certamente promoverá a melhoria no ambiente de negócios para o reflorestamento de espécies nativas com a redução dos custos e o aumento da produtividade das principais espécies de valor comercial.

Em relação ao financiamento e às garantias, é necessário mostrar em primeiro lugar às instituições financeiras públicas e privadas os resultados de risco e retorno da restauração florestal e do reflorestamento com espécies nativas. Esse é o primeiro passo para que as instituições possam alavancar os projetos. É necessário ainda mobilizar os fundos bilaterais e multilaterais (principalmente os da agenda do clima) para servirem como gatilhos na agenda do reflorestamento com espécies nativas.

Quanto à externalidade do capital natural “carbono”, o fluxo de receitas poderia ser trazido a valor-presente e conseqüentemente securitizado. Outra opção seria entrar numa operação estruturada para financiar o projeto, sendo que a restrição aqui estaria na ausência de um mercado doméstico.

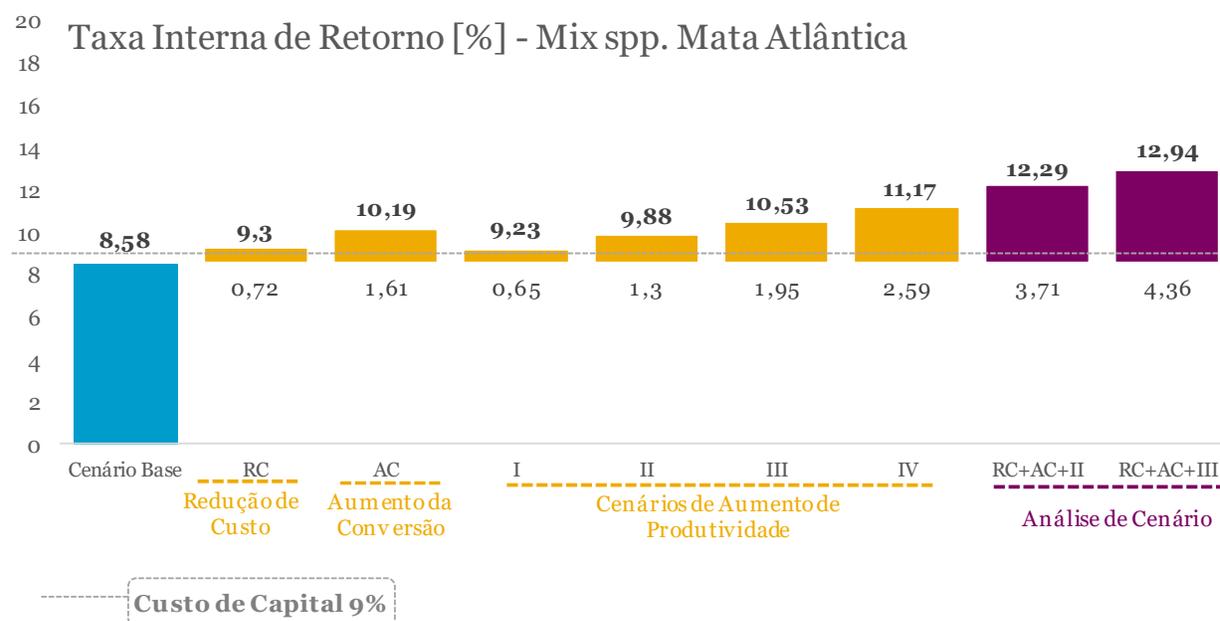
Fluxos de caixa conhecidos e estáveis são fundamentais para atração de investidores e produtores rurais. É importante também entender o apetite das seguradoras para a atividade de silvicultura com espécies nativas, considerando que é de longa maturação e com espécies florestais menos conhecidas que as de pinus ou eucalipto. Entender como se trabalha as taxas de riscos em relação às coberturas (incêndio, fenômenos meteorológicos e ataque de formigas) é fundamental para viabilizar esse mercado com algum subsídio, como acontece no seguro-agrícola.

Já os fundos garantidores podem aumentar a aderência dos financiadores aos projetos. O governo pode ter um papel fundamental para estimular a indústria do reflorestamento com espécies nativas através do uso de mecanismos já existentes para financiamento do setor. Desse modo outras agências financiadoras poderiam ter mais aderência ao negócio com a garantia pública.

3.3 O impacto de investimentos em P&D na competitividade da silvicultura de nativas

Competitividade

Os resultados dos custos e benefícios de investimento em pesquisa desenvolvimento e inovação com as espécies nativas para os biomas Amazônia e Mata Atlântica (figuras 38) bem como suas variações com espécies exóticas (figuras 39). Foi, ainda, avaliada a taxa incremental de retorno para cada variável [redução de custo; taxa melhorada de conversão de madeira em tora; aumento nos rendimentos I; II; III; IV; e dois cenários combinando essas variáveis].



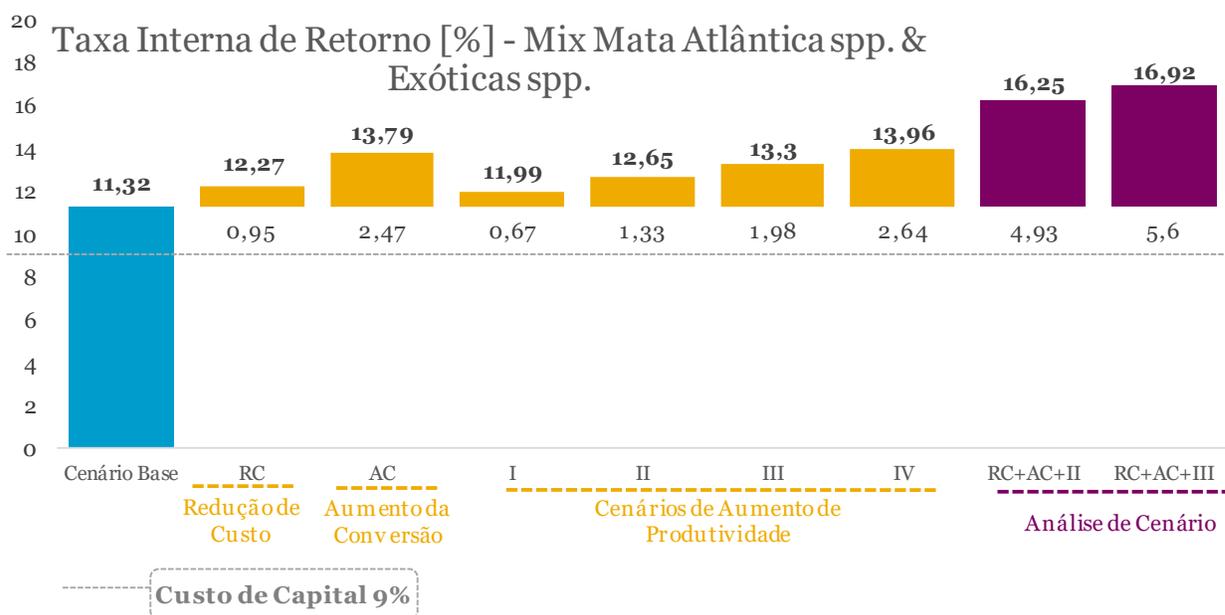
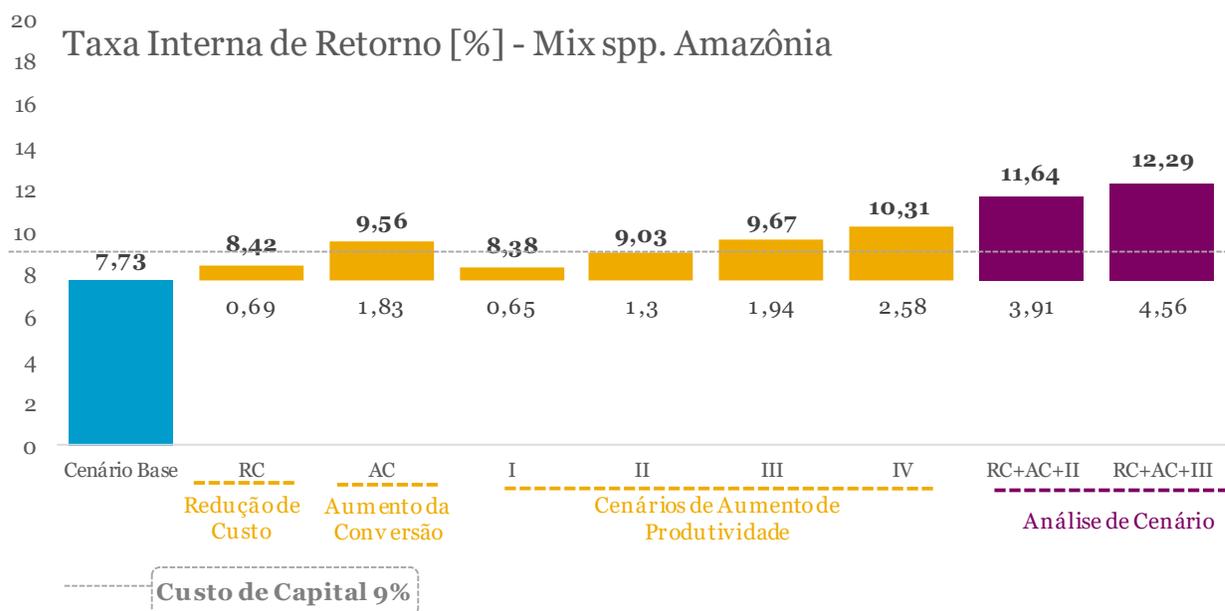


Figura 38. As barras azuis representam a Taxa Interna de Retorno (TIR) nos cenários referenciais para a Mata Atlântica, a TIR incremental relativa a uma mudança em cada variável mantendo todas as demais constantes, e o cenário combinado, mudando três variáveis ao mesmo tempo e mantendo todas as outras constantes. Elaboração dos autores.



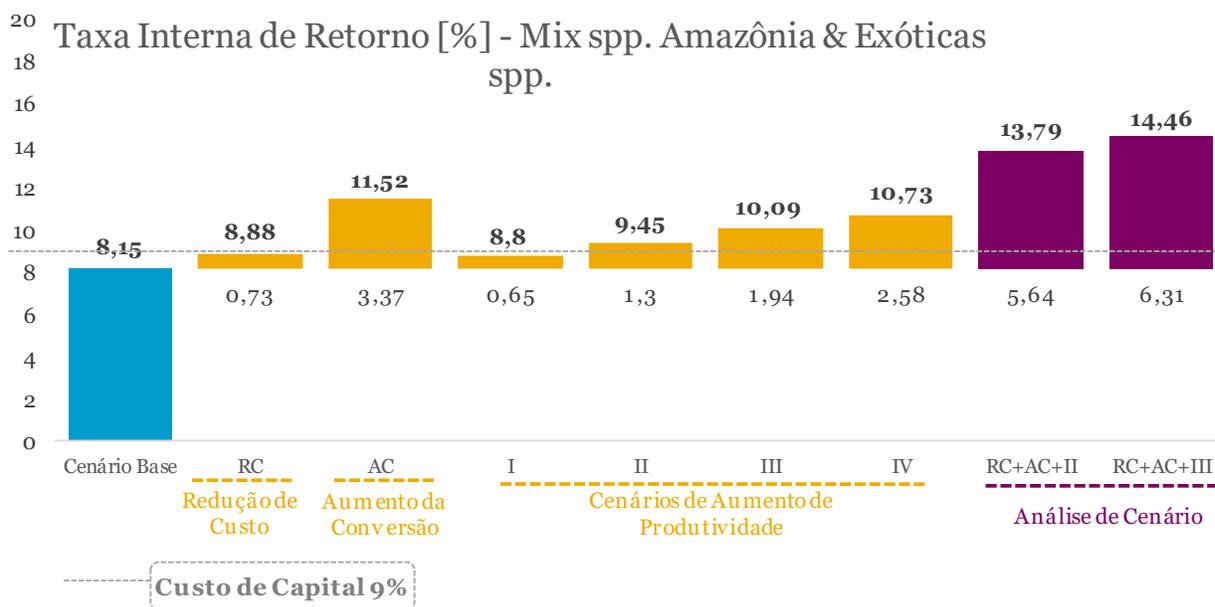


Figura 39. As barras azuis representam a Taxa Interna de Retorno (TIR) nos cenários referenciais para a Amazônia, a TIR incremental relativa a uma mudança em cada variável mantendo todas as demais constantes, e o cenário combinado, mudando três variáveis ao mesmo tempo e mantendo todas as outras constantes. Elaboração dos autores.

Nenhum dos cenários referenciais, tanto para a Mata Atlântica quanto para o bioma da Amazônia, cobre o custo de capital, o que significa que, seguindo as premissas propostas, os projetos não são lucrativos, com as premissas propostas. No caso dos modelos da Mata Atlântica com qualquer uma das variáveis melhoradas, tem-se um negócio lucrativo. No caso da combinação de espécies da Mata Atlântica com espécies exóticas, o cenário referencial já é lucrativo e, no melhor cenário, a TIR aumenta em mais de cinco pontos percentuais, de 11,3% para 17%.

No caso da Amazônia, o custo do frete penaliza tremendamente o modelo. Em ambos os modelos na Amazônia, o aumento na taxa de conversão (AC) e/ou o aumento nos rendimentos (II; III; IV) os tornam lucrativos. Na combinação de redução de custo (RC), aumento de taxa de conversão de madeira em tora (AC) e cenário de rendimento III, a IRR subiu 6,3 pontos percentuais, indo de 8,2% para 14,5%.

Nos dois modelos com espécies exóticas mistas, a variável AC tem o maior impacto. Isso pode ser explicado pelo fato de que os modelos com espécies exóticas produzirem maior volume de madeira e, por serem mais eficientes na conversão, nesse cenário, maximizam os retornos quando

comparados com os modelos de combinação de espécies apenas nativas, cujo rendimento é menor. Esta é a única variável que, sozinha, consegue tornar lucrativo qualquer um dos quatro modelos propostos (o modelo com espécies da Mata Atlântica combinadas com exóticas já é lucrativo).

Como já mencionado, uma nova economia florestal depende de uma plataforma de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) pré-competitiva nacionalmente integrada, com o intuito de aumentar o conhecimento e melhorar a produtividade das espécies e a qualidade da madeira produzida. A vantagem econômica dos sistemas florestais com espécies nativas é que eles oferecem um produto que está se tornando escasso no mercado e cujo preço tende a aumentar no futuro, conforme demonstrado no item 3.1. Esse conjunto de variáveis pode transformar a silvicultura com espécies nativas em um negócio lucrativo.

A plataforma de P&D pode aumentar a escala dos sistemas silviculturais com espécies nativas por oferecer retornos financeiros atraentes a investidores e produtores. No caso do Brasil, a produção florestal pode não só atender às demandas do mercado madeireiro, como também trazer benefícios adicionais, tais como: a) contribuir para reduzir o desmatamento e a degradação na Amazônia; b) remover milhões de toneladas de CO₂ da atmosfera; c) aumentar emprego e renda; d) reduzir o custo da produção de mudas; e) ainda, diversas outras externalidades adicionais. Esses aspectos também serão brevemente discutidos a seguir, considerando o potencial que os sistemas silviculturais com espécies nativas podem atingir no território brasileiro.

Escalabilidade

Para determinar as escalas mínima e ideal que justifiquem o investimento em uma plataforma de P&D, utilizamos o modelo da Mata Atlântica com combinação de espécies nativas, variando todos os outros custos e receitas conforme a escala e mantendo fixo apenas o investimento em P&D. O cenário escolhido para a comparação com a referência Mata Atlântica mix de espécies nativas, foi o RC + AC + II [20% de redução nos custos; aumento da taxa de conversão, de 20% para 40% no desbaste e de 40% para 50% no corte raso; e aumento de 35% na produtividade das espécies nativas]. A escala variou de 1 a 1.000.000 de hectares (figura 40).

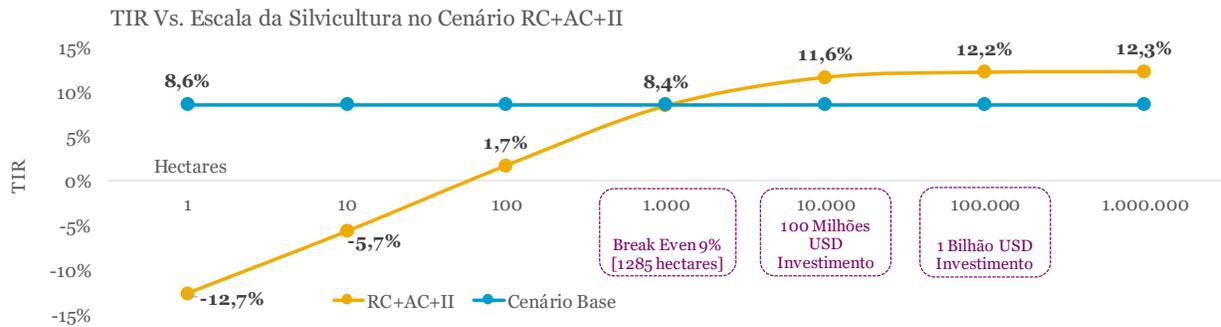


Figura 40. Comparação entre cenário referencial da Mata Atlântica com combinação de espécies nativas e cenário melhorado com P&D. A escala que equaliza o custo de capital é de 1.285 hectares. Elaboração dos autores.

Embora os benefícios da economia de escala tendem ao infinito, para a chegar uma escala mínima há um Capex da implementação da silvicultura associado aos investimentos em P&D. Como já observado, o Capex em P&D é fixo, mas o Capex na implementação da silvicultura varia de acordo com a escala. Ainda que a taxa de retorno na escala de 100.000 hectares seja mais alta, há uma necessidade de capital de USD 1 bilhão para a implementação, contra USD 100 milhões na escala de 10.000 hectares. O cenário referencial é linear, pois os investimentos e benefícios de P&D não estão inclusos, de forma a considerar apenas custos variáveis.

Análise de custo-benefício

O custo-benefício (C/B) é um indicador utilizado na análise que mostra a relação entre os custos e os benefícios de um projeto em termos monetários ou qualitativos. O C/B, porém, não resulta em valor econômico criado. A análise de C/B utilizou o Valor Presente Líquido (VPL, descontado de 9%) sobre o Capex das despesas iniciais do investimento no ativo florestal, tanto para o cenário referencial como para o RC + AC + II, neste último, também foi incluído o investimento em P&D e seus benefícios (Figura 41).

Análise de Custo Benefício Vs. . Escala da Silvicultura no Cenário RC+AC+II

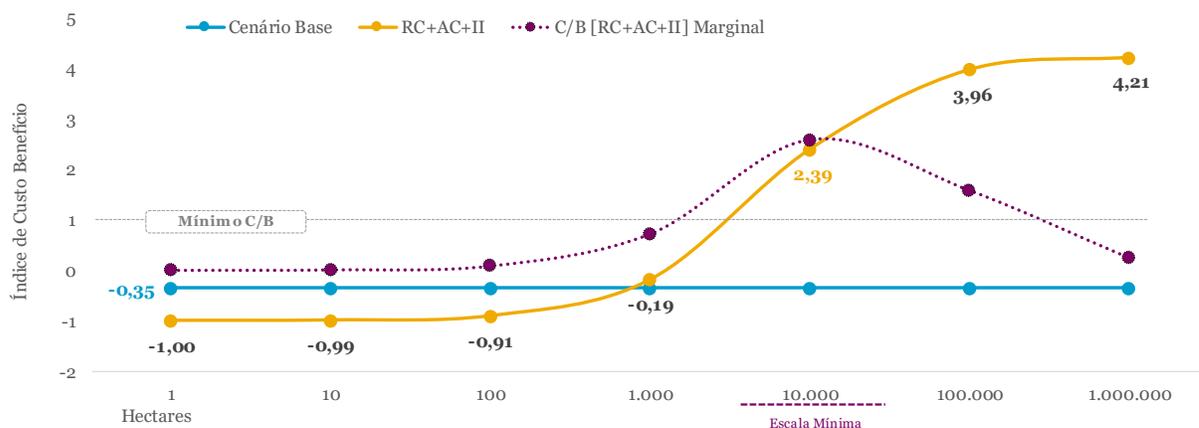


Figura 41. Os índices de C/B são o Capex /VPL. O C/B marginal foi traçado para inferir a escala mais vantajosa, uma vez que os índices de C/B tendem ao infinito. Elaboração dos autores.

Se um projeto tem C/B maior que 1, o VPL é positivo e a taxa interna de retorno (TIR) é maior que a taxa de desconto usada nos cálculos do Fluxo de Caixa Descontado. Isso indica que o Valor Presente dos fluxos de receitas do projeto supera o Valor Presente dos custos. Se o C/B for igual a 1, esse índice indica que o VPL é igual à zero, sendo um projeto que pelo menos paga o custo de capital. Se o C/B de um projeto é menor que 1, o projeto não é rentável, e não deve ser considerado.

Neste caso, o cenário RC + AC + II mostrou C/B de 2,39 (tendendo ao infinito), o que indica que os benefícios do projeto superam significativamente seus custos. Além disso, o cenário proposto de 10.000 hectares pode contar com USD 2,39 em benefícios para cada USD 1 de custo [sendo o investimento inicial composto por 7% em P&D e 93% em silvicultura], em comparação com o cenário referencial na mesma escala, que tem uma perda de USD 0,35 para cada USD 1 investido (investimento de 100% em silvicultura).

Remoção de CO₂

Existem cerca de 100 milhões de hectares de pastos no Brasil enfrentam níveis moderados a fortes de degradação (DIAS-FILHO, 2014). Desses 100 milhões de hectares, 50 milhões de hectares têm pouca aptidão para a agricultura. Assim, essas pastagens apresentam uma capacidade extremamente baixa e não há recursos suficientes para que se recuperem. Dias-Filho (2014) estima que, se 25 milhões de ha fossem recuperados para pastagem de gado, 75 milhões de ha poderiam

ser destinados a atividades agrícolas ou florestais. Além disso, há um déficit de cerca de 11,5 milhões de ha de reservas legais nos biomas da Mata Atlântica e da Amazônia, que são ocupados ilegalmente pela agropecuária (SOARES-FILHO, 2013).

Caso uma parte dessas áreas fosse convertida em silvicultura com múltiplas espécies nativas, seria possível cumprir o Código Florestal e legalizar muitos produtores, e principalmente aumentando renda. No que tange ao potencial de sequestrar e estocar carbono com diferentes espécies nativas (ROLIM & PIOTTO, 2018), a média para um período de 30 anos pode chegar a 440 t CO₂e/ha, ou 120 t de C/ha.

A análise de custo-benefício em carbono usou a mesma lógica mencionada no item anterior de C/B, considerando o Capex nas despesas iniciais e a escala da plataforma. Nessa análise, avaliamos os quatro cenários de crescimento estimando o custo da tonelada de carbono estocado, comparando-os com os cenários referenciais (Figura 42). As premissas para esses cenários são encontradas na Tabela 4.

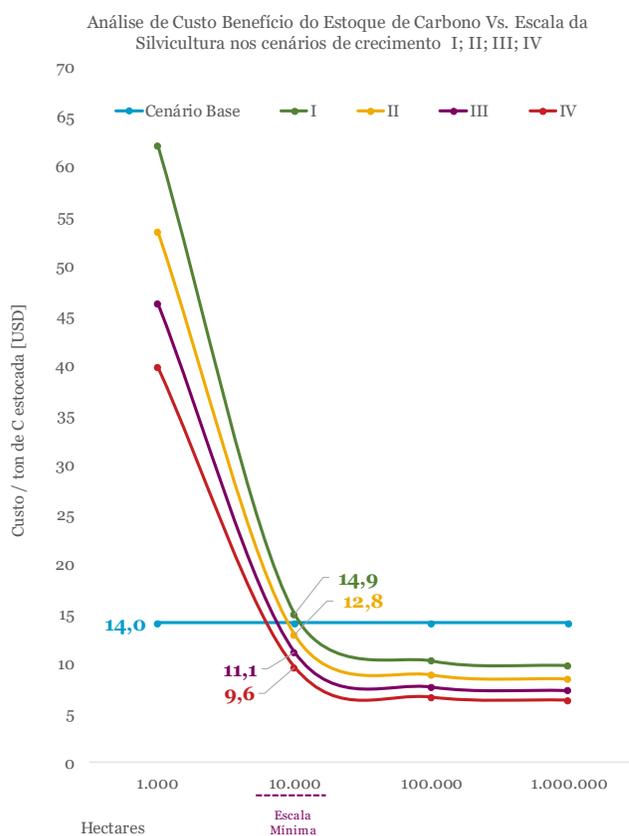


Figura 42. Comparação da análise de custo-benefício entre os cenários propostos. Os índices de C/B correspondem a carbono estocado por hectare/Capex por hectare. Elaboração dos autores.

Os cenários II, III e IV oferecem uma relação custo-benefício melhor se comparados com o cenário referencial para a escala de 10.000 hectares ou mais. Nos cenários mais prováveis, o custo por tonelada de carbono estocado para os cenários II e III pode cair entre 9% para 21%, respectivamente, na escala de 10.000 hectares. Essa redução pode ser bastante ampliada na escala de 100.000 hectares, com custo abaixo de USD 8 por tonelada de carbono estocado. De acordo com o relatório publicado pela Forest Trends (2017), o preço médio do CO₂ equivalente para o setor de plantio de árvores (silvicultura) era de USD 7,50 por tonelada. Isso significa que os mercados de carbono poderiam subsidiar os investimentos iniciais dos projetos de silvicultura com espécies nativas. No entanto, ainda são incertas as consequências para a densidade da madeira sob os cenários de crescimento melhorado, o que pode, talvez, reduzir o potencial de estocagem de carbono.

O Aumento de Competitividade

Quatro modelos foram usados para estimar a escalabilidade e realizar a análise de custo-benefício: dois para a Mata Atlântica e dois para o bioma da Amazônia. As principais diferenças entre os biomas são a distância do frete até os portos e a combinação com espécies exóticas. A combinação com espécies exóticas foi lucrativa no bioma da Mata Atlântica no cenário base, uma vez que espécies exóticas já incorporaram P&D, que permite um sistema de manejo mais eficiente e rendimentos mais altos, a situação que esperamos alcançar com espécies arbóreas nativas. O aumento de 35% na produtividade já é suficiente, por si só, para transformar todos os modelos apresentados aqui em negócios lucrativos. Os autores consideram que o cenário entre 35% e 56% de aumento na produtividade tenha a maior probabilidade de acontecer na realidade. Embora haja um imenso potencial de aumentar a escala da silvicultura com espécies nativas para milhões de hectares a fim de atender à demanda global por madeira, uma escala de apenas 10.000 hectares já justifica um investimento na plataforma de P&D (figura 38).

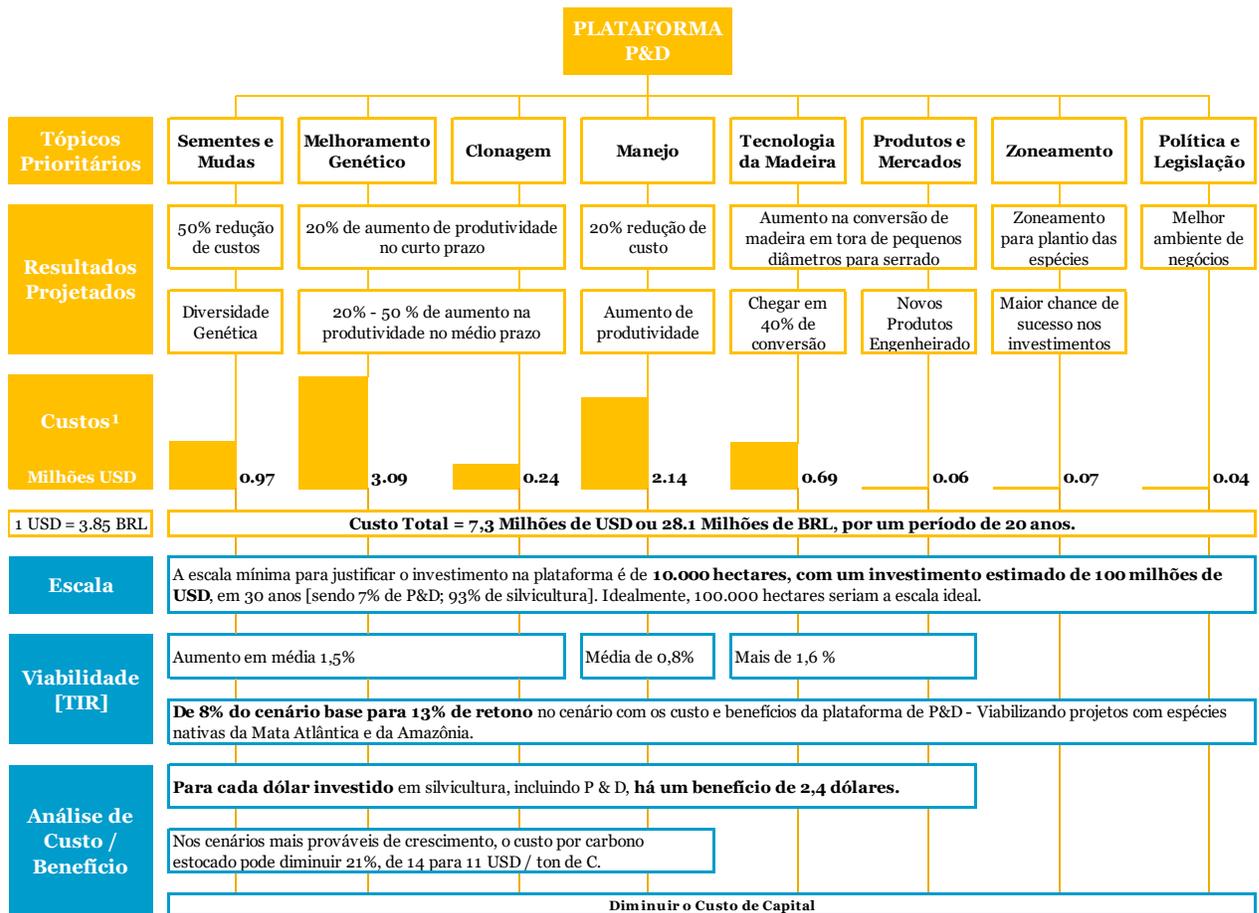


Figura 43. Resultados gerais da análise de custo-benefício e escala ótima de silvicultura com espécies nativas que justificam o investimento em P&D. Elaboração dos autores.

4. CONCLUSÕES

O estudo atingiu seu objetivo e avaliou a viabilidade econômica da silvicultura com espécies nativas e SAF, bem como o mercado de madeira serrada tropical e como aumentar a competitividade desse setor através de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e da valoração do capital natural.

Do ponto de vista de mercado, a produção florestal no Brasil de madeira em tora, cresceu nos últimos 50 anos à uma taxa de 1,6% ano, saltou de 100 milhões de m³ ao ano em 1961 para 240 milhões em 2016. No mesmo período o mundo cresceu 0,7% ao ano e produz hoje aproximadamente 3 bilhões de m³ de madeira em tora ao ano. Já o mercado de madeira tropical serrada o Brasil já possuiu um volume de 15 milhões de m³ com exportação de mais de 2 milhões de m³ por ano no ano 2000. Hoje o Brasil produz cerca de 2 milhões de m³ e exporta 500 mil m³. Ainda, os preços da madeira serrada de espécies tropicais tanto no mercado doméstico quanto externo, tiveram significativa valorização real, variando entre 0,6% ao ano até 3,5% ao ano no período analisado entre 1997 e 2017. Os preços no mercado externo não possuem correlação com a inflação, e possuem correlação negativa de -0,2 com o câmbio (BRL/USD) e forte correlação negativa com volume exportado de -0,7. Foi possível estabelecer uma regressão entre essas duas variáveis para prever o preço da madeira no mercado externo. Os preços no mercado doméstico não possuem correlação com o câmbio, e possuem correlação positiva de 0,2 na média com a inflação brasileira medida pelo IPCA, colocando investimento em ativos madeireiros como um bom *hedge* contra inflação.

Ainda, no mercado internacional a valorização real do preço da madeira foi maior em moeda real do que em dólar, em função da desvalorização do real frente ao dólar. Todavia, as análises de correlação mostram que a desvalorização do real frente ao dólar e o índice de inflação no Brasil maior que a inflação americana, limitam esses ganhos para o exportador brasileiro. Na questão de volatilidade os dados provenientes do mercado internacional mostram maior volatilidade nos preços quando comparados com o mercado doméstico. Principalmente pelo fato de os dados do mercado internacional serem provenientes de transações efetivamente ocorridas. A volatilidade anualizada do preço internacional em real inclui a volatilidade cambial que foi de 36% para a madeira de ipê em moeda real e de 28% em dólar. A volatilidade é a principal variável de risco para o preço quando se avalia ativos florestais como aqui propostos.

Esses resultados comprovam que existe um mercado enorme de madeira no Brasil e no mundo, capaz de comportar uma nova silvicultura de espécies nativas, incluindo o manejo de florestas naturais através de novas concessões. Adicionalmente, os resultados mostram como as principais variáveis de risco de mercado podem ser incluídas nas avaliações de ativos florestais, como: câmbio, inflação, volumes de produção e volatilidade dos preços.

A hipótese de rentabilidade foi comprovada. A silvicultura de espécies nativas e SAF possui retornos ajustado ao risco semelhante ao seu benchmark que foi a silvicultura com eucalipto e culturas permanentes, de aproximadamente 12% de taxa interna de retorno. Todavia, a necessidade de capital e tempo para recuperar o retorno do investimento é estatisticamente maior, apresentando-se como importante barreira para a implementação em escala da silvicultura de espécies nativas no Brasil. A análise da necessidade de capital para executar os projetos indicam que o ativo fundiário possui grande impacto, apesar de ser um componente do retorno. Sensibilizando a troca da aquisição de terras por arrendamento a necessidade de capital para executar os projetos de silvicultura de nativas pode reduzir 40%, de 48.000 reais para 30.000 reais por hectare.

Ainda, a análise de custo de capital permite trazer a discussão do ajuste de risco à uma classe de ativos ainda desconhecida como a silvicultura de espécies nativas e SAF. Os retornos dos estudos de caso foram ajustados ao risco de maneira diferente ao benchmark para traduzir sua fase ainda de incertezas para a comprovação de teses de investimentos. Por outro lado, a análise de sensibilidade mostrou que os ativos de silvicultura com espécies nativas possuem a menor variação entre todos os estudos de caso e benchmark em relação a mesma mudança percentual nos preços dos produtos. Mostrando seu perfil de menor risco de mercado quando comparado com monoculturas e SAF. Ainda, o aumento real no preço da madeira tem um impacto significativo no retorno dos ativos de silvicultura de espécies nativas. Por isso são necessário estudos com casos concretos para montar um histórico de risco e retorno do ponto de vista do mercado de capitais e reduzir o custo de capital da atividade.

A hipótese do aumento de competitividade da silvicultura de nativas através da remuneração do capital natural e de investimentos em pesquisa e desenvolvimento foi comprovada. O carbono florestal pode trazer incrementos de até 2% na taxa interna de retorno e possui maior influência no capital natural quando comparados com pagamentos por serviços ambientais por água ou servidão das Cotas de Reserva Ambiental. A maior possibilidade de aumento da competitividade

do setor vem de investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Onde o aumento da produtividade entre 35 e 56%, redução no custo de silvicultura de 20% e aumento na taxa de conversão de tora para madeira podem aumentar até 5 pontos percentuais as taxas internas de retorno e torna a silvicultura com múltiplas espécies nativas viáveis no Brasil, através dos cenários simulados. Para cada 1 dólar investido em P&D obtém-se um benefício estimado de 2,39 dólares, com uma escala mínima de 10.000 hectares, podendo chegar a 3,96 dólares na escala de 100.000 hectares. O investimento estimado em uma plataforma pré competitiva em P&D foi de 28 milhões de reais em 20 anos para 30 espécies nativas no Brasil.

O grande desafio do setor de silvicultura com espécies nativas e SAF é avançar da fase de projetos-pilotos para maior escala. Os caminhos para novos mercados e novas classes de ativos começam com projetos pontuais com financiamentos específicos até se tornarem um conceito provado com liquidez e potencial de replicação e escala. Assim, tornam-se atrativos para investidores.

Adicionalmente, a plataforma de P&D para a silvicultura de espécies nativas, certamente promoverá a melhoria no ambiente de negócios para o reflorestamento de espécies nativas com a redução dos custos e o aumento da produtividade das principais espécies de valor comercial.

Os autores salientam que todas as premissas aqui apresentadas podem ser utilizadas em modelos de fluxo de caixa descontado, e que a qualidade dos resultados é dependente da qualidade da entrada de dados, independentemente da complexidade dos modelos empregados.

Os autores, ainda recomendam que para melhor estimar os benefícios de investimentos em P&D principalmente no benefício de aumento de produtividade, é necessário gerar novas curvas de crescimento, com a redução do ciclo florestal, que efetivamente pode ter maior impacto no retorno do investimento em função do alto custo do capital no Brasil.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CIFF (Children Investment Fund Foundation), a GoodEnergies e ao Banco Mundial através do programa PROFOR por fomentar esse projeto. As empresas Amata, Symbiosis, Agro Ituberá, TNC, C.A.M.T.A., Futuro Florestal, Sucupira Agroflorestal e Fazendas Jaíba, Santo Antônio, Toca pela disponibilidade de dados.

6. REFERÊNCIAS

Agri Investor, 2016. “The forestry effect – The path to responsible investment, international strategies and income streams in timber markets both old and new. Disponível em: <www.agriinvestor.com>. Acessado em 15 Dec. 2017.

Banco Central do Brasil. Taxas de câmbio. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/#!/n/TXCAMBIO>>. Acesso em 15 Dec. 2018.

BANERJEE, O., ALAVALAPATI, J.A. (2009) Computable general equilibrium analysis of Forest Concessions in Brazil. *Forest Policy and Economics*, v. 11, n. 4, p. 244-252, 2009.

BATISTA, A., PRADO, A., PONTES, C., MATSUMOTO, M., 2017. “VERENA Investment Tool: Valuing Reforestation with Native Tree Species and Agroforestry Systems”. Technical note. São Paulo, Brasil: WRI Brasil. Disponível em: <www.wri.org/publication/verenainvestment-tool> Acesso em 15 Dec. 2017.

Bureau of Labor Statistics. Databases, Tables & Calculators by Subject – Inflation and Prices. Disponível em: <<https://www.bls.gov/data/#prices>>. Acesso em 15 Dec. 2018.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - Economia Florestal. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br>>. Acesso em 15 Dec. 2018.

Comex Stat. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>> . Acesso em 15 Dec. 2017.

Dias-Filho, M.B. 2014. Diagnóstico das Pastagens no Brasil. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 36p.

- DIAS-FILHO, M.B. 2014. Diagnóstico das Pastagens no Brasil. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 36p.
- FAOstat (2017). Online database. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em 15 Dec. 2017.
- FOREST TRENDS, 2017 - Raising Ambition - State of the Voluntary Carbon Markets 2016. Disponível em: < http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_5242.pdf>. Acessado em 15 Dec. 2017.
- IBÁ, 2017 – Indústria Brasileira de Árvores. *Relatório anual, base de dados 2017*, Brasília. p. 97, 2017.
- IBGE PEVS, 2017. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em 15 Dec. 2018.
- Instituto BVRio 2016. Uso de Big Data para detecção de Ilegalidade no Setor de Madeira Tropical. Uma análise do Sistema de Due Diligence e Análise de Risco da BVRio. Disponível em: <<http://www.bvrio.org/2016/08/02/webinar-uso-de-big-data-para-a-deteccao-de-ilegalidade-no-setor-de-madeira-tropical/>> Acesso em 15 Dec. 2017.
- Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of any Asset, University Edition, 3rd Edition. Aswath Damodaran. ISBN: 978-1-118-13073-5. 992 pages, 2012.
- ITC – International Trade Centre. Trade Map - Trade statistics for international business development. Disponível em: <<https://www.trademap.org>>. Acesso em 15 Dec. 2018.
- ITTO – International Tropical Timber Organization. Biennial review statistics. Disponível em: <https://www.itto.int/biennial_review/>. Acesso em 15 Dec. 2018.
- IWC – The International Woodland Company, 2013. “Timberland investments in an institutional portfolio”. Disponível em: < <http://www.iwc.dk/wp-content/uploads/2014/09/Timberland-in-an-institutional-portfolio-March-2013-update.pdf>>. Acessado em 15 Dec. 2017.

- LINTNER, J. (1965): “The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets”, *Review of Economics and Statistics*, 47, 13-37.
- MARKOWITZ, H. M. (1952): “Portfolio Selection”, *Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- McKinsey, 2007. Greenhouse gas abatement cost curves. Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/sustainabilityand-resource-productivity>>. Acesso em 15 Dec. 2017.
- MCTI. *Deforestation and CO₂ emissions in Brazil*, 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/redd/index.php/pt/politicas-ambientais-redd/manejo-sustent%C3%A1vel-de-florestas/item/107-presentation>>. Acesso em 12 Jan. 2015.
- NCE, 2014. The New Climate Economy Report, 2014. Disponível em: <<http://newclimateeconomy.net/>>. Acesso em 15 Dec. 2017.
- New Forests 2015. Timberland Investment Outlook, 2015 – 2019. Disponível em: <<https://www.newforests.com.au/#insights>>. Acesso em 15 Dec. 2017.
- ROLIM, S.G.; PIOTTO, D. (Eds.). 2018. *Silvicultura e Tecnologia de Espécies da Mata Atlântica*. Editora Rona, Belo Horizonte, 160p.
- SCHWESER notes 2017 Level 1 CFA Book 4: “Corporate Finance, Portfolio Management, and Equity Investments”. ISBN: 978-1-4754-4096-6.
- Serviço Florestal Brasileiro, 2015. Disponível em: <www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/cadeia-productiva>. Acesso em 15 Dec. 2017.
- SHARPE, W.F. (1964): “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of risk”, *Journal of Finance*, 19, 425-442.
- SOARES-FILHO, B.S. 2013. *Impacto da revisão do código florestal: como viabilizar o grande desafio adiante*. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos.
- TEEB, 2010, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*.

USDA. 1986. Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55. 164pp. Acesso em 21 jul. 2017. Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044171.pdf>. Acesso em 15 Dec. 2018.

VERÍSSIMO, A.; JÚNIOR, C.S.; AMARAL, P.H. *Identificação de áreas com potencial para a criação de Florestas Nacionais na Amazônia Legal*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br/downloads>>. Acesso em 12 Mar. 2014.

WBCSD Forest Solutions Group, 2015. As florestas são fundamentais para a sustentabilidade global. Disponível em: <http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo_site/storage/original/application/d0ad76f38f3a0b155c2f8a73981d55bc.pdf>. Acesso em 15 Dec. 2017.

WWF, (2014). Living Forests Report. Disponível em: <http://wwf.panda.org/about_our_earth/deforestation/forest_publications_news_and_reports/living_forests_report/>. Acesso em 15 Dec. 2017.

YOUNG, C. E. F. (coord.). Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços. Relatório Final. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016. 93p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Lista espécies selecionadas para serem desenvolvidas em um programa de P&D.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	FAMÍLIA	AM	MA	C
MATA ATLÂNTICA					
1. <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucária	Araucariaceae		X	
2. <i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Pau-marfim	Rutaceae		X	X
3. <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	Fabaceae		X	X
4. <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá rosa	Lecythidaceae		X	
5. <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.	Jacarandá-da-bahia	Fabaceae		X	
6. <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	Boraginaceae	X	X	X
7. <i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Vinhático	Fabaceae		X	X
8. <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemao	Aroeira do sertão	Anacardiaceae		X	X
9. <i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Fabaceae	X	X	X
10. <i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Rubiaceae	X	X	X
11. <i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) E. Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis	Pau-brasil	Fabaceae		X	
12. <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Guanandi	Calophyllaceae	X	X	X
13. <i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Aderne	Anacardiaceae	X	X	X
14. <i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	Ipê felpudo	Bignoniaceae		X	X
15. <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-Roxo	Bignoniaceae	X	X	X
AMAZÔNIA					
1. <i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castanha-da-amazônia	Lecythidaceae	X		
2. <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	Paricá	Fabaceae	X		
3. <i>Cordia goeldiana</i> Huber	Freijó cinza	Boraginaceae	X		
4. <i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	Meliaceae	X		
5. <i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Tatajuba	Moraceae	X		X
6. <i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	Ucuúba	Myristicaceae	X		X
7. <i>Swietenia macrophylla</i> King	Mogno	Meliaceae	X		
8. <i>Copaifera multijuga</i> Hayne	Copaíba	Fabaceae	X		
9. <i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê amarelo	Bignoniaceae	X	X	X
10. <i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim vermelho	Fabaceae	X		
11. <i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	Morototó	Araliaceae	X	X	X
12. <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Parapará	Bignoniaceae	X		
13. <i>Vochysia maxima</i> Ducke	Quaruba verdadeira	Vochysiaceae	X		
14. <i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupá	Simaroubaceae	X	X	X
15. <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumarú	Fabaceae	X		

Anexo 2. Análise da regressão para a precificação da madeira.

RESUMO DOS RESULTADOS

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,723335206
R-Quadrado	0,523213821
R-quadrado ajustado	0,519384213
Erro padrão	84,91888851
Observações	252

ANOVA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	2	1970441,286	985220,6428	136,6233407	8,93913E-41
Resíduo	249	1795593,189	7211,217626		
Total	251	3766034,474			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	648,479599	19,09046722	33,96876523	1,85499E-95	610,88022	686,078978	610,88022	686,078978
m ³	-0,003708425	0,000226709	-16,3576281	2,43602E-41	-0,004154938	-0,003261913	-0,004154938	-0,003261913
Cambio	-94,10747998	32,40451994	-2,90414671	0,00401331	-157,9293767	-30,28558327	-157,9293767	-30,28558327