



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA



AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DA MACAÚBA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM A SOJA

JOÃO PEDRO DE OLIVEIRA BAPTISTINI LOPES

CAMPINAS
2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA



AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DA MACAÚBA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM A SOJA

JOÃO PEDRO DE OLIVEIRA BAPTISTINI LOPES

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto de Economia da
Universidade Estadual de Campinas, como parte
dos requisitos exigidos para a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação
da Doutoranda Andréia Camargo Marques Postal
e supervisão do Prof. Dr. José Maria Ferreira
Jardim da Silveira.

CAMPINAS
2020

JOÃO PEDRO DE OLIVEIRA BAPTISTINI LOPES

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DA MACAÚBA PARA A PRODUÇÃO DE
BIODIESEL: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM A SOJA

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto de Economia da
Universidade Estadual de Campinas, como parte
dos requisitos exigidos para a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação
da Doutoranda Andréia Camargo Marques Postal
e supervisão do Prof. Dr. José Maria Ferreira
Jardim da Silveira.

Campinas, ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Andréia Camargo Marques Postal

Supervisor: Prof. Dr. José Maria Ferreira Jardim da Silveira

Professor Convidado: Antônio Márcio Buainain

Dedico este trabalho à minha família, que deu todo o apoio e incentivo para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, especialmente meus pais, Antonio e Roberta, por todo o apoio, incentivo, ensinamentos e esforços, que foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço aos meus orientadores, Andreia e José Maria, por todo o suporte, conversas, ensinamentos e conselhos dados ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos professores e funcionários do Instituto de Economia por contribuírem de forma tão rica na minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço aos meus amigos por todos os momentos de aprendizado, reflexão e companheirismo ao longo desta jornada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ocorrência natural da macaúba no Brasil	16
Figura 2 - Oferta e demanda do complexo de soja no Brasil em 2019 (em milhões de toneladas).....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa de produção de óleo em sistema de cultivo adensado (400 plantas/ha).....	19
Tabela 2 – Sistemas de cultivo da macaúba	21
Tabela 3 - Resumo dos indicadores de viabilidade da macaúba considerando um horizonte de investimento de 30 anos.....	48
Tabela 4 - Resumo dos indicadores de viabilidade da macaúba considerando um horizonte de investimento de 30 anos.....	50
Tabela 5 – Resumo da análise comparativa entre os fatores de competitividade das culturas da soja e da macaúba.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Usos distintos da macaúba	18
--	----

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MACAÚBA	16
2.1. Questões climática, geográfica e ambiental	16
2.2. Usos e produtos	17
2.3. Exploração e melhorias	20
3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA SOJA	24
3.1. Condições climáticas, geográfica e ambiental	24
3.2. A origem da soja e sua expansão no Brasil.....	25
3.3. Usos e produtos	28
3.4. A produção de biodiesel no Brasil e a demanda por óleo de soja.....	29
4. FATORES DE COMPETITIVIDADE.....	31
4.1. Fatores macroeconômicos	32
4.2. Políticas públicas.....	32
4.3. Custo de produção	35
4.4. Tecnologia.....	35
4.5. Impactos ambientais	35
4.6. Impactos sociais.....	36
4.7. Estrutura de mercado.....	36
4.8. Viabilidade Financeira	37
5. COMPARAÇÃO ENTRE A VIABILIDADE DO CULTIVO DA MACAÚBA E DA SOJA.....	39
5.1. Fatores macroeconômicos	39
5.2. Políticas públicas.....	40
5.3. Custo de produção	42
5.4. Tecnologia.....	43

5.5. Impactos ambientais	44
5.6. Impactos sociais.....	45
5.7. Estrutura de mercado	46
5.8. Viabilidade financeira	46
5.9. Tabela resumo	50
CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
APÊNDICES	61
ANEXOS	65

RESUMO

A matriz energética mundial está em um processo de transformação. Cada vez mais os países procuram diminuir a dependência em relação aos combustíveis fósseis. Além disso, a crescente preocupação com os danos ambientais e climáticos causados pela interferência excessiva do homem no meio ambiente abriram caminho para a expansão dos biocombustíveis. O aumento da demanda por biocombustíveis, elevou também a demanda pelas matérias primas utilizadas em sua produção. Nesse ambiente de maior procura por recursos renováveis e elevação das preocupações acerca dos efeitos socioambientais, insumos que apresentem não só um forte potencial de ganho econômico, mas também social e ambiental passaram a ser mais valorizados. Assim, a macaúba, por cumprir esses requisitos, tem atraído cada vez mais atenção. Ela apresenta tanto vantagens produtivas sobre outras culturas, quanto vantagens socioambientais, importante fator na busca pela redução, e mesmo reversão, de danos ao meio ambiente e pela melhoria das condições de vida da população. Contudo, apesar do grande potencial produtivo e pelas diversas externalidades positivas geradas através do seu cultivo, a palmeira é ainda muito pouco aproveitada em escala comercial. Para compreender o porquê da baixa exploração da macaúba foi realizada uma análise comparativa com a produção de soja, a principal matéria prima utilizada para a geração de biodiesel no Brasil, para assim compreender se existe espaço para a expansão do cultivo da palmeira com a finalidade de atender o mercado de biocombustíveis. Para isso foram estudados fatores de competitividade selecionados com base na literatura existente e na pesquisa de campo. Os aspectos escolhidos foram: fatores macroeconômicos, políticas públicas, tecnologia, estrutura de mercado, custos de produção, impactos ambientais e impactos sociais. Foi realizada também uma comparação entre a viabilidade financeira do cultivo hipotético da palmeira e o da soja no Brasil. A análise dos fatores de competitividade foi focada em Minas Gerais, por ser o estado onde ocorrem as principais pesquisas e iniciativas em torno do desenvolvimento do cultivo comercial da macaúba. Este estudo chegou à conclusão de que apesar de diversos fatores favoráveis à sua exploração, a macaúba apresenta gargalos que dificultam consideravelmente o seu cultivo. Portanto é necessária a manutenção das iniciativas existentes e o surgimento de outras para que os limitantes da planta sejam suavizados, ou eliminados, e assim ela possa ser explorada de modo mais abrangente no país.

Palavras-chave: Macaúba, Soja, Biodiesel.

ABSTRACT

The global energy matrix is in a process of transformation. More and more countries are trying to reduce the dependence on fossil fuels. In addition, the growing concern about the environmental damage and climate change provoked by the excessive human interference paved the way for the expansion of biofuels. The increasing demand for biofuels has also boosted the demand for raw materials that could be used in its production. In this scenario of greater demand for renewable sources of energy and raising concerns about socio-environmental impacts, inputs that have not only strong potential for economic gains, but also social and environmental improvements, had its value increased. Thus, the macauba, for fulfilling these requirements, has been attracting more and more attention of researchers and policy makers. It has both productive and socio-environmental advantages over other cultures, important factors in the search for a way to reduce, or even revert, the environmental impact and improve living conditions. However, despite the great productivity and the wide range of positive externalities created through its cultivation, the macauba is still little used on a commercial scale. This work has the objective of understand the reason of the low exploitation of the macauba in Brazil and verify if, with the existing technology, would be economically practicable to produce the fruit to serve the biofuels market. For that, a comparative analysis was made between soybean crop and the palm tree. Competitiveness factors used in this study were selected based on existing literature and field research. The aspects chosen were macroeconomic factors, public policies, technology, market structure, production costs, environmental impacts and social impacts. The analysis of competitiveness factors was focused on Minas Gerais, as it is the state where the main researches and initiatives around the development of the commercial cultivation of macauba occur. This study concluded that despite the existence of several factors favorable to its exploitation, the macauba has limiting aspects that hinder its cultivation. Therefore, it is necessary to maintain the existing initiatives and the emergence of others to soft, or eliminate, the plant's limitations, so it could be explored widely in the country. Furthermore, if the exploration of macauba were expanded, either by private initiatives or through public policies, the high potential of positive externalities provided by the palm tree could generate high benefits for society.

Keywords: Macauba, Soybeans, Biodiesel.

1. INTRODUÇÃO

A matriz energética mundial é caracterizada por ser intensamente dominada por fontes de energia não renováveis, sendo que, de acordo com a Agência de Informação Energética dos Estados Unidos (EIA, 2019), as fontes fósseis, principalmente o petróleo, responderam por cerca de 80% da demanda mundial de energia em 2018. Diante da dependência em relação às fontes de energia não renováveis, as últimas décadas do século XX foram marcadas pela ampliação dos questionamentos sobre a matriz energética atual, abordando pontos como o limite do uso de recursos naturais, contaminação e poluição ambiental. Desse modo, fontes de energia menos agressivas ao meio ambiente, como o biodiesel, começaram a ganhar destaque entre os formadores de política.

Segundo Sampaio (2017), os desafios da produção de biocombustíveis se relacionam com as preocupações acerca da segurança energética¹ e incorporam discussões que buscam expor os questionamentos e evidências sobre poluição, exaustão dos recursos naturais, desmatamento, perda da diversidade ambiental, contaminação do solo, da água e do ar, mudanças climáticas, qualidade de vida, desigualdade social, crescimento econômico, desenvolvimento e subdesenvolvimento, distribuição da riqueza e ampliação da pobreza.

Esses temas motivaram a criação de organizações e iniciativas que encaminharam debates, negociações e acordos em diversas frentes, como o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), responsável por promover a conservação da natureza e o uso eficiente de recursos no contexto do desenvolvimento sustentável (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020). Simultaneamente a esse movimento, as políticas públicas tiveram grande importância no desenvolvimento dos biocombustíveis. Um exemplo são as chamadas Diretivas Europeias, que tinham como objetivo a inclusão progressiva dos biocombustíveis na matriz energética de transportes dos países membros do grupo. Juntamente às políticas públicas europeias, iniciativas em diversos outros países têm ajudado a promover os biocombustíveis. No entanto, essas tecnologias são consideradas complementares ou alternativas à gasolina e ao diesel, que possuem cadeias produtivas consolidadas e demanda robusta, possibilitando uma produção em larga escala, o que reduz os custos e permite uma oferta a preços competitivos (ELLIOT, 2000). Desse modo, as fontes renováveis são dependentes de alguns instrumentos,

¹ A segurança do abastecimento no campo da energia significa assegurar, para o bem público e para o funcionamento eficaz da economia, a disponibilidade física ininterrupta de energia no mercado a preços competitivos para todos os consumidores (European Commission, 2000).

tanto para proteção do mercado, por meio de incentivos fiscais e financeiros e da taxaço da tecnologia concorrente, quanto para o desenvolvimento tecnológico.

A partir dos anos 2000, por conta do cenário internacional e do potencial brasileiro para produço de biomassa, o ambiente favorável aos investimentos em tecnologias renováveis foi acelerado no Brasil. Nesse contexto, surgiram condições para a estruturaço do Programa Nacional de Produço e Uso de Biodiesel (PNPB). O PNPB está vinculado à Lei nº 11.097/2005, que inseriu o biodiesel na matriz energética brasileira por meio da mistura óleo diesel-biodiesel (BX). Iniciado em 2005, com a mistura facultativa de 2% de biodiesel ao diesel (B2), o programa apresentou uma grande evoluço, alcançoando em 2020 a obrigaço da mistura de 12% (B12) e a projeço indica que em 2023 a mistura obrigatória terá avançoado para 15% (B15). De acordo com Souza *et al.* (2017), espera-se que os biocombustíveis sejam responsáveis por 18% da matriz energética brasileira até 2030, com o etanol ocupando 6,1% dessa matriz e o biodiesel 11,7%.

Conforme defendido por Mössinger, Siebold e Berger (2016), a crescente demanda global por recursos renováveis oferece tanto oportunidades como desafios para o setor agrícola (produtores, consumidores e formadores de política), principalmente em termos de biodiversidade nas pequenas fazendas baseadas na produço familiar. Nas últimas décadas, a concentraço em um pequeno número de culturas voltadas à produço de alimento, combustível, raço e fibra têm contrastado com a ideia de culturas de alta diversidade genética para contornar a questáo dos problemas ambientais e as peculiaridades locais (TUTWILLER, 2014). Cerca de 83% das fazendas no mundo possuem área menor que 2 hectares e são nelas normalmente onde ocorre a produço de alimentos e a manutenço das *neglected crops*². Contudo, os pequenos proprietários têm tido dificuldades para acessar o mercado local e prover seus serviços (LOWDER, SKOET e SINGH, 2014). É clara a necessidade de inclusáo dessas pessoas em políticas de desenvolvimento e, de acordo com Ellis (1998), uma das opções é oferecer a essa populaço culturas comerciais³ como uma alternativa para diversificar o portfólio de produço e melhorar a qualidade de vida.

Nesse contexto de maior demanda por recursos renováveis e elevaço das preocupações acerca dos efeitos no meio ambiente e nas questóes sociais que a exploraço de matérias-primas possa gerar, insumos que apresentem não só um forte potencial de ganhos econômicos, mas também sociais e ambientais passaram a ser cada vez mais valorizados.

² São espécies de plantas domesticadas que são usadas há séculos ou mais por indígenas e comunidades tradicionais, mas que tiveram sua importáncia reduzida ao longo do tempo.

³ Cultura agrícola que é cultivada com fins lucrativos.

Desse modo, a macaúba, já a partir do século XVIII, em função da elevada produtividade e das diversas possibilidades de aproveitamento de seu fruto, passou a ter seu potencial econômico enfatizado por diversos pesquisadores (VALÉRIO *et al.*, 2014). No Brasil, as pesquisas com essa palmeira ganharam impulso na década de 1980, em função do estímulo proporcionado pelo Pró-óleo⁴ ao estudo de espécies com alto potencial para a produção de óleo, como é o caso da macaúba. Posteriormente, como destacado por Motoike, Nacif e Paes (2012), a palmeira ganhou ainda mais destaque pela possibilidade de ser utilizada na recuperação de pastagens degradadas, em plantios consorciados⁵ ou em sistemas agrossilvipastoris⁶, permitindo uma atividade rural com sustentabilidade econômica e ambiental.

Contudo, se a planta possui características que fazem dela tão promissora economicamente, como a alta produtividade de óleo, e, ao mesmo tempo, ambientalmente amigável, como os efeitos positivos sobre o aumento da biodiversidade, prevenção à erosão e elevação da fertilidade do solo, por que a sua exploração ainda não ocorreu em maior escala? Existe espaço para a intensificação do seu uso no mercado brasileiro de combustíveis? Com este trabalho, espera-se descobrir a razão pela qual essa espécie ainda não é amplamente explorada comercialmente e se, com a tecnologia existente, é possível realizar uma produção economicamente viável de macaúba com o objetivo de atender o mercado de biocombustíveis. Para responder tal questão, serão analisados fatores fundamentais para a sua viabilidade na cadeia brasileira de biodiesel e compará-la com uma cultura já consolidada e com grande peso no mercado nacional, a soja.

O grão é uma cultura tradicional no país, há várias décadas já estabelecido e com elevados recursos, tecnologias e conhecimento a disposição de seus produtores. Além disso, a adaptabilidade da macaúba faz com que a sua produção seja direcionada a terrenos degradados e acidentados, o que evitaria uma concorrência direta com a soja – ao menos por terras, visto que a sojicultura exige terrenos férteis, planos e muito bem cuidados. Assim pode parecer que uma comparação entre uma das principais atividades do Brasil com uma matéria-prima cuja exploração se dá quase que exclusivamente de forma extrativista seja inconsistente, ou mesmo injusta.

Porém, este exercício é de grande importância para fornecer uma referência à macaúba, ajudando na compreensão de seus pontos fortes e fracos, relacionados tanto às questões

⁴ Programa com o objetivo de gerar excedentes de óleo vegetal que tornassem seus custos de produção competitivos com os do petróleo (MAPA, 2006, p. 78)

⁵ Compreende o cultivo de duas ou mais culturas em fileiras distintas, numa mesma área.

⁶ O sistema agrossilvipastoril integra, numa mesma área, o plantio de roçados (lavouras), a criação de animais (pecuária) e a preservação da mata (florestas).

econômicas, como às socioambientais. Assim, será possível entender quais os impactos que a expansão do cultivo da palmeira possa proporcionar, sugerir qual direcionamento a planta deverá seguir para a sua domesticação e quais limitações deverão ser superadas para que ela se torne uma cultura comercial.

O estudo utilizou as metodologias de revisão bibliográfica e pesquisa de campo para a elaboração das análises. A revisão bibliográfica buscou identificar os fatores determinantes para a produção da macaúba, assim como as características quantitativas e qualitativas de sua produção e usos e as regiões de maior potencial para o desenvolvimento de sistemas de cultivo.

Já a pesquisa de campo procurou contatar participantes ativos e iniciativas voltadas ao desenvolvimento da macaúba como uma cultura comercial, a fim de identificar gargalos e oportunidades ainda não verificadas na literatura. A pesquisa de campo foi realizada na região da Zona da Mata Mineira em razão dela ter sido identificada, através da revisão bibliográfica, como uma das principais localidades em que os estudos e esforços para a promoção e melhoramento da espécie se concentram.

Após isso, a partir da revisão bibliográfica, foi identificada a principal matéria-prima utilizada para a produção de biodiesel no Brasil – no caso a soja – e quais os fatores determinantes para sua consolidação como a principal fonte do biocombustível. Com a finalidade de fornecer os conhecimentos necessários para compreender se com a tecnologia disponível seria possível realizar uma produção economicamente viável de macaúba para atender o mercado de biodiesel e, ao mesmo tempo, proporcionar externalidades socioambientais positivas, foi realizada uma análise comparativa fundamentada nos direcionadores de competitividade, propostos por César (2012). Tais direcionadores foram selecionados com base nos gargalos e vantagens relacionados ao cultivo da palmeira, que foram identificados durante a revisão de literatura e a partir da pesquisa de campo. Os sete direcionadores de competitividade potencial selecionados foram: fatores macroeconômicos, políticas públicas, tecnologia, estrutura de mercado, custos de produção, impactos ambientais e impactos sociais. Por fim, foram calculados o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *Payback*, alguns dos métodos quantitativos mais tradicionais de análise econômica de investimentos. A análise dos fatores de competitividade será focada no estado de Minas Gerais, visto que é onde ocorrem as principais pesquisas e iniciativas em torno da macaúba.

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MACAÚBA

Neste capítulo serão apresentadas características dessa cultura que explicam ou justificam a importância do estudo sobre seu potencial. Serão analisadas questões biológicas, produtivas e sociais que deverão influenciar, direta ou indiretamente, na consolidação, ou não, da espécie como uma cultura comercialmente consolidada no Brasil.

2.1. Questões climática, geográfica e ambiental

A macaúba pertence à família Arecaceae, sendo também conhecida, como bocaiúva, macaíba, macaiúva, imbocaiá, mocajá, mocujá, mucajá, coco-de-catarro ou coco-de-espinho (Lorenzi e Matos, 2008). Sua grande variedade de nomes sugere a vasta dispersão da palmeira no território brasileiro.

Figura 1 – Ocorrência natural da macaúba no Brasil



Fonte: Ratter, Bridgewater e Ribeiro (2003).

De acordo com Lorenzi (1992), a macaúba é uma planta perenifólia⁷, heliófila⁸ e pioneira⁹. Apesar de se desenvolver melhor em áreas abertas, com alta incidência solar, solos férteis e estação chuvosa bem definida, a palmeira é capaz de se adaptar em locais com solos pouco férteis, arenosos e com baixo índice hídrico.

Sua área de distribuição tem sido fortemente influenciada pelas atividades humanas. Na Costa Rica foi introduzida pelos índios na época pré-colombiana, enquanto no México e na América Central seu início ocorreu através dos maias. De acordo com Lorenzi (2006), a distribuição geográfica da macaúba é bem ampla, ocorrendo em todo o Trópico Americano, do México e Antilhas até o Paraguai e Argentina, exceto Equador e Peru. No Brasil, é considerada a palmeira de maior dispersão, com a ocorrência de povoamentos naturais em diversas regiões do país. Contudo, as maiores concentrações estão localizadas em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo amplamente disseminada no Cerrado e no Pantanal (RATTER, BRIDGEWATER e RIBEIRO, 2003).

Por ser uma planta nativa, sua ocorrência gera grandes benefícios para o aumento da biodiversidade brasileira, visto que pode fornecer alimento e ser utilizada como abrigo por espécies silvestres. Ademais, de acordo com Zimpel (2017), a palmeira contribui para o incremento na disponibilidade de água e para a regulação do clima local. A planta previne a erosão e eleva a fertilidade do solo, contribuindo para a redução de sua degradação. Além disso, durante seu desenvolvimento, a árvore é capaz de sequestrar 1,0 tonelada de CO_2 .

2.2. Usos e produtos

No início dos anos 2000, a macaúba se destacava principalmente como uma promissora fonte de biocombustível (MANIR, 2017). Seu fruto é rico em óleos, que se concentram no mesocarpo e na amêndoa. O óleo extraído do mesocarpo é rico em ácido oleico, muito apreciado para o consumo humano e para a produção de biodiesel, devido à sua grande estabilidade à oxidação e operabilidade a baixas temperaturas¹⁰. Além da potencialidade para a produção de energia, a palmeira, que pode ser aproveitada desde o caule até a semente, possui também o potencial para ser utilizada com fins alimentícios, cosméticos, medicinais, artesanais e na construção civil. O óleo extraído da amêndoa possui alto teor de ácido láurico, matéria-prima

⁷ Plantas e árvores cujas folhas são preservadas durante todo ano.

⁸ Planta adaptada ao crescimento em ambiente aberto ou exposto à luz direta.

⁹ Espécies vegetais que podem se desenvolver em locais inóspito.

¹⁰ Biocombustíveis destilados são capazes de desenvolver problemas de operabilidade, tais como: sedimentação de cera e entupimento de filtros e linhas de combustível, quando submetidos a baixas temperaturas (-10 a -15 °C) (CARVALHO, 2015).

utilizada na fabricação de cosméticos, fármacos e na saponificação. Após a extração do óleo por prensagem, obtém-se tortas da polpa e da amêndoa, excelentes suplementos alimentares para humanos e animais, em virtude da rica composição nutritiva, com cerca de 9% e 32% de proteína, respectivamente. Outra porção do fruto de grande valor econômico é o endocarpo, que apresenta elevado poder calorífico. Esta parte pode ser aproveitada com excelentes rendimentos em gasogênios, operações metalúrgicas e siderúrgicas. No Quadro 1 pode-se ver a elevada variedade de produtos que podem ser originados a partir da macaúba.

Quadro 1 – Usos distintos da macaúba

Parte da planta usada	Categoria de uso	Finalidade de uso
Estipe (Caule)	Construção	Parede, caibro, ripas, calhas para água, estacas.
	Alimento	Fécula nutritiva, palmito
	Medicinal	Febrífuga
Folha	Forragem	Gado bovino, equino, ração animal
	Fibra	Chapéu, balaio, linha de pesca, redes
Mesocarpo	Medicinal	Fortificante
	Alimento	Fruta, goma de mascar, doces, sorvete, geleias, farinha
Óleo do mesocarpo	Alimento	Licor, sorvete, óleo de cozinha
	Medicinal	Analgésico
	Cosmético	Hidratante capilar
	Energia	Biodiesel
Raízes	Medicina	Diurético
Endocarpo	Artesanal	Confecções de botões
	Energia	Carvão, biomassa
	Outro	Substitui a brita no concreto, carvão ativado
Amêndoa	Alimento	Paçoca
Óleo de amêndoa	Alimento	Óleo de cozinha
	Combustível	Lamparina, biodiesel
	Cosmético	Hidratante capilar
	Medicinal	Laxante

Fonte: Ciconini (2012).

Como é possível observar a partir do Quadro 1, a palmeira pode ser inteiramente aproveitada e dela pode-se produzir uma grande variedade de produtos, que podem ser destinados a diversos mercados.

No que tange a produtividade da palmeira, os rendimentos podem variar consideravelmente, dependendo de sua idade e região. O tempo necessário entre o plantio e o início da geração dos frutos é considerado um dos principais entraves ao avanço da exploração comercial da macaúba. De acordo com PIMENTEL *et al.* (2011), a árvore inicia seu ciclo produtivo cinco anos após a realização do plantio, o que dificulta o estabelecimento de sua

cadeia produtiva, visto que muitos produtores que pretendem trabalhar com a cultura enfrentam dificuldades com a falta de linhas de financiamento compatíveis com a demora para a obtenção das primeiras receitas e com os elevados custos iniciais. Segundo o pesquisador, com base no rendimento médio de plantas nativas da Zona da Mata de Minas Gerais durante a fase de produção crescente, que ocorre entre o quinto e o décimo ano, a produtividade do Macaúbal varia entre 16,0 kg/planta e 61,3 kg/planta ao ano. Entre o 11º e o 30º ano, fase de produção estável, o rendimento permanece em torno de 61,3 kg/planta ao ano.

Por outro lado, em plantios experimentais realizados a partir de mudas de boa qualidade, verificou-se que a fase reprodutiva da planta se iniciou no terceiro ano após o plantio no campo. Assim, espera-se que o ônus causado pelo tempo de desenvolvimento do macaúbal seja suavizado com a difusão de novas tecnologias.

Estudo realizado por Conceição *et al.* (2013) avaliou a produtividade em frutos por planta ao ano em maciços naturais localizados em seis regiões¹¹ distintas do cerrado brasileiro e a partir desses resultados foram estimados os rendimentos para alguns dos produtos derivados do fruto da palmeira em cultivos adensados. Tais resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Estimativa de produção de óleo em sistema de cultivo adensado (400 plantas/ha)

População	Frutos t/ha	Óleo de polpa t/ha	Óleo de amêndoa t/há	Carvão t/ha	Torta t/há
Montes Claros – MG	61,4	5,3	0,7	15,6	26,6
Alto Paranaíba – MG	66,9	7,6	1,2	19,3	23,7
Lavras – MG	56,2	5,7	1,1	16,0	15,9
Formosa – GO	38,2	2,7	0,7	11,8	15,8
Combinado – TO	11,5	0,9	0,3	3,5	4,2
Média	45,6	4,0	0,8	13,0	16,9

Fonte: Conceição *et al.*, (2013).

O estudo mostra rendimentos médios de frutos de macaúba em maciços naturais variando entre 19 kg e 75 kg/planta. Analisando a média das cinco palmeiras mais produtivas, o rendimento médio avançou para 114 kg/planta e variou entre 28,8 kg e 167 kg/planta. Assim, espera-se que com a identificação dos indivíduos com maior rendimento, o avanço da tecnologia e a reprodução dos exemplares mais produtivos, a produção de frutos em plantios comerciais alcance valores acima dos observado em plantas nativas (MOTOIKE *et al.*, 2013).

¹¹ Montes Claros (MG), Alto Paranaíba (MG), Lavras (MG), Formosa (GO), Combinado (TO) e Brasília (DF).

Conceição *et al.*, (2013), elaborou também estimativas de rendimento anual para alguns dos produtos derivados do fruto da palmeira a partir do extrativismo e a partir de cultivos adensados. Para a simulação da produção no cultivo adensado, cujos resultados podem ser observados na Tabela 1, o autor considera o rendimento das cinco plantas mais produtivas e uma eficiência de 70% na extração do óleo. No geral, a produtividade obtida a partir do cultivo hipotético é, no mínimo, duas vezes superior em comparação com o obtido pelo extrativismo. As estimativas para o sistema de cultivo adensado alcançaram o potencial de produção média anual de 4,0 toneladas/ha de óleo de polpa, 0,8 toneladas/ha de óleo de amêndoa, 13,0 toneladas/ha de endocarpo (matéria-prima para o carvão) e 16,9 toneladas/ha de torta.

As informações trazidas nesta subseção indicam a versatilidade do uso da macaúba, seus produtos e coprodutos e sua elevada produtividade, fatores que podem exercer um papel fundamental na intensificação da exploração da palmeira.

2.3. Exploração e melhorias

A palmeira pode ser produzida em diversos tipos de cultivo, uma característica importante para a análise de sua viabilidade, visto que, de acordo com Balbino *et al.* (2012), uma das alternativas para o aumento da produtividade, qualidade e rentabilidade do setor agropecuário, sem comprometer o meio ambiente, é o uso de sistemas de integração. Esse modelo incorpora atividades de produção agrícola, pecuária e florestal, em dimensão espacial e/ou temporal, buscando efeitos sinérgicos entre as culturas. Portanto, a versatilidade da macaúba, que pode ser cultivada em sistemas de cultivo solteiro¹², consorciado ou silvipastoril¹³, tem potencial para facilitar a intensificação de sua exploração.

No caso do plantio solteiro, o espaçamento indicado é de 5 x 5m, resultando em uma densidade de 400 plantas/ha. De acordo com Motoike *et al.* (2013), caso a opção seja o consórcio, o espaçamento indicado é de 9 x 4m (277 plantas/ha), e a produção poderá ser realizada com culturas anuais e de pequeno porte, como soja e feijão, para que não faça sombra sobre as palmeiras. Se o desejo for pelo plantio conjunto apenas durante a fase inicial da cultura (três primeiros anos), o espaçamento poderá ser o mesmo do sistema solteiro. O consórcio, além de propiciar renda adicional ao produtor rural, minimizando os gastos de implantação e manejo dos primeiros anos de plantio da macaúba, favorece o desenvolvimento das palmeiras pelo

¹² Produção ou cultura agrícola de apenas um único tipo de produto agrícola.

¹³ Sistema Silvipastoril (SSP) é a combinação intencional de árvores, pastagem e gado numa mesma área ao mesmo tempo e manejados de forma integrada, com o objetivo de incrementar a produtividade por unidade de área.

enriquecimento do solo com a adubação e a deposição de matéria orgânica resultante da cultura intercalar.

No sistema silvipastoril, o espaçamento ideal é de 7 x 4m, possibilitando uma concentração de 357 plantas/ha. Contudo, é necessário que os animais só sejam integrados pelo menos a partir do terceiro ano de plantio, caso contrário poderão danificar as palmeiras. A inserção da macaúba nas regiões de pastagem permite melhorar o aproveitamento da área e aperfeiçoar as condições de desenvolvimento das pastagens, pois aumenta a fertilidade dos solos, eleva a retenção da umidade e proporciona sombra e conforto térmico aos animais, o que resulta em um maior ganho de peso do animal, maximizando a renda do produtor (MOTOIKE *et al.*, 2013).

Além dessas alternativas, a macaúba pode também ser inserida em um sistema agrossilvipastoril, realizando uma rotação de culturas e possibilitando a produção da palmeira, de animais e de outras culturas vegetais (alimentares e/ou oleaginosas) em uma mesma área. O espaçamento utilizado é o mesmo do sistema silvipastoril. Até o terceiro ano de plantio da macaúba, o cultivo de outra cultura vegetal é realizado ao mesmo tempo, e após esse período, os animais são introduzidos. Na Tabela 2 estão indicados os espaçamentos sugeridos e o número de plantas por hectare para cada um dos tipos de cultivo.

Tabela 2 – Sistemas de cultivo da macaúba

Tipos de cultivo	Espaçamento indicado em metros	Número de plantas por hectare
Solteiro	5x5	400
Consortiado	9x4	277
Silvipastoril	7x4	357

Fonte: Rede Macaúba de Pesquisa.

Como pode ser observado, o cultivo solteiro é o que possibilita a maior quantidade de indivíduos por hectare. Já o sistema consorciado permite a produção da macaúba concomitante à de outras espécies vegetais, porém possibilita o menor número de palmeiras dentre os tipos de cultivo. Já o sistema silvipastoril é a prática integrativa que possibilita a maior quantidade de espécimes por hectare.

No caso brasileiro, o aproveitamento desta palmeira já está inserido em algumas comunidades tradicionais como componente do desenvolvimento local. Localizada no Norte de Minas Gerais, a Cooperativa de Agricultores Familiares e Agroextrativista Ambiental do Vale do Riachão (Cooper Riachão) é um dos principais exemplos de exploração do fruto no país. Fundada em 1995, a cooperativa conta com uma unidade de beneficiamento do coco da

macaúba (UBCM) desde 2003. Ela compra os frutos coletados por cerca de 400 famílias em maciços localizados num raio de 50 quilômetros da UBCM. O principal produto fabricado com o óleo é o sabão em barra. A partir do processo de extração do óleo, obtém-se a torta, utilizada como ração animal. Os produtos são comercializados no varejo de Montes Claros, e nos municípios vizinhos Mirabela e Coração de Jesus. Ademais, parte da produção de óleo é vendida para a Petrobrás e usinas de biodiesel em São Paulo e no Distrito Federal. No local, são extraídas e beneficiadas cerca de 450 toneladas anuais e em 2015, a cooperativa faturou R\$ 260 mil somente com a venda dos produtos do coco da macaúba (SEAPA, 2017).

Apesar do aproveitamento por parte de algumas comunidades próximas aos maciços naturais, a exploração do seu potencial ainda é pouco relevante em termos de acréscimo às diferentes cadeias produtivas do mercado de óleo, já que sua utilização é feita predominantemente de forma extrativista e/ou artesanal.

Um dos motivos da baixa exploração da macaúba é que, por muito tempo, a espécie era considerada uma praga, devido à grande abundância com que ocorria. Contudo, esta concepção vem sendo mudada, muito em função de políticas governamentais, como a Pró Macaúba, a Política de Garantia de Preços Mínimos para Produtos da Sociobiodiversidade (PGPM-Bio), e o PNPB, que teve grande importância para a intensificação dos estudos sobre a planta no início deste século.

Além disso, o fator que se apresentou inicialmente como o principal gargalo para o desenvolvimento da cultura foi a baixa taxa de germinação das sementes. Contudo, em 2007, a Universidade Federal de Viçosa (UFV), com o desenvolvimento de uma tecnologia para a quebra da dormência e a produção de sementes pré-germinadas, deu um importante passo para produção de mudas em grande escala. Com a melhoria técnica, a taxa de germinação, que antes era de 3%, avançou para 80%, e a semente pré-germinada resultante do processo possui um potencial de estabelecimento superior a 90% em viveiro. Isto despertou o interesse de empreendedores nacionais e multinacionais, que veem na planta uma grande oportunidade de negócio (MOTOIKE, NACIF e PAES, 2012).

Após esse passo inicial, o mapeamento de ocorrências naturais de macaúba no Cerrado brasileiro e a estruturação de um programa de melhoramento genético, com a montagem de um banco de germoplasma na Universidade Federal de Viçosa, contribuíram – e continuam promovendo – o desenvolvimento de cultivares de alta produtividade e qualidade industrial para a originação de plantios comerciais.

Com o avanço dos estudos sobre a palmeira, as primeiras produções organizadas por iniciativas privadas começaram a ser realizadas em Minas Gerais. A Entaban Ecoenergéticas

do Brasil, empresa do grupo espanhol Entaban, foi a pioneira na tentativa de uma produção em escala comercial da planta. Contudo, com a crise de 2009, o grupo faliu e os investimentos foram interrompidos (INHUNDES, 2014).

Atualmente, existem outras iniciativas com o objetivo de exploração da macaúba em grande escala. Uma delas é a INOCAS, empresa brasileiro-alemã localizada no Alto Paranaíba (MG), que tem como objetivo plantar 2 mil hectares de macaúba em sistema silvipastoril em parceria com pequenos produtores. Nesse sistema de parceria, a empresa assume os investimentos necessários para o plantio da palmeira (equipe de plantio, mudas de macaúba, insumos agrícolas, maquinário para o plantio, material de cerca) e a assistência técnica ao produtor, enquanto esse entra com a terra e com a mão de obra para o replantio e os tratos culturais. Além do cultivo, a INOCAS também desenvolve um projeto piloto de extração de óleo de macaúba, e para tanto adquire o fruto em toda a região.

Outra experiência que se destaca em Minas Gerais é a realizada pela empresa Soleá, que tem como objetivo oferecer, de maneira consistente, produtos da cadeia da macaúba sob os mais altos padrões de qualidade e garantia de fornecimento. Em Viçosa (MG), a Acrotech Biotecnologia, empresa do Grupo Soleá, trabalha no processo de domesticação da palmeira, testa e valida as condições de plantio, produção e multiplicação de mudas e as aplicações do óleo, farinha e da biomassa. Em João Pinheiro (MG), a empresa planeja possuir, ao final de 2020, 700 ha com produção de frutos. Para 2023, meta é a possuir 5 mil ha próprios para a extração do fruto (BIODIESE BR, 2019).

Estes elementos contribuem para compreender sobre o processo de domesticação e viabilidade técnica do cultivo da macaúba para a produção comercial, além de explorar o questionamento inicial sobre o porquê da baixa exploração da palmeira apesar das diversas características que fazem da planta uma cultura com elevado potencial comercial. No decorrer do texto, serão realizadas análises com a finalidade de compreender se existe espaço para a intensificação da palmeira no mercado brasileiro de combustíveis.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA SOJA

Como neste estudo a soja foi a matéria-prima escolhida para a análise comparativa, é importante entender o processo de consolidação da oleaginosa no Brasil. A opção pelo grão para o estudo se deve à sua grande relevância, tanto para a agricultura nacional como para a produção de biodiesel, visto que, na safra 18/19, a área destinada ao seu plantio correspondeu a 57% do total utilizado para a produção de grãos e 68% do biodiesel produzido no país em 2019 foi feito a partir da soja (ANP, 2020; CONAB, 2020c).

Serão analisados fatores produtivos, políticos e de oferta e demanda que influenciaram na solidificação da cultura no país e caracterizam sua cadeia produtiva atualmente. Ademais, como as principais pesquisas e iniciativas relacionadas à macaúba estão sendo realizadas em Minas Gerais, serão destacadas as informações referentes ao cultivo de soja nesse estado.

3.1. Condições climáticas, geográfica e ambiental

A soja cultivada é uma planta herbácea anual classificada em grupos de maturação, determinados pelo ciclo de vida, que pode variar de 70 a 180 dias, contados da emergência até a maturação. Esses grupos geralmente são denominados como precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio. No entanto, uma mesma variedade da oleaginosa pode atingir diferentes ciclos conforme as condições de manejo e, principalmente, as condições edafoclimáticas da região (ALMEIDA, 2005).

Embora seja originária de clima temperado, os avanços tecnológicos possibilitaram que a soja se adaptasse bem em uma ampla gama de climas, como o tropical e o subtropical. As temperaturas médias ótimas para o melhor desenvolvimento da planta estão entre 20 a 35°C. Acima ou abaixo dessas temperaturas, há o aparecimento de distúrbios fisiológicos, especialmente no que se refere à floração e ação dos nódulos nas raízes, o que prejudica a produtividade da oleaginosa. As necessidades hídricas da planta são idealmente satisfeitas por precipitações pluviométricas anuais de 700 a 1.200 mm e bem distribuídas ao longo dos meses. A estatura ideal está entre 60 a 110 cm, o que, em lavouras comerciais, pode facilitar a colheita mecânica e evitar o acamamento¹⁴. Contudo, o tamanho depende das condições do ambiente e da cultivar (NEUMAIER, NEPOMUCENO e NORMAN, 2020).

Em relação à sua atual distribuição geográfica, a nível mundial, a produção de soja apresenta uma elevada concentração. De acordo com dados do Departamento de Agricultura

¹⁴ Queda ou arqueamento das plantas em virtude da flexão do caule e/ou má ancoragem propiciada pelas raízes.

dos Estados Unidos (USDA, 2020), apresentado no [Apêndice A](#), 97% da produção global da safra 2018/19, que chegou a 360 milhões de toneladas, foi realizada por apenas dez países, sendo que Brasil, EUA e Argentina foram responsáveis por 82% do total.

No Brasil, a maior parte da produção é realizada nas regiões Sul e Centro-Oeste. Segundo dados da Conab (2020), que podem ser visualizados no [Apêndice B](#), na safra 2018/19, apenas cinco estados foram responsáveis por 76% da produção brasileira. Foram eles: Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul. Em termos de produtividade, a média nacional nessa temporada foi de 3,21 t/ha, e o rendimento, levando em consideração os cinco principais produtores, variou de 2,98 t/ha e 3,36 mil kg/ha. De acordo com a Food Climate Research Network (2020), a partir do processamento da soja, é obtido 19% de óleo e 81% de farelo. Portanto, a produtividade média em óleo de soja e em farelo no Brasil é de, respectivamente, 0,6 t/ha e 2,6 t/ha.

Em relação a Minas Gerais, no período observado, o estado produziu 5,1 milhões de toneladas, o que representa 4,4% do total nacional. Na safra averiguada, a produtividade foi de 3,2 t/ha, o que resultaria em rendimentos de óleo e farelo iguais à média nacional.

Apesar da grande importância econômica da soja, o seu cultivo está relacionado à degradação ambiental em diversas regiões. Segundo a WWF (2014), o *boom* da soja foi uma das principais causas da perda de ecossistemas naturais na América do Sul em anos recentes. O crescimento inicial da produção de soja no continente sul-americano coincidiu com o desmatamento de grandes áreas de florestas, pastagens e savanas para dar lugar à atividade agrícola. A preocupação interna com a perda florestal e a pressão dos países consumidores resultaram em movimentos temporários ou permanentes para proteger as florestas remanescentes da conversão direta para a soja, principalmente na Mata Atlântica do Paraguai e na Amazônia brasileira. Um efeito colateral disso foi o incentivo à expansão da soja em outros ecossistemas naturais, em especial no Cerrado brasileiro.

Além do desmatamento, a análise do ciclo de vida da produção da soja no Cerrado brasileiro encontrou perdas anuais de erosão do solo de 8 toneladas por hectare, compostas de perda de matéria orgânica, compactação e acidificação e um grande impacto sobre a qualidade dos cursos d'água. Durante as últimas décadas, o método de plantio direto passou a ser mais utilizado e, conseqüentemente, o processo de erosão foi reduzido, mas não extinto (MATTSSON, CEDERBERG e BLIX, 2000).

3.2. A origem da soja e sua expansão no Brasil

No Brasil, embora haja registros históricos que apontam para cultivos experimentais na Bahia já em 1882, a introdução da oleaginosa no país tem o ano de 1901 como marco principal. Foi nesse ano que começaram os cultivos na Estação Agropecuária de Campinas e a distribuição de sementes para produtores paulistas. De acordo com Gazzoni (2013), apesar de introduzida anteriormente no Brasil, a soja só alcançou o status de cultura comercialmente importante na década de 1960. O cultivo em grande escala ocorreu inicialmente no Rio Grande do Sul e expandiu-se, em uma primeira etapa, no Sul do Brasil, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Triângulo Mineiro (MG). Esta fase foi marcada por pioneirismo, sendo a soja cultivada com tecnologia importada dos EUA ou adaptada de outras culturas. Isso ajuda a explicar o porquê de sua exploração ter ocorrido com maior intensidade, inicialmente, nos estados do sul do Brasil, visto que é a região que apresenta condições climáticas similares às das regiões produtoras nos Estados Unidos, principal origem dos cultivares até 1975 (APROSOJA, 2020).

De acordo com Bonato e Bonato (1987), a soja encontrou no Brasil excelentes condições para uma rápida expansão e diversos elementos contribuíram para a sua fixação e o seu desenvolvimento. Os principais fatores destacados pelos autores são:

- a) fácil adaptação das variedades e das técnicas de cultivo oriundas do sul dos Estados Unidos;
- b) cultura utilizada em sucessão ao trigo, possibilitando o aproveitamento da mesma área, das máquinas e equipamentos, dos armazéns e da mão-de-obra;
- c) possibilidades de mecanização total da cultura;
- d) condições favoráveis de mercado, especialmente do externo (aumento da demanda por ração, em função do crescimento da produção de proteína animal, e carência de óleos vegetais comestíveis para substituir a gordura animal);
- e) desenvolvimento rápido do parque de processamento, garantindo a total absorção da matéria-prima;
- f) participação de cooperativas nos processos de produção e comercialização; e
- g) geração de tecnologias adaptadas às diferentes condições do país, possibilitando ganhos em produtividade e expansão para novas regiões.

Segundo Warnken (1999) desde o início do desenvolvimento do grão como uma cultura comercial no país, os formadores de política brasileiros tomaram decisões que protegeram, subsidiaram e estimularam a sojicultura. Como abordado por Campos (2012), as políticas públicas tiveram um papel importante na expansão da soja no território nacional. Uma das

medidas fundamentais foi a instalação de diversos órgãos de pesquisa públicos, como a Embrapa, o que permitiu o desenvolvimento de um bem sucedido conjunto de tecnologias para a produção de soja em áreas antes consideradas inadequadas, como o Cerrado. Além disso, outras medidas governamentais, como crédito rural, política de preços mínimos, expansão e melhoria da rede de transporte e de armazenamento tiveram uma grande participação na disseminação da soja pelo território nacional. Atualmente, os produtores de soja ainda se beneficiam de programas governamentais como a Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), que exerce papel relevante na política agrícola brasileira, mitigando os riscos inerentes à produção rural e o Plano Safra, que beneficia pequenos, médios e grandes produtores, disponibilizando recursos para o financiamento de custos, comercialização, industrialização e investimentos (MAPA, 2020).

Em dezembro de 2004, o governo federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). A meta, na etapa inicial, foi introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional. Conforme tratado por Dall'Agnol (2007), o objetivo, inicialmente, era investir na mamona e no dendê, contudo mesmo com estímulos fiscais, essas plantas não foram amplamente adotadas pelos produtores brasileiros. Desse modo, surgiu a oportunidade para que a soja assumisse posição de carro-chefe do PNPB.

Entre os fatores que tornaram possível a consolidação da soja como a principal matéria para a produção de biodiesel no Brasil, destacam-se:

- a) existência de uma cadeia produtiva bem estruturada e com tecnologias de produção bem definidas e modernas;
- b) presença de uma ampla rede de pesquisa que assegura o rápido desenvolvimento de soluções para qualquer novo problema que a cultura possa enfrentar;
- c) cultivo tradicional e adaptado para produzir de maneira eficaz em praticamente todo o território nacional;
- d) elevada demanda internacional e poucos países exportadores;
- e) capacidade de armazenamento já que a soja pode ser armazenada por longos períodos, aguardando a melhor oportunidade para comercialização;
- f) o biodiesel feito com óleo de soja não apresenta qualquer restrição para consumo em climas quentes ou frios;
- g) o óleo de soja é um dos mais baratos e pode ser utilizado tanto para fins energéticos como alimentícios; e

- h) a soja produz o farelo proteico mais utilizado na formulação de rações para animais produtores de carne.

Pode-se concluir que uma ampla gama de elementos contribuiu significativamente para a expansão do grão no país, como o aproveitamento de tecnologias, áreas e ferramentas já utilizadas em outras culturas, e o estímulo público ao desenvolvimento tecnológico da oleaginosa, que permitiu sua adaptação a ambientes antes impróprios. Ademais, o crescimento de atividades que a sojicultura poderia prover insumos, como a pecuária, foi outro importante pilar para seu crescimento no Brasil. Por fim, o aumento da demanda por matéria prima proveniente do avanço da geração de biodiesel contribuiu para o fortalecimento da oleaginosa, contudo, o peso do setor energético na cadeia produtiva da soja, apesar de relevante, é muito menor em comparação com a participação da indústria de proteína.

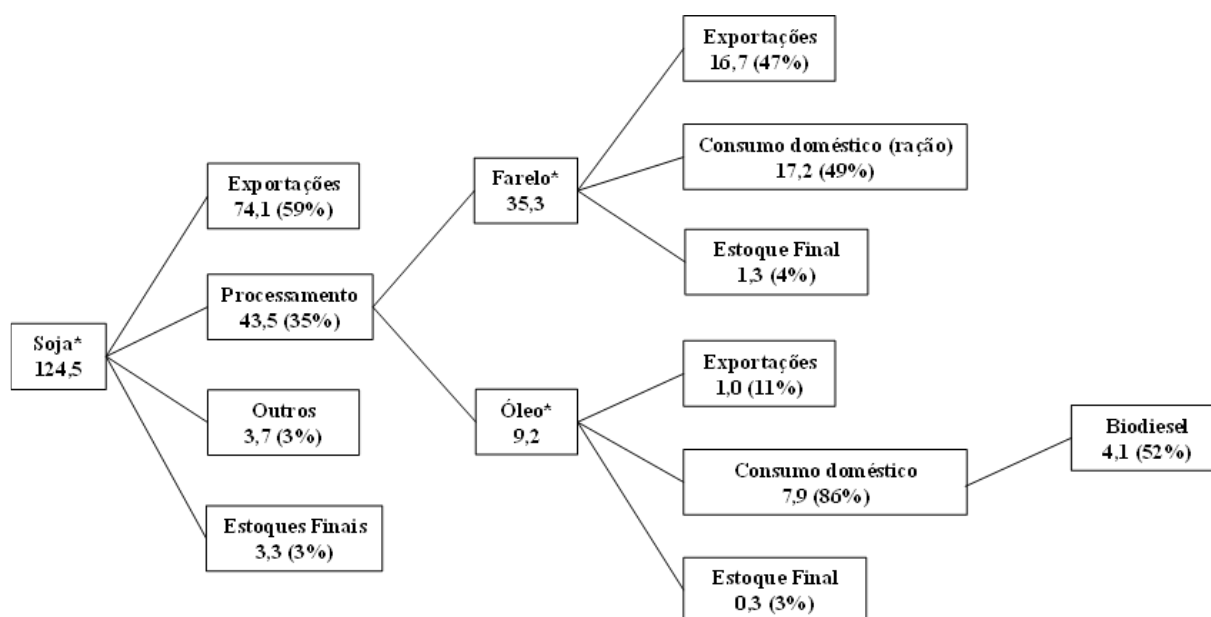
3.3. Usos e produtos

Nesta sessão, serão apresentados os produtos que podem ser derivados a partir da soja, assim como os seus usos.

O grão pode ser aproveitado na fabricação de diversos bens de consumo. Ele aparece em indústrias de diferentes setores, como cosméticos, farmacêutica, veterinária, adesivos, adubos, formulador de espumas, revestimento, tintas e plásticos (CECHINEL, 2014). Segundo a Food Climate Research Network (2020), os grãos torrados da soja podem ser utilizados para a alimentação animal ou humana, e com o seu extrato, podem ser originados produtos como leite de soja e tofu, também utilizados na alimentação humana. A partir do processamento da oleaginosa, obtém-se farelo, usado como ração, e óleo. Segundo a rede de pesquisa, 80% do óleo de soja no mundo é utilizado para a alimentação humana e 20% na indústria. Dessa parte destinada à indústria, 11% é usada como lubrificante ou outros usos industriais e 89% como biodiesel.

No Brasil, como pode ser observado na Figura 2, quase 60% da soja produzida nacionalmente é destinada ao mercado externo e 35% é processada, resultando em cerca de 9,2 milhões de toneladas de óleo e 35,3 milhões de toneladas de farelo. Do total de óleo produzido, 86% é destinado ao mercado interno e 52% do total utilizado domesticamente é empregado na geração de biodiesel. Desse modo, pode-se concluir que são necessárias, no Brasil, 19,4 milhões de toneladas de soja, ou 15,6% do total produzido, para satisfazer a demanda por biodiesel.

Figura 2 - Oferta e demanda do complexo de soja no Brasil em 2019 (em milhões de toneladas)



Fonte: Elaboração própria com dados extraídos de Amaral (2019) e ABIOVE (2020).

*Produção + Estoque Inicial

Contudo é importante destacar que o farelo produzido em conjunto com o óleo é destinado à alimentação animal, portanto não se pode dizer que a demanda do setor energético é totalmente responsável pelo processamento das 19,4 milhões de toneladas. Ademais, é relevante evidenciar o elevado peso da demanda da pecuária na cadeia da brasileira de soja. Segundo dados do USDA (2020), cerca de 94% do grão produzido mundialmente é utilizado na alimentação animal. Desse modo, considerando que 94% da exportação brasileira será destinada ao consumo animal, pode-se inferir que 105,0 milhões de toneladas, ou 84,3% da oferta nacional, é utilizada para a satisfação da demanda da pecuária nacional e internacional.

3.4. A produção de biodiesel no Brasil e a demanda por óleo de soja

Nesta seção, serão analisados os principais centros produtores e consumidores de biodiesel, dando maior enfoque a Minas Gerais, visto que é a região alvo do estudo. Segundo dados da ANP (2020), o país produziu 5,9 bilhões de litros de biodiesel em 2019. As regiões Centro-Oeste e Sul foram responsáveis por, respectivamente, 41,4% e 40,6% do total gerado. Os três principais estados produtores foram o Rio Grande do Sul, com 1,6 bilhões de litros (27,2%), Mato Grosso, com 1,2 bilhões de litros (20,9%) e Goiás, com 864,6 milhões de litros

(14,6%). Minas Gerais foi apenas o nono colocado no ranking de principais produtores, com 131,1 milhões de litros, o que corresponde a 2,2% do total.

Analisando o lado da demanda, a relevância de Minas Gerais é maior. No período analisado, o estado consumiu 11,3% do biodiesel vendido, ou 664,7 milhões de litros. Contudo, 80,5% desse volume foi importado de outros estados. Um dos fatores que explica a baixa produtividade em óleo no estado é o fato de haver uma única usina de biodiesel em Minas Gerais. A título de comparação, no Rio Grande do Sul, existem nove usinas de biodiesel (ANP, 2020).

Como já exposto, o óleo de soja é a principal fonte de matéria prima para a produção de biodiesel no Brasil. De acordo com dados da ANP (2020), dos 6 milhões de toneladas de óleo utilizadas no país para a produção do biocombustível, o derivado da soja foi responsável por 67,8% desse volume. Por outro lado, em Minas Gerais, o óleo do grão apresentou uma participação de 17,1%, o que corresponde a 22,2 mil toneladas. A principal fonte no estado é a gordura bovina, responsável pelo fornecimento de 46,6% do óleo utilizado pela indústria de biodiesel no estado.

4. FATORES DE COMPETITIVIDADE

Neste capítulo serão apresentados os fatores de competitividade que servirão posteriormente para a comparação entre a produção comercial da soja e da macaúba.

Segundo NEVES *et al.* (2004), ao analisar os elementos que afetam a competitividade e a lucratividade de um negócio, tão importante quanto a análise das variáveis internas é o estudo das variáveis externas. A primeira se refere a elementos mais próximos à empresa, como fornecedores, concorrentes, distribuidores e consumidores. Esse conjunto compõe o microambiente do empreendimento. Já o macroambiente é formado por fatores externos e distantes à empresa, como aspectos tecnológicos, institucionais e políticos.

O efeito combinado de um conjunto de fatores tem como resultado certa condição de competitividade para um dado elemento de análise. Cada um destes conjuntos de fatores, agrupados segundo suas características de base e os impactos que têm na competitividade, podem ser definidos como um “direcionador de competitividade”. Os direcionadores de competitividade devem ser capazes de refletir os aspectos essenciais que determinam as causas de competitividade de um dado objeto de estudo. Eles englobam itens que muitas vezes não são facilmente mensuráveis de forma direta, mas que podem interferir na competitividade do objeto analisado (MARTIN, WESTGREN e DUREN, 1991).

O modelo proposto por César (2012) em seu estudo comparativo sobre a competitividade da produção de biodiesel a partir da soja e de outras oleaginosas propõe o uso de oito direcionadores de competitividade para a análise da cadeia produtiva, que se desdobram em vários subfatores. A saber, os fatores utilizados pela autora são: políticas setoriais; fatores macroeconômicos; tecnologia; gestão; recursos produtivos; estrutura de mercado; e estrutura de governança.

Para a análise comparativa entre as produções comerciais da soja e da macaúba foram selecionados, com base nos gargalos e vantagens das culturas, sete direcionadores de competitividade. Os aspectos escolhidos foram: fatores macroeconômicos, políticas públicas, tecnologia, estrutura de mercado, custos de produção, impactos ambientais e impactos sociais. A análise dos fatores de competitividade será focada no estado de Minas Gerais, visto que é onde ocorrem as principais pesquisas e iniciativas em torno do desenvolvimento do cultivo comercial da macaúba.

Será realizada também uma comparação entre a viabilidade financeira do cultivo hipotético da palmeira e o da soja no Brasil. Para isso serão utilizados três indicadores de

viabilidade financeira. São eles: o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno, e o *Payback*.

4.1. Fatores macroeconômicos

Para avaliar a competitividade de uma atividade econômica, é preciso compreender o funcionamento dos fatores macroeconômicos que a afetam, já que esses impactam diretamente nas transações econômicas e no desempenho do empreendimento (CÉSAR, 2012).

4.1.1. Taxa de juros

Segundo Keynes (1996), a taxa de juros é um dos fatores considerados como determinante fundamental dos investimentos. Quando as taxas de juros são elevadas, o custo do capital também aumenta, fazendo com que a taxa de retorno necessária para tornar o investimento atrativo cresça, o que pode inviabilizar determinados projetos. Por outro lado, a queda da taxa básica de juros exerceria uma grande influência a favor de novos empreendimentos. Portanto, o custo do capital é um elemento cuja análise é de grande relevância para os investimentos, visto que afeta diretamente os custos operacionais.

4.1.2. Taxa de câmbio

O peso da oscilação cambial na produtividade da cultura será maior à medida que o produto estiver mais integrado ao mercado externo e aos preços internacionais. Ou, seja, atividades cujas receitas operacionais, insumos, custos operacionais e tecnologia possuem uma forte ligação com o mercado internacional são mais vulneráveis às variações cambiais. De acordo com Dall'Agnol (2020), um dos problemas crônicos da agricultura brasileira é a elevada dependência de fertilizantes importados, já que cerca de 75% do que o país consome é trazido de fora. Em relação aos agrotóxicos, o quadro de dependência externa é similar, visto que, segundo Grigori (2019), cerca de 73% do total consumido é importado.

4.2. Políticas públicas

De acordo com Batalha e Souza Filho (2009), o impacto negativo gerado pelos fatores macroeconômicos, abordados na sessão anterior, pode ser compensado por incentivos oferecidos em programas e políticas governamentais. A implementação desses mecanismos

pode agir a favor das iniciativas privadas. A abrangência de programas públicos de apoio ao investimento produtivo pode ser tanto voltada a uma ampla gama de setores como direcionada a um segmento específico.

Conforme abordado por César (2012), a análise deste fator é de grande importância para o estudo sobre a competitividade dos projetos, visto que, por meio desses programas, os empreendedores podem obter facilidades na captação de recursos necessários, na redução dos custos e na oferta de seus produtos.

4.2.1. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB)

O PNPB introduziu o biodiesel no Brasil e institucionalizou a base normativa para a sua produção e comercialização no país. Desde o lançamento do PNPB, a iniciativa privada vem aportando recursos, realizando investimentos na distribuição do combustível, em laboratórios, em pesquisa e na produção de matérias-primas. Tudo isso graças à segurança do ambiente regulatório proporcionado pela definição de metas e a criação de um marco legal para o biodiesel. Este programa permitiu que o Brasil fosse credenciado como um dos principais mercado mundiais de biodiesel, juntamente com a Alemanha e os Estados Unidos, que produzem e consomem esse biocombustível há muito mais tempo. O Programa conta com suporte de recursos para pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em toda cadeia produtiva, abrangendo desde a fase agrícola até os processos de produção industrial, incluindo coprodutos e armazenamento. O modelo tributário vigente confere ao biodiesel brasileiro a característica única no mundo de um biocombustível apoiado por políticas públicas com orientação social (MME, 2012).

4.2.2. Plano Safra

O Plano Safra beneficia pequenos, médios e grandes produtores, disponibilizando recursos para o financiamento de custos, comercialização, industrialização e investimentos. Na temporada 2019/20, o programa disponibilizou R\$ 196,33 bilhões para o custeio, comercialização e industrialização, e R\$ 54,41 bilhões para investimentos. Para os pequenos produtores, a taxa cobrada variava entre 3,0% a. a. e 4,6% a. a. Para os médios agricultores, a taxa foi de 6,0% a. a., e para os grandes 8,0% a. a. (MAPA, 2020). Contudo, praticamente todas as linhas de crédito possuem um período de carência inferior a 3 anos, o que é incompatível com culturas cuja fase produtiva é iniciada vários anos após o plantio. A única exceção foi a

linha ABC, destinada a investimentos que contribuam para a redução de impactos ambientais causados por atividades agropecuárias, que apresentava um período de carência de 8 anos (MAPA, 2019).

4.2.3. Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM)

Esse programa, segundo a CONAB (2017), contribui para diminuir as oscilações na renda dos produtores rurais, lhes assegurar uma remuneração mínima e subsidiar seus processos decisórios. Ele viabiliza a atuação governamental na regulação do mercado e na garantia do abastecimento nacional. O apoio aos produtores é realizado através da execução de instrumentos de política agrícola, promovendo a aquisição direta dos produtos da pauta da PGPM por parte do Governo Federal, o estabelecimento de contratos de Opção de Venda e o oferecimento de recursos para a estocagem e escoamento dos produtos.

A Política de Garantia de Preços Mínimos para Produtos da Sociobiodiversidade (PGPM-Bio) garante um preço mínimo para 17 produtos extrativistas que ajudam na conservação dos biomas brasileiros. A Conab apoia a comercialização destes produtos e o desenvolvimento das comunidades extrativistas, por meio da Subvenção Direta a Produtos Extrativistas (SDPE), que consiste no pagamento de um bônus, quando os extrativistas comprovam a venda de produto extrativo por preço inferior ao mínimo fixado pelo Governo Federal (CONAB, 2017).

4.2.4. Pró Macaúba

A lei estadual Nº 19.485, DE 13 DE JANEIRO DE 2011, conhecida como Pró Macaúba, instituiu um programa de incentivo ao cultivo, à extração, à comercialização, ao consumo e à transformação da macaúba e das demais palmeiras oleaginosas em Minas Gerais. Algumas de suas diretrizes são:

- a) desenvolver ações, experimentos e pesquisas com vistas à produção de mudas, ao plantio, ao manejo, à colheita, à transformação e à comercialização dos frutos da macaúba, bem como de produtos, subprodutos e derivados dessas palmeiras, e à melhoria da sua qualidade;
- b) incentivar a comercialização e a industrialização da macaúba, mediante seu beneficiamento em produtos, subprodutos e derivados, visando a sua utilização

- para diversos fins; incentivar o aperfeiçoamento técnico, o desenvolvimento econômico e a organização em cooperativas e outras formas associativas dos produtores e trabalhadores envolvidos na exploração da macaúba; e
- c) incentivar a criação de projetos de integração entre o produtor e a indústria.

Em sua proposta de fomento ao Pró-Macaúba, o Estado atribui responsabilidades operacionais aos órgãos da administração direta e indireta conforme sua competência (COSTA, SILVA e RODRIGUES, 2019). Essas competências detalhadas podem ser encontradas no [Anexo A](#).

4.3. Custo de produção

O custo de produção tem um papel de grande relevância em qualquer cadeia produtiva, dada sua clara influência nos preços do produto e na competitividade dos empreendimentos. Esse fator é também frequentemente analisado quando estudadas as barreiras à entrada em qualquer atividade. De acordo com Azenha (2013), quanto maior for o volume inicial de recursos financeiros necessários para a viabilização do investimento, maior poderá ser a dificuldade para um novo entrante se estabelecer no mercado. Portanto, o estudo desse elemento é fundamental para a análise de viabilidade de uma iniciativa.

4.4. Tecnologia

De acordo com César (2012) as tecnologias associadas às operações de produção de matérias-primas, de processamento e de distribuição podem proporcionar ganhos tanto para uma única organização como para toda a cadeia produtiva. Dessa forma, é importante identificar as tecnologias-chave, caracterizadas por possuírem elevado potencial em contribuir para a redução de custos, aumento da produtividade e incremento da qualidade do produto.

4.5. Impactos ambientais

Conforme defendido por Ladeira, Maehler e Do Nascimento (2012), os avanços na agricultura ao longo dos últimos anos permitiram um incremento do rendimento em diversas culturas e países, entre eles o Brasil. Muitos desses avanços ocorreram em função da utilização de novas tecnologias e de novas técnicas de cultivo, como a adoção do método de plantio direto na palha, a intensa mecanização agrícola, o uso de organismos geneticamente modificados

(OGMs), o uso de fertilizantes e de defensivos, entre outros. Tais elementos têm permitido o aumento da produção nacional e a elevação da produtividade a um ritmo maior do que o crescimento da área plantada. Ainda de acordo com os autores, é possível notar o aumento das pressões legais e sociais ao longo dos últimos anos a favor de uma elevada preocupação com o meio ambiente em diversos países, como o Brasil.

Desse modo, é de grande importância compreender a relação entre as culturas e o meio ambiente, já que o aumento das preocupações acerca dos efeitos na natureza que a exploração de matérias-primas possa gerar vêm proporcionando um maior reconhecimento das culturas que ofereçam, além de ganhos econômicos, benefícios ambientais.

4.6. Impactos sociais

De acordo com Pena (2015), as questões sociais no meio rural são constantemente alvo de discussão em função da intensificação do processo de concentração fundiária, concentração de renda e substituição dos empregos pelas máquinas.

Além disso, é importante analisar as externalidades proporcionadas pelas atividades, pois dependendo dos benefícios gerados, elas podem ser incentivadas tanto pelo governo, via facilidades na obtenção de crédito, como pelos consumidores, ao optarem por adquirir produtos e serviços de empresas engajadas em questões socioambientais. Como exemplo de estímulo, pode-se citar as debêntures incentivadas, que pelo fato de financiarem projetos de infraestrutura, como construção de portos, transmissão de energia e saneamento básico, recebem isenção fiscal (BTG PACTUAL DIGITAL, 2020).

4.7. Estrutura de mercado

O preço e o volume negociado de algum produto no mercado são definidos pela interação das forças de oferta e demanda. Cada mercado apresenta características específicas, tais como condições tecnológicas, capital inicial necessário para a entrada, tributação, número, tamanho e localização dos agentes, entre diversos outros elementos. Conforme abordado por Pindyck e Rubinfeld (2006), a concentração do mercado é diretamente proporcional à influência que um *player* possui sobre o preço praticado de determinado produto.

Assim, a compreensão sobre a estrutura de mercado permite identificar seu nível de concentração, o que facilita a entendimento de seu funcionamento.

4.8. Viabilidade Financeira

Segundo Assaf & Guasti (2014, p. 394):

“Os métodos quantitativos de análise econômica de investimentos podem ser classificados em dois grandes grupos: os que não levam em conta o valor do dinheiro no tempo e os que consideram essa variação por meio do critério do fluxo de caixa descontado. Em razão do maior rigor conceitual e da importância para as decisões de longo prazo, dá-se atenção preferencial para os métodos que compõem o segundo grupo: taxa interna de retorno (TIR) e valor presente líquido (VPL).”

De acordo Assaf & Guasti (2014), o VPL é calculado pela diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos para cada período do horizonte de duração do projeto, e o valor presente do investimento. Para isso será necessário calcular o Fluxo de Caixa para cada um dos períodos do projeto (FC_t), que por sua vez é calculado pela diferença entre a receita e os custos. Além disso, será necessário estipular a rentabilidade mínima requerida, que será a Taxa de Desconto (K) utilizada para calcular o Valor Presente dos Fluxos de Caixa. Para que o investimento seja considerado viável, o VPL deverá ser maior que zero, e a equação usada para obtê-lo é:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} - \left[I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} \right]$$

Onde:

FC_t = Fluxo de caixa de cada período;

K = Taxa de desconto do projeto, representada pela rentabilidade mínima requerida;

I_0 = Investimento processado no momento inicial; e

I_t = Valor do investimento previsto em cada período subsequente.

O método de taxa interna de retorno (TIR) representa a taxa de desconto que iguala, em determinado momento, as entradas com as saídas previstas de caixa zero (ASSAF e GUASTI, 2014). Em outras palavras, a TIR é a taxa de desconto quando o VPL de um projeto é igual a zero. Para que o investimento seja considerado viável, a TIR deverá ser superior à taxa de desconto do projeto. Ela é definida pela fórmula:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Por fim, outra ferramenta que será utilizada para a análise de viabilidade é o período de *Payback*. Ele consiste na determinação do tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado pelas entradas de caixa promovidas pelo projeto (ASSAF e GUASTI, 2014).

5. COMPARAÇÃO ENTRE A VIABILIDADE DO CULTIVO DA MACAÚBA E DA SOJA

Neste capítulo, será realizada a análise comparativa entre as culturas da soja e da macaúba, utilizando os direcionadores de competitividade indicados anteriormente. Além disso, será realizado um estudo comparativo entre o cultivo hipotético da palmeira e o da soja no Brasil. Por fim, ao final da sessão, será apresentado um quadro resumindo os fatores observados.

O objetivo deste capítulo não é a realização de uma comparação rigorosa entre as duas culturas com a finalidade de definir vencedores e perdedores, até porque, apesar da possibilidade de a macaúba entrar na disputa pelo mercado de biodiesel futuramente, diversos aspectos, que serão abordados futuramente, limitam esta análise. Esse método foi aplicado com o intuito de usar a soja como uma referência para compreender e ponderar as vantagens e desvantagens da macaúba, obter um direcionamento sobre como ela poderiam proporcionar melhores benefícios à economia, ao meio ambiente e à sociedade e verificar os principais entraves à sua expansão.

5.1. Fatores macroeconômicos

5.1.1. Taxa de juros

Segundo dados do COPOM, extraídos de BCB (2020a) a meta Selic definida pelo comitê apresentou nos últimos anos uma forte queda. A taxa passou de 14,25% a. a. em outubro de 2016 para 4,5% a.a. em dezembro de 2019. Em 2020 essa tendência de queda permaneceu, e a meta Selic atingiu o patamar de 2,25% a. a. em junho.

A queda recente na taxa de juros pode ser considerada um fator muito favorável tanto à produção da soja quanta a da macaúba, visto que ela reduz o custo do capital, fazendo com que a taxa de retorno necessária para tornar o investimento atrativa também contraia. Por outro lado, é importante ressaltar que a tendência observada nos últimos anos de contração da taxa de juros pode ser revertida no médio prazo, visto que, de acordo com as estimativas apresentadas no Relatório Focus do Banco Central do Brasil (BCB, 2020b), ao final dos próximos três anos, a Meta da Taxa Selic chegará a, respectivamente, 3,0%, 5,0% e 6,0%, o que pode desencorajar novos investimentos.

5.1.2. Taxa de câmbio

Segundo o relatório de custo de produção da Conab (2020a), referente a março de 2019, os gastos com fertilizantes e agrotóxicos corresponderam a 49,5% dos custos operacionais da sojicultura em Minas Gerais, resultando em R\$ 1.350,75 investidos por hectare com esses insumos. Para ser possível uma comparação, foram estimados os custos de produção da macaúba na Zona da Mata mineira em 2019, utilizando como base o trabalho de Pimentel *et al.* (2009). Ao longo dos 30 anos, horizonte de investimento estipulado para o cultivo de macaúba, os custos com fertilizantes apresentaram uma participação média de 40,5% nos custos operacionais, o que corresponde a R\$ 1.170,84/ha ao ano, indicando uma dependência menor que a da soja.

É importante ressaltar que os custos da macaúba foram calculados com base na utilização de um solo do tipo latossolo, que é marcado pela sua baixa fertilidade. Deste modo, pode-se esperar que em uma propriedade com um solo mais rico e mais favorável ao cultivo da palmeira (caso esperado para produções em escala comercial), a necessidade de adubação seria reduzida, o que diminuiria a vulnerabilidade da palmeira à movimentação da moeda. Desse modo, esse aspecto pode ser considerado mais favorável à macaúba.

5.2. Políticas públicas

A partir da discussão elaborada ao longo deste trabalho, é possível perceber que as políticas públicas tiveram grande relevância na consolidação da soja como uma cultura comercial no Brasil. Portanto, é de grande importância o estudo dos programas governamentais para a análise da competitividade das culturas.

5.2.1. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel

O cronograma de PNPB prevê que a mistura obrigatória avance um ponto percentual ao ano até 2023, atingindo a mistura B15 (UBRABIO, 2020), o que aumentaria a demanda por óleos vegetais e, conseqüentemente, suas matérias primas. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2019), 5,8 bilhões de litros de biocombustível foram consumidos no Brasil. A empresa prevê que, caso mantida a mistura B15, a demanda pelo biocombustível avançará para 11,1 bilhões de litros.

Assim, pode-se inferir que a elevação da mistura obrigatória exerceria uma influência positiva tanto sobre a demanda por soja quanto sobre a macaúba.

5.2.2. Plano Safra

Conforme apresentado no tópico 4.4.2, a maior parte das linhas de crédito oferecidas pelo programa possuem um período de carência superior a 3 anos. Desse modo, apesar dos produtores interessados no cultivo da macaúba disponibilizarem de alternativas para o financiamento de seus empreendimentos, o curto período de carência não é capaz de cobrir os anos iniciais sem produção da palmeira, fazendo com que grande parte dos recursos oferecidos pelo Plano Safra não sejam inteiramente compatíveis com as especificidades exigidas pelo cultivo do fruto. Assim, esse programa não é suficiente para a superação do gargalo relacionado ao período inicial sem produção do macaúbal. Portanto, o Plano Safra é muito favorável aos sojicultores, visto que a produção do grão é anual, o que proporciona um rápido retorno aos agricultores e faz com que as linhas de crédito do projeto sejam compatíveis com a cultura.

5.2.3. Política de Garantia de Preços Mínimos

Segundo a Conab (2019), os preços praticados para aquisição dos extrativistas do Alto Paranaíba variaram entre R\$ 0,18/kg e R\$ 0,22/kg. Nesta região há uma grande movimentação de comunidades que se dedicam à atividade de coleta, incentivadas e assistidas pela empresa Inocas, que desenvolve um projeto piloto de extração de óleo de macaúba e, para tanto, presta assistência e adquire o produto em toda região. No norte de Minas, outra região com bastante expressão na produção, o principal comprador é a cooperativa Cooper Riachão. Nesta região os preços variaram entre R\$ 0,20 e R\$ 0,22 por quilo de produto (CONAB, 2019). Em 2019, o preço mínimo estipulado pelo fruto da palmeira foi de R\$ 0,57/kg, mais que o dobro do preço de mercado, incentivando a sua extração (CONAB, 2020b).

A PGPM-Bio é fundamental no caso do fomento ao cultivo da macaúba, pois agrega e gera valor econômico ao produtor no incentivo à coleta dos frutos, e ajuda as cooperativas a entregar os volumes contratado (COSTA, SILVA e RODRIGUES, 2019). Deste modo, o programa é um fator muito favorável à macaúba. Contudo, o fruto cultivado ainda não está inserido na política de preço mínimo, fazendo com que o programa, ao menos até o momento, não contribua diretamente para o incentivo ao cultivo comercial da espécie.

De acordo com a (CONAB, 2020b), os preços mínimos da soja em Minas Gerais foram estabelecidos em R\$ 43,28/saca (60kg). Contudo nos últimos 5 anos, em nenhum momento o preço médio mensal recebido pelos produtores no estado ficou abaixo do patamar de R\$

54,00/saca. Portanto, apesar deste programa oferecer uma maior segurança ao sojicultor, ao longo dos últimos anos o produtor do grão pouco se aproveitou, ao menos diretamente, desse instrumento de política pública.

Assim, a PGPM é favorável às duas matérias primas, contudo, pode-se concluir que ela seja mais benéfica à macaúba, visto que os coletores do fruto se aproveitaram diretamente das ferramentas oferecidas pelo programa, ao contrário dos sojicultores, já que os preços do grão nos últimos anos ficaram acima do estipulado pela política.

5.2.4. Pró Macaúba

A macaúba, ao contrário da soja, não possui uma cadeia produtiva bem estruturada, o que dificulta o aumento da sua participação no mercado brasileiro de biodiesel. Desse modo, as políticas governamentais, que foram fundamentais para o avanço da soja no Brasil, serão de grande importância para a solidificação da produção comercial da macaúba e para o aprofundamento do seu uso com fins energéticos. Em função da Pró-Macaúba, a Secretaria de Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA) celebrou um acordo com a Secretaria Especial de Agricultura Familiar e Desenvolvimento Agrário (SEAD) em 2018 para estimular a cadeia produtiva de oleaginosas, como a macaúba. O acordo previa a montagem de mais de 35 unidades técnicas de demonstração em propriedades de agricultores familiares em todo o estado, para incentivar o plantio da espécie pelos produtores rurais. Ademais, a Emater-MG, que também faz parte do projeto, ficou a responsável pela capacitação dos técnicos e dos produtores para o manejo e para o aproveitamento adequado do fruto (PORTAL MACAÚBA, 2017). Portanto, essa lei, que instituiu um programa de incentivo à exploração comercial do fruto é um fator bastante favorável à espécie.

5.3. Custo de produção

A estimativa de custo de produção de soja para a safra 2019/20 realizada pela Conab, considera um sistema de agricultura empresarial, na região de Unaí (MG), de alta tecnologia, com plantio direto e produtividade de 3.120kg/ha (CONAB, 2020a). O custo total foi estimado em R\$ 3.104,81/ha, ou 39,71/saca. Considerando apenas o custo operacional, ou seja, descontando a renda de fatores (terra própria e remuneração esperada sobre o capital fixo), a despesa totaliza R\$ 2.728,10/ha, ou R\$ 52,47/saca.

Para o cálculo dos custos de produção da macaúba, foram utilizados como base os coeficientes técnicos de plantio e manutenção e a quantidade necessária calculados por Pimentel *et al.* (2009) na implantação de 10 ha de um cultivo adensado, com plantio manual, na Zona da Mata de Minas Gerais, no Sistema Silvipastoril em um período de 30 anos. A tabela original pode ser encontrada no [Anexo B](#). Os Valores Unitários dos fatores levantados pelo autor foram multiplicados pelos preços praticados no início de 2019. Além disso, foi levado também em consideração o custo da terra, através do máximo cobrado anualmente pelo arrendamento de 1 hectare em uma propriedade de pastagem plantada em Lima Duarte, na Zona da Mata de Minas Gerais, com base EMATER MG (2019) e Hofmeister (2017). A tabela com o detalhamento dos custos pode ser localizada no [Apêndice C](#). Durante os 30 anos do projeto, seria necessário um gasto de, em média, R\$ 2.894,01/ha ao ano, o que corresponde a R\$ 0,15/kg do fruto. O principal destaque em relação aos custos de cultivo da palmeira é o elevado investimento inicial e o longo período até o início das receitas. Nos 5 primeiros anos, seria necessário um investimento de R\$ 12.635,63, com as primeiras receitas só ocorrendo a partir do 5º ano.

Portanto, apesar de um custo médio similar ao da soja, o custo de carregamento da macaúba e a demora para os primeiros rendimentos são aspectos muito desfavoráveis à evolução da sua exploração. Já o fato de a soja ser uma cultura anual, com rápida entrada de receitas e uma maior flexibilidade em relação à entrada e saída do projeto, faz com que o fator analisado nesta seção seja favorável ao grão.

É importante evidenciar as limitações na comparação realizada nesta sessão. Em primeiro lugar, os custos da macaúba foram calculados utilizando como base uma terra com baixa fertilidade e acidentada, enquanto os custos da soja consideram um terreno plano e fértil. Supondo que a soja fosse cultivada no terreno utilizado como base para o cálculo do custo da macaúba, os gastos com preparo e fertilizantes aumentaria consideravelmente, o que poderia inviabilizar o cultivo do grão. Além disso, caso a palmeira fosse cultivada no tipo de terreno utilizado para os cálculos referentes à soja, os gastos com fertilizantes seriam reduzidos, porém isso deixaria de aproveitar a adaptabilidade da macaúba a regiões degradadas e o seu potencial para a recuperação dessas terras, consideradas grandes vantagens ambientais da planta.

5.4. Tecnologia

Uma das principais vantagens comparativas da soja é o nível tecnológico em que encontra sua produção. Os avanços científicos permitiram que novas cultivares se adaptassem nas regiões tropicais, viabilizando seu plantio em qualquer região do Brasil. A maioria dos

agricultores familiares de soja e de suas cooperativas apresentam técnicas desenvolvidas e estruturadas de cultivo, principalmente se comparada às oleaginosas menos tradicionais. Sendo assim, buscam constantemente a modernização de seus métodos e equipamentos utilizados na produção (CÉSAR e BATALHA, 2009).

Conforme abordado por Motoike, Nacif e Paes (2012), a macaúba passou por um intenso processo de aprimoramento tecnológico ao longo dos últimos anos. As pesquisas possibilitaram a superação de um dos principais gargalos que a cultura enfrentou, a baixa taxa de germinação. Contudo, a palmeira ainda tem como ponto negativo a necessidade de condução dos primeiros anos do macaúbal sem a entrada de receitas.

Desse modo, apesar dos estudos sobre a macaúba terem proporcionado um considerável avanço tecnológico e elevado o otimismo dos pesquisadores em relação às melhorias que ainda estão por vir, a soja possui uma cadeia produtiva melhor estruturada e com tecnologias de produção bem definidas e modernas, uma ampla rede de pesquisa que assegura o rápido desenvolvimento de soluções para qualquer novo problema e um cultivo tradicional e adaptado para produzir de maneira eficaz em praticamente todo o território nacional (DALL'AGNOL, 2007). Desse modo, o fator tecnológico, na atualidade, é mais favorável ao cultivo do grão.

5.5. Impactos ambientais

Um dos principais fatores que fez a macaúba chamar atenção dos pesquisadores foi justamente a diversa gama de benefícios ambientais que seu cultivo pode proporcionar ao meio ambiente. Ela pode ser utilizada na recuperação de pastagens degradadas, possibilitando atividade econômica e ao mesmo tempo, ambientalmente amigável (MOTOIKE, NACIF e PAES, 2012). Além disso, o cultivo da planta pode promover um aumento da biodiversidade, sequestro de CO_2 e regulação do microclima local. Ademais, as diversas alternativas de sistemas de cultivo em que a palmeira pode ser integrada permitem que a terra possa ser melhor explorada, resultando em uma maior fonte de renda ao produtor e na diversificação dos seus riscos (ZIMPEL, 2017).

Ainda, as vastas opções de cultivos integrados poderão exercer um importante papel no estabelecimento da cadeia produtiva da planta, já que, enquanto o macaúbal não gerar frutos, o produtor pode obter retornos logo no início do projeto a partir de outras culturas. Desse modo, um dos principais empecilhos à produção comercial da macaúba seria atenuado. Além disso, a elevada adaptabilidade da macaúba a territórios degradados e pouco férteis proporcionaria

ganhos econômicos a favor da palmeira, visto que sua exploração pode ser feita em terras mais baratas.

A soja, por outro lado, está ligada à perda de ecossistemas naturais e desmatamento de grandes áreas de florestas, pastagens e savanas para dar lugar à atividade agrícola. Apesar das melhorias no manejo da terra, o que reduziu os danos ao solo, as adversidades não foram completamente superadas (WWF, 2014).

Desse modo, o direcionador ambiental é classificado como favorável à macaúba e desfavorável à soja.

5.6. Impactos sociais

Analisando pela perspectiva social, a macaúba se destaca positivamente ao apresentar um bom potencial para a geração de emprego e renda para trabalhadores rurais e agricultores familiares. De acordo com a Zimpel (2017), cerca de 200 mil pessoas trabalham com o café em Minas Gerais durante o período de colheita. Contudo, passada essa época, a taxa de desemprego na região aumenta consideravelmente, o que poderia ser reduzido pela exploração comercial da macaúba, visto que a colheita dos frutos ocorre no período de entressafra do café. Os resultados iniciais do projeto macaúba, desenvolvido pela Inocas, mostraram que o cultivo da palmeira pode aumentar a renda dos pequenos agricultores rurais em mais de 100% e aumentar o rendimento dos trabalhadores, visto que fornece emprego a eles em um período marcado pela escassez de trabalho, gerando renda adicional durante esses meses do ano. Segundo o CEO da Soleá/Acrotech, Felipe Morbi, a produção de macaúba demanda 1 emprego para cada 10 hectares (CIPRIANI, 2017).

A soja por sua vez, está associada a um tipo de atividade mais mecanizada, que exige pouca mão de obra. De acordo com (SOARES, 2018), no Mato Grosso, em grandes propriedades, o número de funcionários fixos gira em torno de 20 por estabelecimento, enquanto nas fazendas de médio porte diretamente administradas pelos proprietários o número de funcionários fixos por estabelecimento fica em torno de 5. Durante as épocas de colheita e de plantio esse número aumenta, principalmente em função da contratação de operadores de máquinas e caminhoneiros. De acordo com o autor, no estado, média é de 3,5 trabalhadores por mil hectares de área plantada.

Desse modo, considerando a demanda por emprego proporcionada pelas culturas – 3,5 trabalhadores a cada mil hectares na soja e 100 a cada mil hectares no caso da macaúba – pode-se concluir que esse fator é classificado como favorável à macaúba e desfavorável ao grão.

5.7. Estrutura de mercado

Em relação à soja, sua cadeia produtiva é bem estruturada e com tecnologias de produção bem definidas e modernas (DALL'AGNOL, 2007). Existe uma elevada demanda internacional e poucos países exportadores. O farelo de soja é o mais utilizado na formulação de rações para os produtores de carnes. A cultura já instalada e adaptada à maior parte do território brasileiro. Por ser uma cultura anual e com baixos investimentos específicos, o cultivo do grão apresenta baixas barreiras tanto à entrada como à saída. Esses fatores fazem com que a estrutura de mercado seja um ponto bastante favorável à sojicultura.

A macaúba, por outro lado, possui uma cadeia ainda não estruturada. Sua exploração é feita predominantemente através do extrativismo, que apresenta alguns gargalos, como as longas distâncias que os coletores precisam se locomover para o apanho dos frutos e as formas inadequadas de colheita e armazenamento (EMBRAPA, 2014). Além disso, através dessa forma de exploração, a colheita é feita inadequadamente, o que impacta a qualidade da macaúba e na eficácia da produção de óleo. Além disso, existem poucas unidades de beneficiamento do fruto, o que limita a sua demanda.

Apesar de algumas iniciativas buscarem a estruturação da cadeia da macaúba, a sua consolidação é incerta. Dessa maneira, a cadeia produtiva é considerada um fator benéfico para a soja e desfavorável à macaúba.

5.8. Viabilidade financeira

Neste tópico, será realizado um estudo comparativo entre o cultivo hipotético da palmeira e o da soja no Brasil. Para isso serão utilizados três indicadores de viabilidade financeira. São eles: o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno, e o *Payback*. O objetivo desta análise é contrastar a rentabilidade e a viabilidade das produções comerciais das culturas tratadas neste trabalho, portanto, foram estabelecidas algumas proposições para a simplificação a elaboração do modelo de viabilidade. As alegações são:

- a) Os investimentos ocorrerão no início de 2019, portanto os custos dizem respeito a esse período do ano;
- b) A taxa de desconto utilizada foi a Taxa Selic em 02 de janeiro de 2019 (6,4% ao ano);

- c) 100% da produção foi vendida;
- d) O preço de venda utilizado foi a média dos preços pagos pelo produto aos produtores rurais de Minas Gerais em 2019; e
- e) Como o objetivo deste exercício é comparar a rentabilidade entre as culturas, foi pressuposto que o investimento foi realizado unicamente com capital próprio.

Em função da escassez de dados disponíveis sobre a exploração comercial da macaúba, foram elaborados 4 cenários para a sua produção:

- a) Produtividade calculada por Manfio (2010) para as plantas de um maciço natural na Zona da Mata Mineira (Produtividade Fase estável = 24,5 t/ha);
- b) Conforme abordado na sessão 2.1, Conceição *et al.* (2013) estima que a produtividade da planta em um cultivo adensado seria pelo menos 2 vezes maior do que o observado nos maciços naturais. Portanto o rendimento utilizado neste cenário é o dobro da produtividade no item a;
- c) Produtividade = 20% acima do rendimento no item a; e
- d) Produtividade = 50% acima do rendimento no item a.

5.8.1. Macaúba

Como já relatado, os custos de produção utilizados foram elaborados com base no coeficientes técnicos de plantio e manutenção e a quantidade necessária calculados por Pimentel *et al.* (2009) na implantação de 10 ha, com plantio manual, na Zona da Mata de Minas Gerais, no Sistema Silvipastoril e um período de 30 anos. A tabela original pode ser encontrada no [Anexo B](#). Os Valores Unitários dos fatores levantados pelo autor foram atualizados pelos preços praticados no início de 2019. A tabela com o detalhamento dos custos pode ser localizada no [Apêndice C](#).

Em seguida, é preciso calcular o a receita projetada para o mesmo período utilizado no cálculo dos custos, ou seja, 30 anos. Para isso, é necessário obter a informação sobre a quantidade produzida e o preço do produto, visto que:

$$R = P \times N$$

Onde:

N = Número de produtos vendidos; e

P = Preço de venda.

De acordo com Manfio (2010), a macaúba só começa a produzir seus frutos a partir de cinco anos do plantio. Entre o quinto e o décimo ano do plantio, a palmeira se encontra na fase de produção crescente, sendo que a produtividade média ao longo deste período é de 16.380 kg de fruto/ha por ano. Após o décimo primeiro ano, a planta atinge a fase de produção estável, em que atinge um rendimento médio de 24.500 kg/ha por ano. É importante destacar que estes dados se referem a produtividade média esperada na Zona da Mata de Minas Gérias em um Sistema Pastoril, com 400 plantas/ha.

Como estabelecido nas proposições iniciais, o valor de venda do produto natural será calculado a partir da média dos preços pagos aos produtores durante o ano de 2019. De acordo com a Conab (2020b), o preço médio pago no período foi de R\$ 0,22/kg do fruto. Contudo, é importante ressaltar que esse é o preço pago pela macaúba obtida através do extrativismo, que apresenta defeitos na colheita e na armazenagem, o que reduz a qualidade do óleo extraído e por consequência, desvaloriza o fruto. Supondo uma cadeia produtiva melhor estruturada, em um cultivo comercial, onde os procedimentos de coleta e armazenagem fossem feitos adequadamente, que as usinas beneficiadoras do fruto pudessem aproveitar melhor seus produtos – como no caso da soja ao vender o óleo e o farelo obtidos através do processamento – pode-se esperar uma valorização das cotações da macaúba.

Com estas informações, é possível obter os três indicadores trazidos no início da sessão. A tabela com os cálculos do *Payback* e do VPL podem ser encontradas no [Apêndice D](#). Para o cálculo da TIR, foi utilizada a função “TIR” do software *Microsoft Excel*. Na tabela 3, estão expostos os indicadores econômicos obtidos pela análise de viabilidade econômica.

Tabela 3 - Resumo dos indicadores de viabilidade da macaúba considerando um horizonte de investimento de 30 anos

Indicadores econômicos	Valores
Investimento total em R\$/ha (até 1º ano de receitas positivas)	12.635,63
Taxa interna de retorno (TIR)	11,7%
Valor presente líquido em R\$/ha (VPL) (6,4% a.a.)	8.196,87
<i>Payback</i>	12 anos

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Conab, Embrapa, Pimentel et al. (2009).

Considerando uma Taxa Mínima de Atratividade de 6,4%, foi obtido um VPL de R\$ 8.196,87/ha e uma TIR de 11,7%, indicando que o investimento é economicamente e financeiramente viável. Contudo, o tempo para a recuperação do capital investido é de 12 anos

e o total investido até o primeiro ano de receitas positivas é de R\$ 12.635,63/ha, evidencia alguns dos principais gargalos para a produção comercial da cultura. Portanto, apesar do investimento ser considerado economicamente vantajoso, a baixa liquidez operacional pode ser um empecilho para a realização do projeto.

Contudo, é importante levar em consideração que na simulação do cultivo da macaúba, o solo utilizado apresenta baixa fertilidade, o que elevou os custos com insumos. Além disso, em função da escassez de informações sobre o rendimento da planta em um cultivo adensado – que tende a ser maior do que o nos maciços naturais em função dos ganhos de escala e da seleção dos melhores exemplares – a produtividade usada no cálculo se refere à média da população natural na Zona da Mata Mineira. Desse modo, pode-se afirmar que um cultivo comercial da macaúba proporcionaria melhores resultados do que os exibidos no cenário base, expostos na Tabela 3. Portanto, baseado nos supostos ganhos de produtividade proporcionados pelas economias de escala e pelo avanço da tecnologia, foram elaborados cenários simulando ganhos no rendimento da palmeira.

Supondo uma produtividade 20% acima da utilizada no cálculo de viabilidade do cultivo de macaúba, o VPL aumentaria para R\$ 17.185,57/ha. Contudo, embora o tempo para que o investidor recuperasse seu capital fosse reduzido em dois anos, um *Payback* de 10 anos ainda é considerado um grande empecilho, visto que não é compatível com a maioria das linhas de crédito.

Considerando um rendimento 50% superior ao observado nas populações naturais da Zona da Mata de Minas Gerais, o VPL aumentaria para R\$ 30.668,61/ha, enquanto o *Payback* passou para 8 anos, amentando a atratividade do empreendimento.

Por fim, no cenário mais otimista, assumindo uma produtividade 100% superior ao observado nas populações naturais, o VPL saltaria para R\$53.140,35/ha e o *Payback* reduziria para 7 anos. Mesmo no cenário mais otimista, o custo de carregamento ainda seria um entrave considerável.

5.8.2. Soja

Utilizando a estimativa de custo operacional de R\$ 2.728,10/ha para a produção de soja durante a safra 2019/20 realizada pela Conab (2020a) para a região de Unaí (MG), de alta tecnologia, com plantio direto e produtividade de 3.120kg/ha, o preço médio em Minas Gerias em 2019 de R\$ 74,70/saca, e a mesma taxa mínima de atratividade, obtém-se os seguintes indicadores de viabilidade:

Tabela 4 - Resumo dos indicadores de viabilidade da macaúba considerando um horizonte de investimento de 30 anos

Indicadores econômicos	Valores
Investimento total em R\$/ha (até 1o ano de receitas positivas)	-R\$ 2.728,10
Valor presente líquido (VPL) (6,4% a.a.)	R\$ 15.257,61
<i>Payback</i>	1 ano

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Conab e Embrapa.

A partir desta análise, conclui-se que, levando em consideração a produtividade obtida da macaúba nos maciços naturais, a produção da soja é mais rentável financeiramente. Por outro lado, com o avanço tecnológico, melhorias de manejo e aumento da produtividade da palmeira, a rentabilidade do seu cultivo poderá ultrapassar consideravelmente o da soja. Contudo é importante ressaltar que enquanto o gargalo referente ao tempo necessário para os primeiros rendimentos não for resolvido, a produção de macaúba terá baixa liquidez, o que pode desestimular os produtores.

5.9. Tabela resumo

Nesta seção será apresentada uma tabela resumindo as comparações entre os fatores de competitividade das culturas comerciais da soja e da macaúba.

Tabela 5 – Resumo da análise comparativa entre os fatores de competitividade das culturas da soja e da macaúba

Fator de competitividade	Macaúba	Soja	Resultado
Parâmetros da Análise	Propriedade com 10 hectares; Plantio manual; Latosolo (pouco fértil); Zona da Mata de Minas Gerais; Projeto com duração de 30 anos; A produtividade dos indivíduos no maciço natural foi utilizada como base e os outros cenários de rendimento foram derivados dela.	A estimativa de custo de produção de soja para a safra 2019/20 realizada pela Conab; Sistema de agricultura empresarial; Região de Unaí (MG); Alta tecnologia; Plantio direto; Considerando apenas o custo operacional.	
Fatores macroeconômicos	A recente redução na taxa de juros é favorável ao investimento da macaúba. Gastos com fertilizantes e agrotóxicos correspondem a cerca de 40,5% dos custos operacionais da cultura. Contudo, essa porcentagem se refere ao cultivo em um solo com baixa fertilidade e, portanto, o total gasto com esses insumos deve	A recente redução na taxa de juros é favorável ao investimento da soja. Gastos com fertilizantes e agrotóxicos correspondem a cerca de 49,5% dos custos operacionais da cultura.	Macaúba

	reduzir em locais com solos mais férteis.		
Políticas públicas	Aumento da mistura obrigatória deverá favorecer a demanda por macaúba. O preço mínimo estipulado pelo PGPM-Bio é superior ao pago pelo mercado. Possui uma política própria e promoção à exploração comercial de se fruto. A maior parte das linhas de crédito oferecidas pelo Plano Safra não é compatível com o período inicial sem produção de frutos, o que não permite solucionar o gargalo relacionado ao longo período sem produção.	Aumento da mistura obrigatória deverá favorecer a demanda por soja. Praticamente todas as linhas de crédito oferecidas pelo Plano Safra são compatíveis com a sojicultura. O preço mínimo estipulado pelo PGPM é inferior ao pago pelo mercado.	Soja
Custo de produção	Custo médio de R\$ 2.894,01/ha ao ano e necessidade de investir R\$ 11.450,30 até o início da fase produtiva, que se dá a partir do 5º ano após o plantio.	Custo médio de R\$ 2.728,10/ha ao ano.	Soja
Tecnologia	Necessidade de superar o gargalo relacionado à exigência de condução inicial dos primeiros anos do projeto sem a entrada de receitas.	Possui uma ampla rede de pesquisa que assegura o rápido desenvolvimento de soluções para qualquer novo problema e um cultivo tradicional e adaptado para produzir de maneira eficaz em praticamente todo o território nacional.	Soja
Impactos ambientais	Pode ser utilizada para a recuperação de pastagens degradadas, promover o aumento da biodiversidade, sequestro de CO_2 e regulação do microclima local. Ademais, a palmeira pode ser cultivada em sistemas integrativos (consorciado ou silvipastoril), o que possibilita um melhor aproveitamento da terra e a suavização do gargalo relacionado ao custo de carregamento, visto que enquanto a macaúba não dá frutos, o produtor pode obter receitas a partir das outras culturas.	Ligada à perda de ecossistemas naturais e desmatamento de grandes áreas de florestas, pastagens e savanas para dar lugar à atividade agrícola. Apesar das melhorias no manejo da terra, o que reduziu os danos ao solo, as adversidades não foram completamente superadas.	Macaúba
Impactos sociais	O cultivo da macaúba pode aumentar a renda dos pequenos agricultores rurais em mais de 100% e elevar o rendimento dos trabalhadores, visto que fornece emprego a eles em um período marcado pela escassez de trabalho (entressafra da produção de café), gerando renda adicional durante esses meses do ano. A produção da palmeira demanda 1 emprego para cada 10 hectares,	A soja está associada a um tipo de atividade com elevada mecanização, exigindo pouca mão de obra. No Mato Grosso, em grandes propriedades, o número de funcionários fixos gira em torno de 20 por estabelecimento, enquanto nas fazendas de médio porte diretamente administradas pelos proprietários o número de funcionários fixos por estabelecimento fica em torno de 5. A produção do grão exige em	Macaúba

	ou, em base comum, 100 empregos para cada mil hectares.	média 3,5 trabalhadores a cada mil hectares de área plantada.	
Estrutura de mercado	Não possui uma cadeia. Sua exploração é feita predominantemente através do extrativismo, que apresenta alguns gargalos. Além disso, existem poucas unidades de beneficiamento do fruto, o que limita a sua demanda.	Cadeia produtiva bem estruturada e com tecnologias de produção bem definidas e modernas. Elevada demanda internacional e poucos países exportadores. A cultura já instalada e adaptada à maior parte do território brasileiro. A apresenta baixas barreiras tanto à entrada como à saída.	Soja
VPL ¹	R\$ 8.196,87	R\$ 15.257,61	Soja
VPL ²	R\$ 17.185,57	R\$ 15.257,61	Macaúba
VPL ³	R\$ 30.668,61	R\$ 15.257,61	Macaúba
VPL ⁴	R\$ 53.140,35	R\$ 15.257,61	Macaúba
<i>Payback</i> ¹	12 anos	1 ano	Soja
<i>Payback</i> ²	10 anos	1 ano	Soja
<i>Payback</i> ³	8 anos	1 ano	Soja
<i>Payback</i> ⁴	7 anos	1 ano	Soja

Fonte: Elaboração própria.

¹ Produtividade obtida pela macaúba nos maciços naturais da zona da mata.

² Produtividade 20% maior do que a obtida pela macaúba nos maciços naturais da zona da mata.

³ Produtividade 50% maior do que a obtida pela macaúba nos maciços naturais da zona da mata.

⁴ Produtividade 100% maior do que a obtida pela macaúba nos maciços naturais da zona da mata.

A macaúba apresenta diversos fatores de competitividade a seu favor, como os impactos positivos no meio ambiente e a menor vulnerabilidade à flutuação cambial. Além disso, ao analisar o projeto de cultivo da palmeira, sua produção é financeiramente viável, visto que o VPL é positivo. Entretanto, existem alguns aspectos que podem dificultar a implantação da cultura em escala comercial, como o longo período de *Payback* e a maior rentabilidade proporcionada pela soja – considerando que o rendimento do macaubal seja o mesmo observado nas populações naturais. Desse modo, atualmente, a interação dos fatores ainda indica que a sojicultura é mais atrativa do que o cultivo da macaúba.

Contudo, o progresso tecnológico apresentado nos últimos anos, promovido principalmente pela UFV e pela Acrotech, e os programas de incentivo à palmeira, promovidos pelos Governos Federal e de Minas Gerais, sugerem que os principais gargalos da planta deverão ser solucionados ou suavizados, o que poderá facilitar a expansão do seu cultivo no Brasil.

Além disso, a variada gama de sistemas de cultivo em que a espécie pode ser produzida deverá contribuir para a implantação da palmeira em escala comercial, posto que os agricultores poderão começar a faturar no começo da iniciativa a partir da exploração de outras culturas. Assim, já existem alternativas para que os produtores possam contornar um dos principais entraves atuais para o cultivo da macaúba. Ademais, além das questões puramente financeiras, as externalidades positivas proporcionadas pelas atividades produtivas estão sendo

consideradas cada vez mais importantes, tanto pelos formadores de políticas públicas como pelo setor privado. Essa situação se deve ao interesse crescente dos consumidores em adquirir produtos e serviços de empresas engajadas socialmente e ambientalmente. Desse modo, a grande variedade de externalidades positivas proporcionadas pelo plantio da macaúba pode fazer com a iniciativa privada passe a explorar ou apoiar o cultivo da palmeira.

Por fim, supondo um aumento da produtividade obtido através dos projetos de melhoramento genético, melhorias no manejo e ganhos de escala com a produção adensada da palmeira, como mostrado nos cenários elaborados considerando ganhos de 20%, 50% e 100% na produtividade, pode-se esperar um grande avanço na rentabilidade do empreendimento, podendo ultrapassar consideravelmente o retorno obtido pela soja.

CONCLUSÃO

Motivado pela discussão em torno da diminuição da dependência em relação às fontes fósseis de energia, foi iniciado um estudo para analisar a macaúba, uma matéria prima com elevado potencial energético e que ao mesmo tempo, proporciona externalidades socioambientais positivas. Identificou-se que apesar de apresentar diversos fatores favoráveis ao seu cultivo, como alta produtividade em óleo, benefícios para a biodiversidade e redução da degradação do solo, a cultura é ainda muito pouco explorada no Brasil. Portanto, com a finalidade de entender o porquê do baixo aproveitamento, foi realizado um estudo comparativo com a soja. Nesse sentido, foram analisados os fatores de competitividade, indicados por César (2012), que foram adaptados com base nas potencialidades e gargalos da macaúba identificados a partir da revisão bibliográfica e da pesquisa de campo. Ademais, foram considerados também tradicionais indicadores financeiros.

Após as pesquisas e análises, identificou-se que a macaúba apresentou melhores resultados 3 dos 7 fatores de competitividade analisados e que o grão apresentou melhores condições financeiras do que a palmeira em seu cenário base. Além disso, sua produção possui um grande entrave para a produção em escala comercial: o longo tempo de maturação da planta, que faz com que os primeiros rendimentos sejam obtidos apenas no quinto ano do projeto, resultando em um elevado *Payback*. Esses fatores fazem com que a produção da palmeira obtenha uma baixa liquidez, aspecto desfavorável para o seu cultivo, principalmente se comparado com a soja, que é uma cultura anual.

Contudo, é fundamental ressaltar que a análise foi feita a partir de cultivos não comerciais da macaúba e, portanto, não foram considerados os ganhos de escala da palmeira em sistemas adensados. Caso fossem analisados (como simulado pelos cenários com ganhos de 20%, 50% e 100% na produtividade), os fatores da macaúba poderiam ser ainda mais favoráveis. Outra limitação deste trabalho é a não atribuição de pesos aos fatores de competitividade. Portanto, caso fosse conferida uma maior importância aos aspectos socioambientais, por exemplo, a palmeira poderia sair vitoriosa do embate contra o grão. A macaúba é capaz de proporcionar amplos benefícios ambientais ao local em que seu cultivo é realizado, como o aumento da biodiversidade local, elevação da fertilidade dos solos e redução do risco de erosão. Além disso, a grande exigência por mão de obra e a possibilidade de gerar renda aos trabalhadores dos cafezais durante a entressafra da commodity é um fator que poderia ser explorado por formadores de políticas públicas, por exemplo.

Futuros estudos devem procurar resolver os principais gargalos da cultura (longo custo de carregamento e mercado não estruturado). Espera-se que essa pesquisa seja capaz de apoiar gestores públicos no desenvolvimento de políticas para o setor e apresentar essa espécie, que é capaz de proporcionar diversas externalidades positivas, para empresas e cidadãos preocupados essas questões e que possam, de alguma maneira, contribuir para a expansão do cultivo da palmeira, por consequência, de seus benefícios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIOVE. **Estatística Mensal**. Disponível em: <<https://abiove.org.br/estatisticas/>>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- ALMEIDA, I. O clima como um dos fatores de expansão da cultura da soja no Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso. **Aleph**, 2005.
- AMARAL, D. F. **Soja e biodiesel no Brasil: conjuntura e perspectivas** Florianópolis: ABIOVE, 2019 Disponível em: <<https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2019/11/46.-Congresso-do-Biodiesel.pdf>>
- ANP. **Painel Dinâmico**. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojOTlkODYyODctMGJjNS00MGlyLWJmMWItNGJlNDg0ZTg5NjBlliwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTl0YTtyNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkyMyJ9&pageName=ReportSection8aa0cee5b2b8a941e5e0%22>>. Acesso em: 24 jul. 2020.
- APROSOJA. **A história da soja**. Disponível em: <<https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>>. Acesso em: 19 jul. 2020.
- ASSAF, A.; GUAISTI, F. **Curso de administração financeira**. 3ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2014.
- AZENHA, A. **Barreiras à entrada no Setor Siderúrgico Brasileiro no período de 1993 a 2012**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2013.
- BALBINO, L. C. *et al.* Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: **Sistemas de integração lavoura pecuária floresta**. [s.l.: s.n.]. .
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **SGS - Sistema Gerenciador de Séries Temporais**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>>. Acesso em: 20 jul. 2020a.
- _____. **Taxa Selic**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>>. Acesso em: 12 jul. 2020b.
- BATALHA, M. O.; SOUZA FILHO, H. M. Analisando a Competitividade de Cadeias Agroindustriais: Uma Proposição Metodológica. **Agronegócio no MERCOSUL: Uma agenda para o desenvolvimento**, 2009.
- BIODIESE BR. **Macaúba mineira prepara entrada em mercados de especialidades, mas de olho no biodiesel** | **BiodieselBR.com**. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/macaba/macaba-mineira-prepara-entrada-em-mercados-de-especialidades-mas-de-olho-no-biodiesel-270819>>. Acesso em: 24 jul. 2020.
- BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística** EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Londrina EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, , 1987. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/446431?mode=simple>>
- BTG PACTUAL DIGITAL. **Debênture: o que é, como funciona, vantagens e como investir** | **BTG Pactual digital**. Disponível em: <<https://www.btgpactualdigital.com/blog/investimentos/debenture-o-que-e-como-funciona-vantagens-e-como-investir>>. Acesso em: 11 ago. 2020.
- CAMPOS, M. D. C. **O PAPEL DO ESTADO BRASILEIRO NA EXPANSÃO DO COMPLEXO DA SOJA** Bogotá: XII Coloquio de Geocrítica, 2012
- CARVALHO, A. K. F. DE. **Avaliação do potencial do fungo filamentosso *Mucor circinelloides* como fonte de lipase e lipídios para a produção de biodiesel dentro do conceito de biorrefinaria** Avaliação do potencial do fungo filamentosso *Mucor circinelloides* como fonte de lipase e lipíd. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2015.
- CECHINEL, C. A soja além do óleo e do farelo. **Globo Rural**, 2014.

CÉSAR, A. DA S.; BATALHA, M. O. Análise dos direcionadores de competitividade sobre a cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona. **Produção**, v. 21, n. 3, p. 484–497, 2009.

CÉSAR, A. S. **A Competitividade da Produção de Biodiesel no Brasil: uma análise comparativa de mamona, dendê e soja**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2012.

CICONINI, G. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e Pantanal do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil Autora : Gabrielly Ciconini PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA Caracterização de. 2012.

CIPRIANI, J. **Produtores investem na versatilidade da Macaúba em Minas Gerais - Agropecuário** - Estado de Minas. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/agropecuario/2017/07/17/interna_agropecuario,884323/produtores-investem-na-versatilidade-da-macaua-em-minas-gerais.shtml>. Acesso em: 11 ago. 2020.

CONAB. **Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade (PGPM-Bio)**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/precos-minimos/pgpm-bio>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

____. **Boletim da Sociobiodiversidade**. Brasília - DF: [s.n.].

____. **Planilhas de Custos de Produção**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao>>. Acesso em: 20 jul. 2020a.

____. **Preços médios mensais**. Disponível em: <<http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>>. Acesso em: 21 jul. 2020b.

____. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Tabela de Levantamento**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 20 jul. 2020c.

CONCEIÇÃO, L. D. H. C. . *et al.* POTENCIAL DA MACAÚBA E AVALIAÇÃO DE MACIÇOS. p. 3–6, 2013.

COSTA, A. S. V. DA; SILVA, S. P.; RODRIGUES, J. P. A desarticulação governamental do pró-macaúba na agenda do estado de Minas Gerais. **Economia & Região**, v. 7, n. 2, p. 93, 2019.

DALL'AGNOL. **Por que fazemos biodiesel de soja**. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/convidado/porque-fazemos-biodiesel-de-soja>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

DALL'AGNOL, A. **Fertilizantes: o risco da excessiva dependência**. Disponível em: <<https://www.folhadelondrina.com.br/colunistas/amelio-dalagnol/fertilizantes-o-risco-da-excessiva-dependencia-2993712e.html>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

EIA. **International Energy Outlook 2019**International Energy Outlook 2019. Washington, DC: [s.n.].

ELLIOT, D. Renewable energy and sustainable futures. **Futures**, 2000.

ELLIS, F. Household strategies and rural livelihood diversification. **The Journal of Development Studies**, v. 35, n. 1, p. 1–38, 1 out. 1998.

EMATER MG. **Valores Terra Nua**EMATER MG. [s.l: s.n.].

EMBRAPA. **Macaúba é matéria-prima promissora para biodiesel**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2329636/macaua-e-materia-prima-promissora-para-biodiesel>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia**Ministério de Minas e Energia. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005%0Ahttp://dx.doi.org>>

/10.1080/00206814.2014.902757%0Ahttp://dx.>.

EUROPEAN COMMISSION. **Green Paper. Towards a European strategy for the security of energy supply. COM(2000) 769 final.** Bruxelas: [s.n.].

FOOD CLIMATE RESEARCH NETWORK. **Soy: food, feed, and land use change**FCRN. Oxford, Inglaterra: [s.n.].

GAZZONI, D. **A sustentabilidade da soja no contexto do agronegócio brasileiro e mundial.** Londrina: [s.n.].

GRIGORI, P. **Aprovações de agrotóxicos no governo Bolsonaro beneficiam empresas estrangeiras.** Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2019/05/aprovacoes-de-agrotoxicos-no-governo-bolsonaro-beneficiam-empresas-estrangeiras/>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

HOFMEISTER, P. **Limites à remuneração do arrendamento rural.** Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2017-ago-27/pedro-hofmeister-ramos-limites-remuneracao-arrendamento-rural>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

INHUNDES, B. **“Macaúba é o novo ouro brasileiro”, diz pesquisador da UFV em MG - notícias em Zona da Mata.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2014/11/macau-ba-e-o-novo-ouro-brasileiro-diz-pesquisador-da-ufv-em-mg.html>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

KEYNES, J. M. A teoria geral do emprego, do juro e da moeda. **Editora Nova Cultural**, 1996.

LADEIRA, W. J.; MAEHLER, A. E.; NASCIMENTO, L. F. M. DO. Logística reversa de defensivos agrícolas: Fatores que influenciam na consciência ambiental de agricultores gaúchos e mineiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 1, p. 157–174, 2012.

LORENZI, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável. p. 156, 2006.

LORENZI, H. **Arvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 1ª Edição ed. Nova Odessa - SP: INSTITUTO PLANTARUM DE ESTUDOS DA FLORA LTDA, 1992. v. 03

LORENZI, H.; MATOS, F. J. DE A. Plantas medicinais no Brasil : nativas e exóticas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, n. 85-86714-28–3, p. 544, 2008.

LOWDER, S. K.; SKOET, J.; SINGH, S. What do we really know about the number and distribution of farms and family farms in the world ? **ESA Working Paper**, v. 14–02, n. 14, p. 38, 2014.

MANFIO, C. E. ET AL. **Coleta de germoplasma de macaúba no estado de Minas Gerais.**Belo Horizonte: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2010

MANIR, M. **A palmeira que desponta como novo “ouro verde” do Brasil.** Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-39788968>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

MAPA. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011.** Brasília - DF: [s.n.].

_____. Plano Safra uma só Agricultura alimentando o Brasil e o mundo. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.**, 2019.

_____. **Plano Safra 2020/2021 entra em vigor nesta quarta-feira** . Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/plano-safra-2020-2021-entra-em-vigor-nesta-quarta-feira>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

MARTIN, L.; WESTGREN, R.; DUREN, E. Agribusiness Competitiveness across National Boundaries. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 73, n. 5, p. 1456–1464, 1991.

MATTSSON, B.; CEDERBERG, C.; BLIX, L. Agricultural land use in life cycle assessment (LCA): Case studies of three vegetable oil crops. **Journal of Cleaner Production**, 2000.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME). **Sobre o Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel - PNPB**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/biodiesel/sobre-o-pnpb>>. Acesso em: 3 ago. 2020.

MÖSSINGER, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. **Neglected Crops as a Diversification Strategy – An Economic Assessment for Paraguayan Smallholder Systems in Times of Bioeconomy** Paper for 19 th ICABR Conference. **Anais...Ravello (Italy)**: 2016

MOTOIKE, S. *et al.* **Cultura da Macaúba: implantação e manejo de culturas racionais**. Viçosa: UFV, 2013.

MOTOIKE, S. Y.; NACIF, A. P.; PAES, J. M. V. **Macaúba: história do nascimento de uma cultura**. Disponível em: <http://www.ciflorestas.com.br/conteudo.php?tit=macauba_historia_do_nascimento_de_uma_cultura&id=7015>. Acesso em: 18 jul. 2020.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agencia/pnuma/>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; NORMAN, J. R. B. F. **Características da soja**.

NEVES, M. F. *et al.* Metodologias de análise de cadeias agroindustriais: aplicação para citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 468–473, 2004.

PIMENTEL, L. D. *et al.* Estimativa de custo de produção e viabilidade econômica do cultivo da palmeira macaúba (*Acrocomia aculeata*) para a produção de óleo vegetal. **Proceedings of 6º Brazilian Congress of oil plants, fats and biodiesel**, v. Montes Cla, 2009.

_____. Recomendação de adubação e calagem para o cultivo da macaúba: 1a aproximação. **Informe Agropecuário - Macaúba: potencial e sustentabilidade para o biodiesel**, dez. 2011.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 6. ed. [s.l.] Pearson Brasil, 2006.

PORTAL MACAÚBA. **Coco macaúba garante renda a mais de 400 famílias no norte de MG - Portal Macaúba**. Disponível em: <<http://www.portalmacauba.com.br/2017/03/coco-macauba-garante-renda-mais-de-400.html>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. ANALYSIS OF THE FLORISTIC COMPOSITION OF THE BRAZILIAN CERRADO VEGETATION III: COMPARISON OF THE WOODY VEGETATION OF 376 AREAS. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, n. 01, p. 57–109, 10 mar. 2003.

REDE MACAÚBA DE PESQUISA. **Sistemas de Cultivo**. Disponível em: <http://www.macauba.ufv.br/?page_id=101>. Acesso em: 19 jul. 2020.

SAMPAIO, R. M. **BIODIESEL NO BRASIL: CAPACIDADES ESTATAIS, P&D E INOVAÇÃO NA PETROBRAS BIOCMBUSTÍVEL**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2017.

SEAPA. **Coco macaúba garante renda a mais de 400 famílias no Norte do estado | Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - SEAPA**. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/servicos/story/2897-coco-macauba-garante-renda-a-mais-de-400-familias-no-norte-do-estado>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

SOARES, H. V. O Mercado de Trabalho Na Cadeia da Soja em Mato Grosso: Emprego, Renda e Condições de Trabalho na Agricultura Capitalista. p. 1–22, 2018.

SOUZA, D. T. DE *et al.* Cenários sobre Contribuição do Biodiesel para Ampliar a Participação de Biocombustíveis na Matriz Energética Brasileira em 2030. **Embrapa Energia**, v. 22, p. 29, 2017.

TUTWILLER, A. Agricultural biodiversity: the foundation of resilient family farms. **Rural**21, v. 48, n. 2, p. 24–26, 2014.

UBRABIO. **Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel**. Disponível em: <<https://ubrabio.com.br/pnpb/>>. Acesso em: 9 ago. 2020.

USDA. **PSD Online - Custom Query**. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

VALÉRIO, P. P. *et al.* **PERSPECTIVAS PARA UM NOVO PRODUTO ALIMENTÍCIO A BASE DE ÓLEO EXTRAÍDO DO FRUTO DA MACAÚBA (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart)** FlorianópolisXX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, , 2014.

WARNKEN, P. A INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DA SOJA. **Revista de Política Agrícola**, 1999.

WWF. **O crescimento da soja: impactos e soluções**. Gland (Suíça): [s.n.].

ZIMPEL, J. **Projeto Macaúba em Patos de Minas: Produção Integrada e Sustentável de Óleo Vegetal com Agricultores Familiares no Cerrado** INOCAS, , 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A – OFERTA E DEMANDA NA SAFRA 2018/19 (EM MILHÕES DE TONELADAS)

Produção			
País	Volume	Participação	Acumulado
EUA	120,5	33%	33%
Brasil	119,0	33%	66%
Argentina	55,3	15%	82%
China	16,0	4%	86%
Índia	10,9	3%	89%
Paraguai	8,9	2%	92%
Canadá	7,3	2%	94%
Ucrânia	4,8	1%	95%
Rússia	4,0	1%	96%
Bolívia	3,0	1%	97%
Outros	10,9	3%	100%
Brasil	74,6	50%	50%
Exportação			
EUA	47,7	32%	82%
Argentina	9,1	6%	89%
Canadá	5,3	4%	92%
Paraguai	4,9	3%	95%
Uruguai	2,8	2%	97%
Ucrânia	2,5	2%	99%
Rússia	0,8	1%	99%
União Europeia	0,2	0%	100%
Índia	0,2	0%	100%
Outros	0,5	0%	100%
Consumo			
China	102,0	30%	30%
EUA	60,4	18%	47%
Argentina	47,4	14%	61%
Brasil	44,9	13%	74%
União Europeia	17,3	5%	79%
Índia	10,9	3%	83%
México	6,2	2%	84%
Rússia	5,3	2%	86%
Paraguai	3,8	1%	87%
Japão	3,6	1%	88%
Outros	40,9	12%	100%
Importação			
China	82,5	57%	57%
União Europeia	15,0	10%	67%
Argentina	6,4	4%	72%
México	5,9	4%	76%
Egito	3,4	2%	78%
Japão	3,3	2%	81%
Tailândia	3,2	2%	83%
Indonésia	2,6	2%	85%
Taiwan	2,6	2%	86%
Turquia	2,4	2%	88%
Outros	17,3	12%	100%

Elaboração própria a partir de dados extraído de USDA (2020)

**APÊNDICE B – ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO DE SOJA NA SAFRA
2018/19 DO BRASIL**

UF	Área			PRODUTIVIDADE em kg/ha	PRODUÇÃO		
	em mil ha	%	Acumulado		em mil toneladas	%	Acumulado
MT	9700	27%	27%	3346	32454,50	28%	28%
RS	5778	16%	43%	3321	19187,10	17%	45%
PR	5438	15%	58%	2989	16252,70	14%	59%
GO	3476	10%	68%	3290	11437,40	10%	69%
MS	2854	8%	76%	2980	8504,00	7%	76%
BA	1580	4%	80%	3360	5309,10	5%	81%
MG	1575	4%	85%	3222	5074,30	4%	85%
SP	996	3%	88%	3029	3017,50	3%	88%
TO	1029	3%	90%	2850	2931,50	3%	91%
MA	992	3%	93%	2940	2917,70	3%	93%
SC	665	2%	95%	3585	2382,60	2%	95%
PI	758	2%	97%	3063	2322,10	2%	97%
PA	561	2%	99%	3044	1708,90	1%	99%
RO	334	1%	100%	3324	1109,20	1%	100%
DF	73	0%	100%	3300	241,60	0%	100%
RR	40	0%	100%	2700	108,00	0%	100%
AP	21	0%	100%	2751	57,50	0%	100%
AM	2	0%	100%	2400	5,30	0%	100%
AL	2	0%	100%	2792	4,50	0%	100%
AC	2	0%	100%	2940	4,40	0%	100%
BRASIL	35874	100%	100%	3206	115030	100%	100%

Elaboração própria a partir de dados extraído de Conab (2020).

APÊNDICE C – ESTIMATIVA DE CUSTO DE PRODUÇÃO DA MACAÚBA NA ZONA DA MATA MINEIRA EM 2019

Descrição	Especificação	VU (R\$)	Implantação		Formação		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1	Tot	Ano 2 ao 4	Tot	Ano 5 ao 10	Tot	Ano 11 ao 30	Tot
A - Operações mecanizadas										
A1 - Preparo do solo										
Coveamento	motocova	9,7	8,0	77,3						
A2 - Implantação										
Distribuição de mudas	HM Tp75cv+car.	77,3	2,0	154,6						
A3 -Tratos culturais										
Adubação	HM Tp75cv+car.	77,3	2,0	154,6	1,0	77,3	1,0	77,3	1,0	77,3
A4 - Colheita										
Transporte	HM Tp75cv+car.	77,3					3,0	231,9	4,0	309,1
Subtotal A				386,4		77,3		309,1		386,4
B - Operações manuais										
B1 - Preparo do solo										
Controle formiga	Homem-dia	72,3	1,0	72,3						
Roçada	Homem-dia	72,3	1,0	72,3						
Prep. Est./demar.covas	Homem-dia	72,3	1,0	72,3						
Coroamento	Homem-dia	72,3	2,0	144,6						
Distribuição de mudas	Homem-dia	72,3	3,0	217,0						
Coveamento+adubação	Homem-dia	72,3	5,0	361,6						
Plantio	Homem-dia	72,3	1,0	72,3						
B2 - Tratos culturais										
Coroamento Herb.	Homem-dia	72,3	2,0	144,6	2,0	144,6	2,0	144,6	2,0	144,6
Poda de folhas	Homem-dia	72,3					1,0	72,3	1,0	72,3
Adubação	Homem-dia	72,3	2,0	144,6	2,0	144,6	2,0	144,6	2,0	144,6
B3 - Colheita										
Colheita	R\$/tonelada	72,3					7,0	506,2	10,0	723,2
Subtotal B				1.301,7		289,3		867,8		1.084,8
C - Insumos										
C1 - Fertilizantes										
Calcário	R\$/tonelada	90,0	0,2	18,0			0,2	18,0	0,2	18,0
P: (Fostato Solúvel)	R\$/tonelada	966,2	0,2	154,6	0,1	77,3	0,1	115,9	0,2	231,9
N: (Uréia)	R\$/tonelada	1.800,0	0,0	72,0	0,1	144,0	0,1	216,0	0,2	432,0
K: (KCL)	R\$/tonelada	1.800,0	0,0	72,0	0,1	144,0	0,1	216,0	0,2	432,0
Micronutrientes FTE	R\$/Kg	3,9	10,0	38,6	10,0	38,6	20,0	77,2	30,0	115,8
C2 - Fitossanitários										
Fungicida (1L/ha de triazol)	R\$/Litro	65,0					1,0	65,0	1,0	65,0
Inseticida (4 g/ha de fipronil)	R\$/Litro	90,0					1,0	90,0	1,0	90,0
Formicida (10 g de sulfluramida 03%/m2 de terra solta)	R\$/Kg	9,7	4,0	38,6	2,0	19,3				
C3 - Herbicidas										
Pós-emergente (3 L/ha de glifosato e 0,8 L/ha de 2,4-D)	R\$/Litro	16,3	2,0	32,6	2,0	32,6	2,0	32,6	2,0	32,6
C4 - Mudas										
Mudas 1 ano	R\$/unidade	11,6	400,0	4.636,0						
Subtotal C				5.062,5		455,9		830,8		1.417,3
D - Adm./Comercializ.										
Projeto	2% implant.	0,0	6.750,6	135,0						
Aluguel terra				255,0		255,0		255,0		255,0
Subtotal D	D			390,0		255,0		255,0		255,0
Custo total (A + B + C + D)				R\$/ ton	Ano 1	Ano 2 ao 4	Ano 5 ao 10	Ano 11 ao 30		
Custo total	(R\$/ha ano)			7.140,6		1.077,4		2.262,8		3.143,5
Receitas*	(R\$/ha ano)	220,0						3.603,6		5.390,0
Custo médio ton	(R\$/ha ano)			97,9						
Lucro líquido	(R\$/ha ano)			-7.140,6		-1.077,4		1.340,8		2.246,5

Fonte: elaboração própria com dados extraídos de Pimentel et al. (2009), CONAB (2020b) e BCB (2020a).

**APÊNDICE D – FLUXO DE CAIXA DO CULTIVO DA MACAÛBA (R\$/HA) NA
ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS, CONSIDERANDO HORIZONTE DE
INVESTIMENTO DE 30 ANOS**

Ano	Receita (R\$/ha)	Custo (R\$/ha)	FC (R\$/ha)	K	(1+K) ^t	FCd (R\$/ha)	L.L. Acumulado (R\$/ha)
1	0	7140,65	-7140,65	6,4%	1,06	-6711,13	-7140,65
2	0	1077,41	-1077,41	6,4%	1,13	-951,70	-8218,06
3	0	1077,41	-1077,41	6,4%	1,20	-894,45	-9295,47
4	0	1077,41	-1077,41	6,4%	1,28	-840,65	-10372,88
5	3603,60	2262,75	1340,85	6,4%	1,36	983,27	-9032,03
6	3603,60	2262,75	1340,85	6,4%	1,45	924,12	-7691,19
7	3603,60	2262,75	1340,85	6,4%	1,54	868,54	-6350,34
8	3603,60	2262,75	1340,85	6,4%	1,64	816,29	-5009,49
9	3603,60	2262,75	1340,85	6,4%	1,75	767,19	-3668,64
10	3603,60	2262,75	1340,85	6,4%	1,86	721,05	-2327,79
11	3603,60	3143,54	460,06	6,4%	1,98	232,52	-1867,73
12	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	2,11	1067,08	378,73
13	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	2,24	1002,90	2625,18
14	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	2,38	942,57	4871,64
15	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	2,54	885,88	7118,10
16	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	2,70	832,59	9364,56
17	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	2,87	782,51	11611,02
18	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	3,05	735,44	13857,47
19	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	3,25	691,21	16103,93
20	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	3,46	649,63	18350,39
21	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	3,68	610,55	20596,85
22	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	3,91	573,83	22843,31
23	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	4,17	539,31	25089,76
24	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	4,43	506,87	27336,22
25	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	4,72	476,38	29582,68
26	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	5,02	447,73	31829,14
27	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	5,34	420,80	34075,59
28	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	5,68	395,49	36322,05
29	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	6,04	371,70	38568,51
30	5390,00	3143,54	2246,46	6,4%	6,43	349,34	40814,97
TOTAL	127635,20	86820,23	40814,97	-	-	8196,87	49380,06

Fonte: elaboração própria com dados extraídos de Pimentel et al. (2009), CONAB (2020b) e BCB (2020a).

ANEXOS

ANEXO A – COMPETÊNCIAS ATRIBUÍDAS AOS ÓRGÃOS DA ADMINISTRAÇÃO DIRETA E INDIRETA

Órgão	Competência
SEAPA	identificar as comunidades que explorem a macaúba e demais palmeiras oleaginosas; incentivar o aperfeiçoamento técnico, o desenvolvimento econômico e a organização da produção, preferencialmente de forma cooperada, envolvendo toda cadeia produtiva; promover pesquisas voltadas ao desenvolvimento de sistemas de produção, priorizando o zoneamento agroclimático, o melhoramento genético, a produção de mudas, plantio, manejo, colheita e pós-colheita; difundir e transferir tecnologia e desenvolver ações de extensão rural, priorizando os pequenos e médios produtores rurais; incentivar, promover supletivamente ou em cooperação com instituições públicas ou privadas, processos de certificação; incentivar o plantio, a comercialização e a industrialização; estimular o beneficiamento dos produtos, coprodutos e derivados, visando a sua utilização para diversos fins; estimular a participação dos produtores rurais em projetos integrados com a agroindústria e indústria.
SECTES:	Articular, apoiar e financiar estudos, pesquisas, inovações e transferência de tecnologia, em toda a cadeia produtiva agrícola, agroindustrial e industrial, visando: ao desenvolvimento de sistemas de produção, priorizando o zoneamento agroclimático, o melhoramento genético, a produção de mudas, o plantio, o manejo, a colheita e a pós-colheita; ao processamento , transporte, industrialização e à comercialização dos produtos, coprodutos e derivados; à inovação , ao desenvolvimento e à obtenção de novos processos e produtos para a indústria; ao levantamento de aspectos culturais e folclóricos relacionados à macaúba e demais palmeiras oleaginosas; e à identificação de componentes nutricionais e medicinais da macaúba e demais palmeiras oleaginosas.
SEDE	atuar no fomento da cadeia produtiva; incentivar a comercialização, a industrialização e a exportação de produtos, coprodutos e derivados; incentivar a criação de projetos de integração entre o produtor e a agroindústria ou indústria; atuar na atração de novos investimentos e apoiar todas as etapas do processo de implantação do investimento.
SEPAD	Criar e operacionalizar mecanismos de incentivo à preservação das áreas de ocorrência das espécies de palmeiras suscetíveis de manejo; criar e operacionalizar mecanismos que possibilitem a coleta de frutos da macaúba e demais palmeiras oleaginosas em áreas de reserva legal e de preservação permanente, desde que precedida do devido procedimento autorizativo pelos órgãos ambientais competentes, observada a legislação correlata em vigor; criar e operacionalizar mecanismos que possibilitem a revegetação e recuperação de áreas degradadas com plantios comerciais de macaúba e demais palmeiras oleaginosas nativas.
SETUR e SEC	Em articulação e nos limites de suas competências: pesquisar e divulgar os aspectos culturais e folclóricos relacionados à macaúba e demais oleaginosas; divulgar os eventos comemorativos e datas relevantes relativas a essas espécies; identificar as principais áreas adequadas ao turismo, onde haja ocorrência dessas espécies, e incentivar sua prática.
IMA	Emitir modelo de certificação que identifique a área de produção e ateste a qualidade de produtos, coprodutos ou derivados da macaúba e das demais palmeiras oleaginosas definido em regulamento específico, editado pela SEAPA.

Fonte: Costa, Silva e Rodrigues (2019)

ANEXO B – ESTIMATIVA DE CUSTO DE PRODUÇÃO DA MACAÚBA NA ZONA DA MATA MINEIRA

Macaúba - Estimativa de custo de produção unitário em R\$ por ha										
Nível tecnológico mediano			Período							
Espaçamento: 5 x 5 m = 400 plantas/ha			Ano 1		Cachos		Kg/Cacho		Kg/Planta	
Região referencial: Zona da Mata, MG			Ano 2 ao 4		--		--		--	
Solo referencial: Latossolo			Ano 5 ao 10		3,5		12		41	
Módulo: 5 ha			> 11 anos		3,5		18		61	
									16.380	
									24.500	
Descrição	Especificação	VU (R\$)	Implantação		Formação		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2 ao 4		Ano 5 ao 10		Ano 11 ao 30	
			Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total	Qtde	total
A- Operações mecanizadas										
A1- Preparo do solo										
Coveamento	motocova	5,00	8,00	40,00						
A2- Implantação										
Distribuição de mudas	HM Tp75cv+car.	50,00	2,00	100,00						
A3- Tratos culturais										
Adubação (2x)	HM Tp75cv+car.	50,00	2,00	100,00	1,00	50,00	1,00	50,00	1,00	50,00
A4 - Colheita										
Transporte	HM Tp75cv+car.	50,00					3,00	150,00	4,00	200,00
Subtotal A				240,00		50,00		200,00		250,00
B- Operações manuais										
B1- Preparo do solo										
Controle Formiga (4x)	Homem-dia	40,00	1,00	40,00						
Roçada	Homem-dia	40,00	1,00	40,00						
Prep. Est./demar.covas	Homem-dia	40,00	1,00	40,00						
Coroamento	Homem-dia	40,00	2,00	80,00						
Distribuição de mudas	Homem-dia	40,00	3,00	120,00						
Coveamento+adubação	Homem-dia	40,00	5,00	200,00						
Plantio	Homem-dia	40,00	1,00	40,00						
B2- Tratos culturais										
Coroamento Herb. (2x)	Homem-dia	40,00	2,00	80,00	2,00	80,00	2,00	80,00	2,00	80,00
Poda de folhas	Homem-dia	40,00					1,00	40,00	1,00	40,00
Adubação (2x)	Homem-dia	40,00	2,00	80,00	2,00	80,00	2,00	80,00	2,00	80,00
B3- Colheita										
Colheita	R\$/tonelada	40,00					7	262,08	10	392,00
Subtotal B				720,00		160,00		462,08		592,00
C- Insumos										
C1- Fertilizantes										
Calcário	R\$/tonelada	90,00	0,20	18,00			0,20	18,00	0,20	18,00
P: (Fosfato solúvel)	R\$/tonelada	550,00	0,16	88,00	0,08	44,00	0,12	66,00	0,24	132,00
N: (Uréia)	R\$/tonelada	950,00	0,04	38,00	0,08	76,00	0,12	114,00	0,24	228,00
K: (KCl)	R\$/tonelada	1700,00	0,04	68,00	0,08	136,00	0,12	204,00	0,24	408,00
Micronutrientes FTE	R\$/Kg	2,00	10,00	20,00	10,00	20,00	20,00	40,00	30,00	60,00
C2- Fitossanitários										
Fungicida	R\$/Litro	90,00					1,00	90,00	1,00	90,00
Inseticida	R\$/Litro	90,00					1,00	90,00	1,00	90,00
Formicida	R\$/Kg	5,00	4,00	20,00	2,00	10,00				
C3- Herbicidas										
Pós emergente	R\$/Litro	18,00	2,00	36,00	2,00	36,00	2,00	36,00	2,00	36,00
C4- Mudas										
Mudas 1 ano	R\$/unidade	6,00	400,00	2400,00						
Subtotal C				2688,00		322,00		658,00		1062,00
D- Adm./Comercializ.										
Projeto	2% implant.	2,0%	3700	74,00						
Impostos	% receita	2,3%					1,00	64,05	1,00	95,80
Subtotal D				74,00		0,00		64,05		95,80
Custo Total (A+B+C+D)	R\$/ ton									
Custo total	(R\$/ha ano)			3.722,00		532,00		1.384,13		1.999,80
Receitas*	(R\$/ha ano)	170,00		-		-		2.784,60		4.165,00
Custo médio ton	(R\$/ha ano)	97,94								
Lucro líquido	(R\$/ ha ano)			(3.722,00)		(532,00)		1.400,47		2.165,21
*Preço médio pago pelas indústrias extrativistas de MG (Comparativo: Preço médio da ton. dendê em 2007 = R\$ 160,00 Agrianual 2008)										
**1 cacho com 260 frutos x 45 gramas cada um = 12Kg										
***1 cacho com 350 frutos x 50 gramas cada um = 18Kg										
Todos os valores estão expressos em Reais por ha (R\$/ha)										
HM Tp 75cv+carreta = Hora máquina, trator de 75 cv + carreta 4 ton										
Homem-dia = Valor da mão-de-obra diária (já incluso encargos, etc)										

Fonte: Pimentel et al. (2009)