

Desafios e perspectivas do cultivo do *Eucalyptus*, para fins energéticos no estado do Tocantins¹

Challenges and perspectives for eucalyptus plantation, for energy purposes in the state of Tocantins

Felício Antônio Duarte¹
Erich Collicchio²

Resumo

Este trabalho utilizou-se de uma metodologia de dados secundários de instituições renomadas. Visou compilar as informações e analisar os desafios e perspectivas do cultivo do *Eucalyptus* para fins energéticos no estado do Tocantins, com ênfase no carvão vegetal. Carvão vegetal e indústria de celulose são os maiores demandantes dos plantios florestais tanto no Tocantins como no País inteiro. De 2010 a 2017, foi constatado que a área de plantio com *Eucalyptus* no Estado foi ampliada em 304%. O Tocantins possui um grande potencial produtor de carvão vegetal, sobretudo na região norte, onde se concentram 44% dos plantios de *Eucalyptus*. Essa concentração se deve à proximidade da região com empresas localizadas ao sul do estado do Pará (siderúrgicas) e ao sudoeste do estado do Maranhão (siderúrgicas e celulose).

Palavras-chave: *Eucalyptus*. Carvão vegetal. Bioenergia.

Abstract

This work used a secondary data methodology from renowned institutions. It aimed to compile the information and analyze the challenges and perspectives of Eucalyptus cultivation for energy purposes in the state of Tocantins, with emphasis on charcoal. Charcoal and cellulose plant are the largest demand for forest plantations in both Tocantins and in the whole Country. From 2010 to 2017, it was observed that the area of Eucalyptus plantation in the State was increased by 304%. Tocantins has a great potential charcoal producer, especially in the northern region, where 44% of Eucalyptus plantations are concentrated. This concentration is due to the proximity of the region to companies located in the south of Pará state (steel mills) and in the southwest of Maranhão state (steel mills and cellulose plant).

Keywords: *Eucalyptus*. Charcoal. Bioenergy.

¹ O presente artigo é parte da dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, TO, Brasil, sob orientação do Prof. Dr. Erich Collicchio.

² Mestrando em Agroenergia pela UFT. E-mail: felicioduarte@gmail.com

³ Doutor em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil. Professor Adjunto IV na UFT. E-mail: collicchio.e@gmail.com.

1 Introdução

A matriz energética mundial apresenta predomínio da queima de combustíveis fósseis, cuja participação corresponde a 81,1% do total, sendo utilizado o petróleo, carvão mineral e gás natural (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2019). Em contrapartida, a matriz energética do Brasil destaca-se pela elevada participação das fontes renováveis, correspondendo a 42,9% da energia ofertada no país. Nesse cenário, a agroenergia representa 31,3% de nossa matriz energética (BRASIL, 2018), com esse dado, o País se torna líder mundial do setor (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2018).

Torna-se imperativo o incremento da participação de energias alternativas e limpas na matriz energética mundial (BARBARISI *et al.*, 2007), devido a uma série de fatores associados, como: as mudanças do clima, tendências de declínio das reservas de petróleo até a metade deste século, bem como a instabilidade política nas regiões produtoras deste produto, dentre outros (BRASIL, 2006). Isso levou muitos países a refletirem sobre a necessidade de mudanças importantes, que incluem a intensificação do uso de outros recursos energéticos, particularmente de recursos renováveis, incluindo a madeira (BRITO, 2007).

Para atender a demanda mundial de madeira, as florestas plantadas no Brasil e no mundo têm um papel relevante tanto econômica quanto ambientalmente, pois auxilia no enfrentamento do desmatamento, evitando e/ou reduzindo o uso de madeira proveniente de florestas nativas. Sendo assim, o desenvolvimento da tecnologia, gestão e manejo da produção é primordial para aperfeiçoar os processos da cadeia florestal (ASSIS *et al.*, 2009).

As florestas plantadas podem ter a finalidade de reflorestamento ou de energéticos. Essas, denominadas de florestas energéticas, são planejadas para obter uma produção com o maior volume de biomassa possível por área e em menor espaço de tempo. Sendo assim, torna-se necessário, um grande número de árvores por hectare e que apresente ciclo curto (INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE, 2019). Nesse sentido, de acordo com Duboc *et al.* (2008), a adoção de sistemas de produção mais eficientes e o reflorestamento com espécies de rápido crescimento tem sido considerados viáveis dos pontos de vista econômico e ambiental.

A utilização de produtos provenientes de florestas plantadas, como do gênero *Eucalyptus*, pode substituir o uso de produtos de matérias-primas fósseis. Destaca-se o uso de carvão vegetal na indústria siderúrgica e o uso de biomassa para geração de energia, como alternativas ao carvão mineral e ao

óleo combustível (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017). O gênero *Eucalyptus* apresenta uma grande diversidade de espécies, sendo constataadas mais de 600 espécies, as quais estão adaptadas a distintos tipos de clima e solos (HIGA; MOURA; HIGA, 2006). Quanto à origem, quase todas as espécies são provenientes da Austrália. Já as espécies *E. urophylla*, ocorre em Timor-Leste e em outras ilhas da Indonésia, e a *E. deglupta* que ocorre na Indonésia e em Papúa, na Nova Guiné (FONSECA *et al.*, 2010).

Os plantios florestais com espécies de rápido crescimento, principalmente com os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, tiveram significativa expansão, a partir dos anos 60 no Brasil, sobretudo no período de vigência dos incentivos fiscais, de 1966 a 1988 (KENGEM, 2001). A partir desse período, iniciaram-se trabalhos com critérios científicos de seleção de *Eucalyptus* de forma sistemática, visando identificar as espécies e clones (materiais idênticos geneticamente, superiores, resultantes de cruzamentos interespecíficos) mais adequados ao ambiente e a sua exploração industrial no Brasil (LIMA-TOIVANEN, 2013). Como resultado desse programa, as florestas plantadas, em especial o *Eucalyptus*, passaram a suprir de forma crescente, inicialmente a demanda da indústria de celulose e papel e, posteriormente, de outros segmentos importantes, tais como: a produção de painéis, siderurgia e energia para secagem de grãos, e isso se revela nos números do setor.

O setor de árvores plantadas responde por 1,1% do PIB nacional e 6,1% do PIB industrial, com uma receita bruta de R\$ 73,8 bilhões e saldo na balança comercial de US\$ 9,0 bilhões, avanço de 15% em relação ao ano anterior, isso faz com que o setor gere uma arrecadação de tributos na ordem de R\$11,5 bilhões, o que representa 0,9% da arrecadação nacional (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017). O saldo da balança comercial do setor florestal em 2016 foi de US\$ 7,8 bilhões, sendo observada uma alta de 3,2% em relação a 2015, e um crescimento de quase 138%, no período de 2010 a 2016 (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017).

A área plantada de *Eucalyptus* no Brasil em 2016 era de 5.674.000 ha, sendo que no período de 2010 a 2016, teve um acréscimo equivalente a 16,65%. O total de carvão vegetal produzido em 2016 no Brasil para atender as demandas das siderúrgicas produtoras de ferro gusa (principal matéria-prima para fabricação do aço, composto basicamente de carvão vegetal, calcário e minério de ferro), correspondeu a 4,5 milhões de toneladas (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017). Um fato que merece destaque é que a participação do uso de madeira, oriunda de

floresta plantada, em relação à de madeira nativa para fazer carvão, aumentou significativamente, passando de 59% (2009) para 84% (2016).

De acordo com Silva, Castro e Xavier (2008), as espécies de *Eucalyptus* mais indicadas para plantio no Brasil, visando à produção energética são: *E. urophylla*, o híbrido *E. urophylla x E. grandis*, *Corymbia citriodora*, *E. cloeziana*, *E. camaldulensis*.

O avanço da área de plantio de *Eucalyptus* no Tocantins do período de 2010 a 2016 foi equivalente a 179% (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017). Esse aumento da área de plantio deveu-se principalmente pela produção de carvão vegetal para uso siderúrgico nos estados do Pará e Maranhão e o início das operações de uma indústria de celulose em Imperatriz no estado do Maranhão.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo, realizar uma análise dos principais desafios e perspectivas do cultivo do *Eucalyptus*, para fins energéticos no estado do Tocantins.

2 Produção de florestas plantadas e de *Eucalyptus* no Brasil

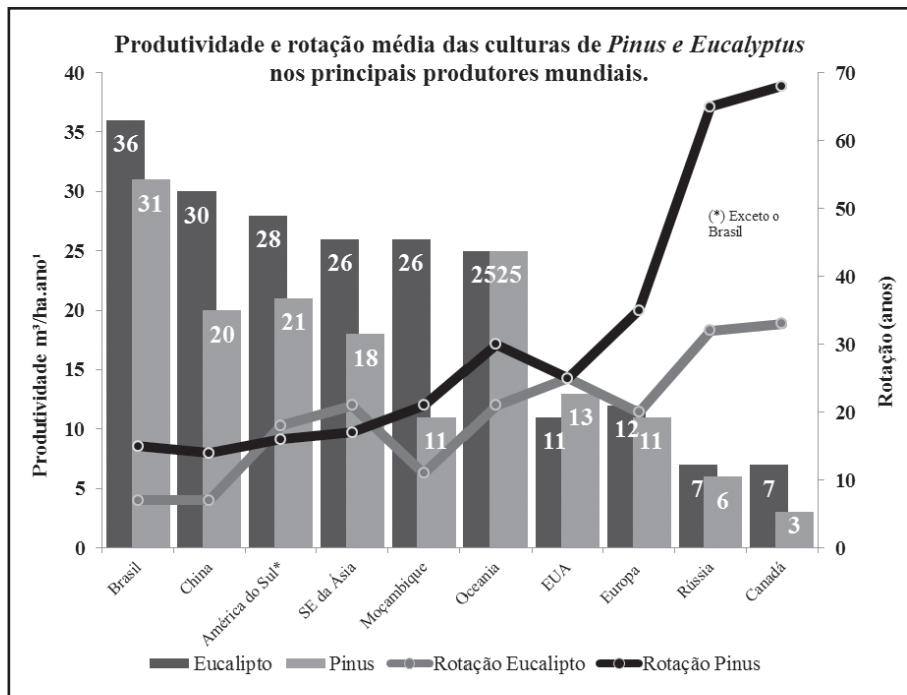
O Brasil se firmou entre os maiores países produtores de madeira, a partir de florestas plantadas como o que atinge maior produtividade tanto para o gênero *Eucalyptus* como para o *Pinus*.

Atuando como um grande fornecedor de matéria-prima aos diversos setores da indústria, a atividade florestal surge como uma estratégia para o desenvolvimento do Brasil, tornando-o altamente competitivo no mercado exterior, além de contribuir para as questões ambientais, como a proteção e recuperação de recursos hídricos e de solos, a minimização dos efeitos causados, através das emissões dos gases de efeito estufa (GEE), bem como diminuindo a pressão pelo uso das florestas nativas (COUTINHO *et al.*, 2017).

Na figura 1, nota-se o nível de produtividade das florestas plantadas brasileiras frente aos maiores produtores de madeira reflorestada no mundo. O Brasil aparece como o país com maior produtividade tanto para o gênero *Eucalyptus* como para o *Pinus*. A produtividade no Brasil chega a ser três vezes maior que em outros países líderes de produção em madeira plantada o que, conseqüentemente, torna a idade de rotação menor, já que as árvores atingem maturidade para colheita mais rapidamente.

Segundo sumário executivo da Indústria Brasileira de Árvores (2018), o Brasil possui uma área reflorestada de 7,84 milhões de hectares, sendo desses 5,8 milhões de áreas certificadas, o que demonstra o nível de profissionalização e comprometimento do setor com a qualidade, respeito ao meio ambiente e a sociedade.

Figura 1 - Produtividade e rotação média das culturas de *Pinus* e *Eucalyptus* nos principais produtores mundiais



Fonte: Adaptado de Indústria Brasileira de Árvores (2017).

As áreas de plantio estão segmentadas, conforme seu segmento industrial, estando 78% da área plantada com os três maiores produtores: celulose e papel (35%), produtores independentes (30%) e o setor de siderurgia a carvão vegetal (13%). O restante, 22%, estão com os setores de investidores financeiros - Timbers (9%), painéis de madeira e pisos laminados (6%), produtores de sólidos de madeira (4%) e os outros produtos (3%), Indústria Brasileira de Árvores (2018).

Esse setor tem uma relevante participação na balança comercial brasileira, haja vista que em 2017, as exportações ficaram atrás apenas do complexo da soja, de carnes e do setor sucroalcooleiro (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2018). Essa atividade reflete na geração de empregos e renda, uma vez que em 2016 foram empregados de forma direta, 510 mil pessoas, e que no total, o número estimado de postos de trabalhos da atividade (diretos e indiretos) atingiu 3,7 milhões, gerando uma renda pelo setor de cerca de R\$ 10 bilhões (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2018).

Apesar da grande representatividade econômica, o setor de florestas plantadas ainda tem enormes desafios a serem vencidos, dentre eles pode-se citar:

- a) Críticas empíricas e sem fundamentações técnica e científica às plantações florestais, muitas das vezes embasadas em mitos e crendices;
- b) Modelo de produção florestal latifundiária, concentradora e sob monocultura extensiva, decorrente da Política de Incentivos Fiscais aos Reflorestamentos (em vigor entre 1965 e 1988), que ainda persiste, apesar da descentralização em nível de produtor, a partir do ano 2000;
- c) Política e gestão ambiental, com uma legislação extensa, complexa e de difícil aplicabilidade;
- d) Política de crédito incompatível com a realidade de longo prazo da silvicultura;
- e) Política fundiária que inibe o investimento estrangeiro em terras brasileiras;
- f) Política fiscal de controle inflacionário com base em taxa de juros elevada;
- g) Política cambial que privilegia as importações do carvão mineral e prejudica as exportações do gusa a carvão vegetal;
- h) Infraestrutura básica precária e deficiente para o escoamento da produção florestal;
- i) Política de estímulo ao consumo de derivados do petróleo (gás e óleo bruto) em prejuízo à biomassa florestal;
- j) Custo Brasil elevado e modelo administrativo burocrático;
- k) Insegurança jurídica quanto às garantias constitucionais de direito de propriedade e da livre iniciativa, demonstrada pelas sucessivas invasões de terras e depredações de infraestruturas, equipamentos e das áreas florestais das empresas, em função da inoperância do estado;
- l) Inexistência de uma carteira de seguro florestal

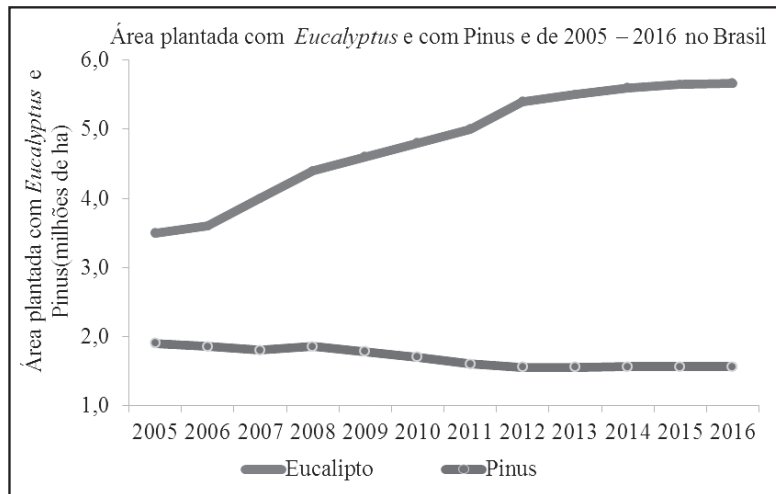
que minimize os riscos do produtor ao investir na silvicultura, considerada de alto risco; m) Cultura organizacional fundamentada no extrativismo oportunista de alguns empresários dos segmentos madeireiro e de carvão, o que acaba maculando todo setor florestal; n) Falta de amparo financeiro às pesquisas em áreas estratégicas, como as de energia do cavaco e da carbonização da madeira em escala industrial mais eficiente e com aproveitamento dos gases e dos pirolenhos como substitutos dos oriundos da destilação do petróleo, como o alcatrão e os carboquímicos (VALVERDE *et al.*, 2012).

Pereira (2005) destaca que algumas transformações e aspectos positivos e negativos que o setor sofreu, em razão do estímulo ao reflorestamento. Dentre os positivos ressalta o fortalecimento da iniciativa privada, com o surgimento e consolidação de empresas florestais e um aperfeiçoamento gerencial decorrente de uma expressiva formação de recursos humanos; crescimento da indústria de base florestal e o desenvolvimento científico e tecnológico da silvicultura brasileira. Já quanto aos aspectos negativos, ele aponta para a excessiva ênfase conferida ao reflorestamento empresarial em larga escala, com a respectiva concentração de renda e formação de latifúndios florestais, o que desorganizou a estrutura agrária em determinadas regiões; a exclusão de agricultores dos referidos incentivos, além de um grande volume de recursos, nunca suficientemente diagnosticados, foram utilizados para financiar projetos técnica e economicamente inviáveis, o que contribuiu, enormemente, para colocar sob suspeita da opinião pública.

Na figura 2, verifica-se a redução na área de plantio com gênero *Pinus* e o expressivo aumento com gênero *Eucalyptus*, isso se deve, sobretudo ao setor que mais planta florestas no Brasil, o setor de celulose e papel. Isso ocorreu diante das melhorias na fabricação de celulose de fibra curta (*Eucalyptus*), frente à celulose de fibra longa (*Pinus*), demanda mundial pela celulose de fibra curta e de menor custo de produção da madeira do *Eucalyptus*, devido ao seu rápido crescimento.

A área total de florestas plantadas no País, com os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* em 2010 era 6,62 milhões de hectares, sendo 73,45% com *Eucalyptus*, quando comparado com o ano de 2016, a área plantada com esses dois gêneros subiu para 7,32 milhões de ha, ou seja, uma variação de 10,53% (figura 2).

A área plantada com *Pinus* saiu de 1,9 milhões de hectares em 2005, caindo para 1,56 milhões de hectares em 2016, enquanto a área com *Eucalyptus* subiu de 3,5 milhões para 5,7 milhões no mesmo período.

Figura 2 - Área plantada (mil ha) com *pinus* e com *Eucalyptus* de 2005 – 2016 no Brasil

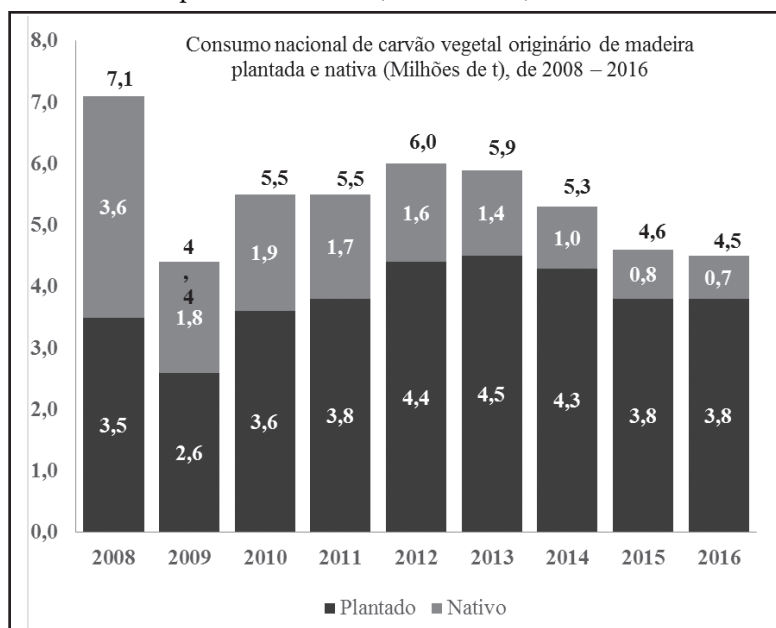
Fonte: Indústria Brasileira de Árvores (2017).

3 Participação da madeira plantada na produção de carvão

Conforme observado na figura 3, no período de 2009 a 2016, houve um aumento do consumo total de carvão vegetal no Brasil, de 4,4 milhões de toneladas (2009) para 6,0 milhões t (2012), seguida de uma redução do consumo desse ano até 2016, que retornou ao patamar similar do ano de 2009, correspondendo a 4,5 milhões de t. Contudo, constatou-se o aumento da participação do consumo de carvão vegetal oriundo de madeira plantada, em relação

ao carvão de madeira nativa, sendo que, em 2009, a participação de madeira nativa representou 41% e, em 2016, apenas 15,6%. Destaca-se, ainda, que em 2008, a participação de madeira nativa era ainda maior, o correspondente a 50,7%. Tal fato demonstra a maior fiscalização dos órgãos ambientais e controle da madeira proveniente de florestas nativas, como o caso de Minas Gerais (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017), conscientização das indústrias consumidoras e pressão do mercado consumidor para produtos com consciência ambiental.

Figura 3 - Consumo nacional de carvão vegetal originário de madeira plantada e nativa (Milhões de t), de 2008 – 2016



Fonte: Indústria Brasileira de Árvores (2017).

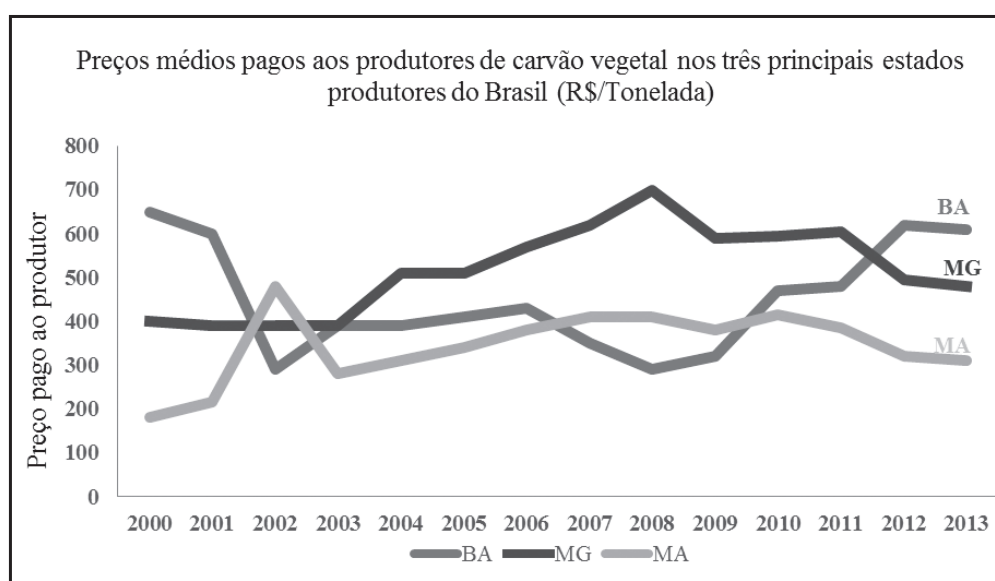
A redução do consumo total de carvão vegetal no Brasil nos últimos anos foi especialmente em função da diminuição nas exportações de ferro gusa, devido à perda de competitividade no mercado internacional. Isso poderia levar as empresas produtoras de ferro gusa, buscarem uma matéria-prima mais barata para aumentar a competitividade, porém houve o incremento na participação do carvão proveniente de florestas plantadas (SIMIONI *et al.*, 2017).

A participação da madeira plantada, na produção de carvão vegetal, no País cresceu de forma

significativa, ou seja, subiu de 49% em 2008, para 84% em 2016, apesar da retração do total de carvão consumido (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017).

Os valores pagos aos produtores de carvão (figura 4) apresentaram um aumento nos estados de Minas Gerais e Maranhão de 2000 até 2008, com posterior queda dada à retração na economia brasileira. O estado da Bahia fechou o período, analisado de 2000 a 2013, com queda e uma significativa oscilação (SIMIONI *et al.*, 2017), figura 4.

Figura 4 - Preços médios (R\$.t⁻¹) pagos aos produtores de carvão vegetal nos três principais Estados produtores do Brasil



Fonte: Simioni *et al.* (2017).

De acordo com os mesmos autores, a queda dos preços do carvão vegetal nacional foi em consequência do enfraquecimento do setor siderúrgico brasileiro, motivado por duas razões principais.

A primeira foi devido à ocorrência da crise financeira mundial em 2008, onde os Estados Unidos, principal comprador do ferro-gusa do Brasil, reduziram drasticamente as importações, passando a produzir aço com sucata. Esse fato resultou na redução de 80% das exportações aos americanos.

A segunda razão foi de concentrar as vendas brasileiras para a China, que também não teve sucesso, uma vez que esse país também investiu na produção de matéria-prima por conta própria, deixando de adquirir o ferro-gusa nacional. Sendo assim, verifica-se que não houve exportações para os chineses e que, atualmente, o carvão vegetal, produzido no País, destina-se a atender em grande parte à demanda do mercado interno.

4 Evolução da produção de *Eucalyptus* no estado do Tocantins

Embora a participação histórica com produtos oriundos dos reflorestamentos no estado do Tocantins seja pequena, diante da produção nacional, dados mais recentes e detalhados indicam um crescimento expressivo da área de florestas plantadas no Estado.

O plantio de *Eucalyptus* no estado do Tocantins cresceu de forma significativa no período de 2006 (14.000 ha) a 2017 (146.443 ha), chegando a registrar um aumento da área de plantio de mais de 1.000% (figura 5). Esse crescimento da área plantada deve-se à expectativa, por parte dos produtores, com relação ao aumento na demanda de matéria-prima, para a provável instalação de uma indústria de celulose e papel no Estado, bem como atender o parque siderúrgico nacional. Além disso, a implantação de uma indústria de papel e celulose no município de

Imperatriz, estado do Maranhão fomentou plantios ao norte do Estado.

Observa-se que, nos últimos oito anos, o que corresponde ao período de 2010 a 2017, a área plantada com *Eucalyptus* aumentou cerca de 300%,

apesar de uma pequena retração de 2,7%, que ocorreu de 2014 para 2015 (figura 5). A expectativa é que a área plantada permaneça nesse patamar até a entrada de novos “players” ou expansão dos atuais do setor no Estado e estados vizinhos.

Figura 5 – Evolução da área plantada com *Eucalyptus* (x 1000 ha) no estado do Tocantins, no período de 2006 - 2017



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017).

De acordo com Tocantins (2016), o estado do Tocantins possui uma área de 27.842.070 hectares, sendo que desse total, 13.990.000 ha (50,25%) referem-se às áreas com restrições para exploração agrícola, seja por estarem em unidades de conservação, uso indígena, áreas de preservação permanentes, reserva legal, impedimento físico/químico ou lâminas de água de reservatório. O restante da área estadual apresenta potencial agrícola, que corresponde a 13.852.070 ha (49,75%). Desse total 5.353.820 ha, são áreas indicadas para exploração e 7.498.250 ha dedicados às pastagens, passíveis de serem incorporados a sistemas integrados (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF) com atividades silvícolas.

Destaca-se que, 82% do território tocantinense possui solos planos ou suavemente ondulados (TOCANTINS, 2016), com declividade inferior a 5%, fazendo com que o Estado tenha alta aptidão ao cultivo agrícola mecanizado (COLLICCHIO *et al.*, 2015).

Com relação ao clima, de acordo com a classificação de Köppen é considerado: Aw – Tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno (TOCANTINS, 2016). A temperatura média anual do Estado é de cerca de 25,70C, com uma amplitude térmica próxima de 3,60C, precipitação média anual de aproximadamente 1650 mm, com uma variação aproximada de 1255 a 2152 mm (COLLICCHIO *et al.*,

2015) e luminosidade de 2.470 horas/ano. Nesse contexto, o estado do Tocantins tem um grande potencial para contribuir na produção de madeira plantada e carvão vegetal do Brasil (TOCANTINS, 2016).

As espécies mais cultivadas no Estado com seus respectivos clones estão apresentadas no quadro 1. Destaca-se que os clones que estão sendo plantados no Tocantins, foram selecionados em outros Estados em condições ambientais diferentes do Estado. Cabe ressaltar que o Estado não tem disponibilizado recursos específicos para o desenvolvimento de pesquisa científica voltada para esse setor e que carece de um programa de melhoramento genético próprio, que visa à obtenção de clones de *Eucalyptus* desenvolvidos e/ou adaptados às condições edafoclimáticas das distintas regiões do Tocantins com suas peculiaridades.

Quadro 1 - Principais espécies e respectivos clones de *Eucalyptus* plantados no estado do Tocantins

Espécies de <i>Eucalyptus</i>	Clones
<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake	H13
<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i> Hill (ex Maiden)	H224
<i>Corymbia citriodora</i> Hook	10
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	20

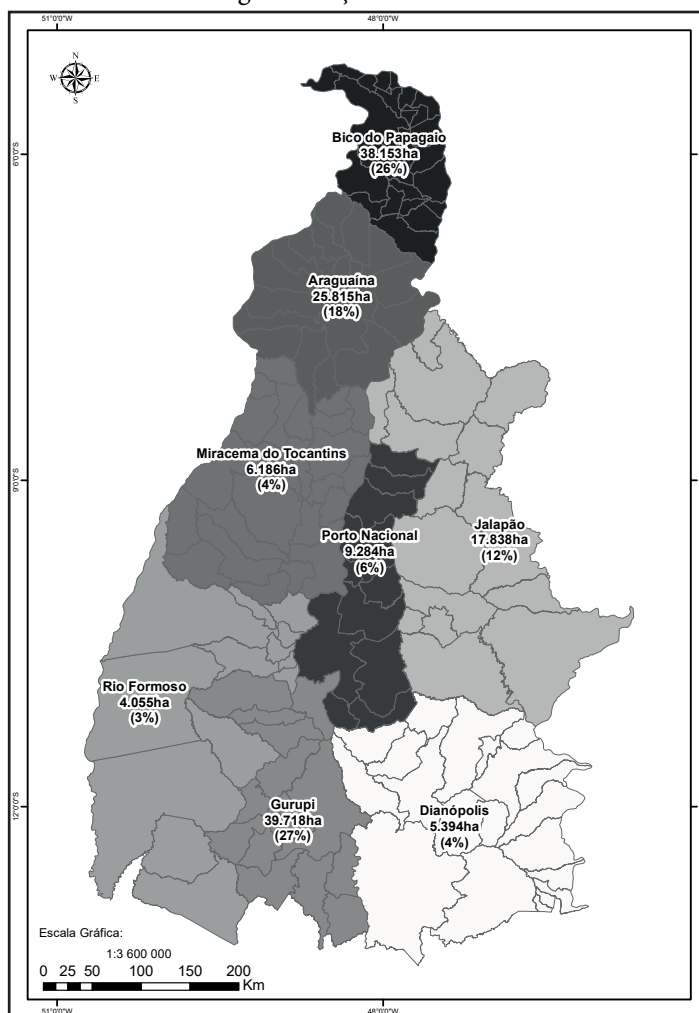
Fonte: Tocantins (2016).

O que se tem feito até o momento é utilizar materiais genéticos que foram selecionados em condições semelhantes ao Tocantins, assim como foi feito ao se trazer a cultura da Austrália para o Brasil.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), para implementar seu planejamento de coleta e organização da base de dados, realizou a regionalização do Estado, dividindo-o em oito mesorregiões: a) Rio Formoso; b) Dianópolis; c) Miracema do Tocantins; d) Porto Nacional; e) Jalapão; f) Araguaína; g) Bico do Papagaio e h) Gurupi (figura 6). Percebe-se que se cultiva o *Eucalyptus* em todas as mesorregiões do Tocantins, sendo que as regiões com

menos áreas plantadas (áreas de 3 a 6%), localizam-se nas mesorregiões do Rio Formoso, Dianópolis, Miracema do Tocantins e de Porto Nacional. A mesorregião, com maior área plantada de *Eucalyptus*, é a de Gurupi (sul do Estado), com 27% do total cultivado no Tocantins. Contudo, somente as mesorregiões de Araguaína e Bico do Papagaio, situadas na porção norte, possuem quase 44% da área plantada de *Eucalyptus* do Estado, demonstrando o potencial da cultura na região para atender tanto as siderúrgicas localizadas nos estados do Pará e Maranhão, como também para atender à demanda de madeira para indústria de celulose.

Figura 6 – Área plantada de *Eucalyptus* (em ha e em %) no estado do Tocantins em 2017, de acordo com a regionalização de coleta de dados do IBGE



Fonte: Elaborado pela equipe do LAMAM/UFT, a partir de dados do IBGE (2017).

Dos 70 municípios do estado do Tocantins, que apresentam área plantada com *Eucalyptus*, a figura 7 mostra os nove municípios com área acima de 5.000 hectares, que conjuntamente correspondem a 63% do cultivo estadual.

Nota-se que os dois municípios com maior área, Brejinho de Nazaré e São Bento do Tocantins, juntos possuem 42.300 hectares, e isso representa 29% de toda a área plantada com *Eucalyptus* no Tocantins. O município de São Bento do Tocantins está localizado

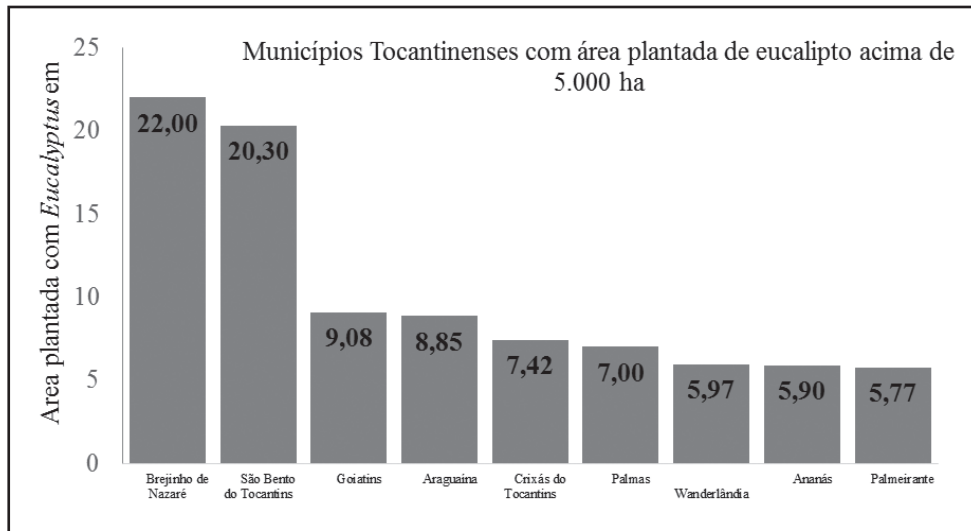
na porção norte do Estado, enquanto Brejinho de Nazaré na região centro-sul.

Quando se analisa em termos de maciço florestal, a região de São Bento (norte do Estado) tem em seu entorno os municípios de Goiatins, Araguaína, Wanderlândia, Palmeirante e Ananás, formando um bloco de 55.868 hectares ou 38,15% da área plantada no Estado, contra 36.415 hectares ou 24,87%

do bloco centro-sul formado pelos municípios de Brejinho de Nazaré, Crixás do Tocantins e Palmas.

Na região norte do Estado, os plantios se destinam principalmente à produção de carvão vegetal para atender os parques siderúrgicos do Pará e Maranhão, bem como a indústria de celulose presente em Imperatriz (MA) divisa com o estado do Tocantins.

Figura 7 – Municípios tocantinenses com área plantada de *Eucalyptus* acima de 5.000 hectares, em 2017



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017).

Já o município de Brejinho de Nazaré, detentor da maior área plantada de *Eucalyptus* do Estado, por estar situado na região central do Estado, encontra-se bem localizado, em relação aos principais mercados consumidores de carvão vegetal no Brasil, que são: Minas Gerais, seguido do Maranhão, Mato Grosso do Sul e Pará, contudo, devido à situação de crise no setor, a grande distância entre os estados pode ser um entrave no momento.

O estado de Minas Gerais já foi mercado consumidor do carvão produzido no Tocantins, porém com o desaquecimento do mercado de ferro gusa, o carvão teve seu valor retraído e, como consequência, o carvão vegetal produzido no Estado deixou de ser competitivo em Minas Gerais.

5 Desafios e perspectivas de mercado para o carvão vegetal produzido no Tocantins

O documento referente ao Plano Estadual de Agroenergia para o estado do Tocantins (TOCANTINS, 2018) apontou alguns desafios que devem ser enfrentados para o fortalecimento da produção de *Eucalyptus* no Estado. Após diagnóstico, ele indicou que a expectativa de crescimento no setor de reflorestamento foi parcialmente frustrada por

uma série de eventos de natureza macroeconômica internos ao País, mudanças na demanda nacional e internacional dos produtos siderúrgicos e por questões inerentes ao desenvolvimento do próprio estado do Tocantins.

Foi anunciada em 2012, a instalação de uma indústria de celulose, na região sul do Tocantins, que fora postergada para depois de 2022. Isso deixou os plantadores de *Eucalyptus* da região sem uma alternativa importante para comercialização do seu produto. Como não há proposta concreta para instalação dessa indústria em 2022, a detentora do maior maciço florestal nessa região comercializou sua área com a indústria de Imperatriz a 745 km de distância. Até o momento, não há previsão de instalação de novas indústrias de base florestal no Estado. Constatou-se que o *Eucalyptus* plantado apresenta uma participação ainda muito baixa com relação à fonte de matéria-prima para a produção de carvão vegetal e da madeira produzida em tora no Tocantins. O Estado conta com uma considerável área passível de desmatamento, sendo assim, a madeira e o carvão, oriundos do extrativismo (vegetação nativa), poderá continuar a abastecer o mercado de energia e concorrer com o *Eucalyptus*.

Percebe-se que esse fato, está em direção oposta ao que tem sido observado no agregado para o País (figura 3). Isso mostra que a atividade extrativista de vegetação nativa, é ainda bastante vigorosa no Tocantins, sendo a principal supridora de produtos madeireiros no Estado.

Concomitante às dificuldades, em relação às distâncias dos centros consumidores, os produtores de madeira do estado do Tocantins enfrentam problemas com: a) alto valor do ICMS o equivalente a 18% sobre a receita; b) falta de mercado para a madeira e de agroindústrias para processamento de madeira na região; c) escassez de mão de obra qualificada; d) a região tem poucos compradores, e a falta competição entre compradores desvaloriza o produto.

No Brasil, existem aproximadamente 125 indústrias que utilizam carvão vegetal no processo de produção de ferro gusa, ferro ligas e aço, sendo que algumas dessas plantas não estão em operação no momento, mas podem retornar o seu funcionamento. No estado de Minas Gerais, concentram-se 80% dessas indústrias, contudo em situação de crise, a grande distância entre os estados e os consumidores, pode ser um entrave, porém em contrapartida, a presença de alguns demandantes de carvão vegetal existentes nos estados do Maranhão e do Pará, torna-se uma boa oportunidade de mercado para os produtores do estado do Tocantins (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015).

A região do Bico do Papagaio (norte do Estado) conta com demanda de madeira reflorestada para atender a indústria Sinobras – Siderúrgica Norte Brasil, em operação no município de Marabá, estado do Pará. O alto forno (reator químico da siderurgia, onde é reduzida o minério de ferro, resultando como produto o ferro gusa) dessa siderúrgica que está instalado no Pará, e seu maciço florestal encontra-se nos municípios de São Bento do Tocantins e Araguatins, no estado do Tocantins. A partir das suas praças de carbonização em São Bento do Tocantins, o carvão vegetal percorre cerca de 178 km até o alto forno em Marabá.

Segundo o Mapa de Biomas do Brasil e o Mapa da Vegetação do Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2007), o Bioma Amazônia ocupa cerca de 9% do território do Tocantins, sendo que o restante do território (91%) é ocupado pelo Bioma Cerrado. O Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012), no que tange a reserva legal, artigo 12, informa que o percentual da propriedade que deve ser registrado como Reserva Legal vai variar de acordo com o bioma e a região em questão, sendo: 80% em propriedades

rurais, localizadas em área de floresta na Amazônia Legal; e 35% em propriedades situadas em áreas do Bioma Cerrado na Amazônia Legal (BRASIL, 2012). Esse percentual confere ao Tocantins uma vantagem competitiva, quando analisado o aproveitamento da propriedade rural, o que fomentou os plantios no Estado para abastecimento do parque siderúrgico em Marabá atualmente.

A Siderúrgica Sinobras conta com um maciço de 16 mil hectares de plantio de *Eucalyptus*, distribuídos em 15 fazendas, em um total de 25,1 mil hectares. Neles são produzidos 17 mil m³ de carvão vegetal por mês, em 42 fornos retangulares, onde a carga e descarga são mecanizadas com alto rendimento. Essa siderúrgica produz cerca de 380 mil toneladas de aço por ano e está previsto, após a conclusão do seu projeto - fase 2- de atingir 800 mil toneladas de aço (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2019).

Outra importante indústria siderúrgica com plantios no Tocantins refere-se a Viena, que possui seis altos fornos, sendo cinco deles localizados no município de Açailândia, no estado do Maranhão. Possui capacidade de produção anual de 600 mil toneladas de ferro gusa, para isso, a Siderúrgica Viena tem atualmente 43 mil hectares de florestas plantadas com *Eucalyptus*, em quatro estados brasileiros. Cerca de 27.500 hectares estão no Maranhão, 13 mil ha em Minas Gerais, 2.300 ha no Tocantins e 200 ha no Pará (VIENA SIDERÚRGICA, 2019). O município de Açailândia conta também com a indústria AVB – Aço Verde do Brasil, que tem plantados cerca de 40.000 ha de florestas de *Eucalyptus* e tem uma capacidade instalada de 600.000 toneladas/ano de aço longo (AÇO VERDE DO BRASIL, 2019).

Também com área florestal no estado do Tocantins, apesar de não ter foco energético, mas possui geração de energia, a partir da sua biomassa, a Suzano Papel e Celulose, instalada no município de Imperatriz, no Maranhão, conta com 340 mil hectares de florestas plantadas nos estados do Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins, sendo que no Tocantins tem-se a expectativa de 60 mil hectares plantados. Além da produção de celulose, a indústria realiza cogeração de energia, que é considerada uma outra fonte de renda, suprimindo com energia elétrica todo o parque industrial, as plantas químicas consorciadas para a produção de clorato de sódio, dióxido de cloro e oxigênio, além de exportar cerca de 80 MW/h para o grid (SUZANO PAPEL E CELULOSE, 2012).

Diante do exposto, nota-se que existem perspectivas reais de consolidação de mercado sob a influência de plantas industriais em operação nos estados do Pará e do Maranhão.

6 Considerações finais

A demanda nacional de carvão vegetal foi reduzida em função da crise no setor de ferro gusa. Apesar da crise, houve estabilização na demanda do carvão vegetal no País, contudo com o predomínio muito significativo de madeira, proveniente de florestas plantadas e redução do uso de madeira, oriunda de vegetação nativa, fruto de comprometimento das empresas com a sustentabilidade e aumento da fiscalização da origem da madeira, realizada pelos órgãos ambientais.

O estado do Tocantins, apesar de não possuir um parque siderúrgico, atualmente é produtor de carvão vegetal e existe uma oportunidade latente, e que poderá ser implementada com a melhoria no cenário nacional em termos de demanda e de preço do produto, sobretudo na região norte, que é favorecido pela disponibilidade de terra legal e pela proximidade das siderúrgicas em funcionamento na região leste do estado do Pará e ao sul do Maranhão.

Os plantios de *Eucalyptus* no Tocantins atendem também à demanda de madeira para produção de celulose de uma indústria localizada no Maranhão.

Foram identificados dois grandes maciços florestais de *Eucalyptus* plantados, localizados na região norte e na região central do Estado. Há uma tendência do primeiro (norte) ter a finalidade de produção de carvão, bem como de papel e celulose e o segundo (central), para atender especialmente a demanda de energia do agronegócio. São diversos secadores, frigoríficos e uma indústria produtora de biodiesel, que demandam madeira para seus processos produtivos industriais.

Brejinho de Nazaré é o município com maior área plantada, sendo ele considerado pelo Plano Estadual de Agroenergia, um polo para produção de biomassa florestal. O plano não contemplou outras regiões de plantio ou maciços florestais, se refere somente ao município em questão.

Há a necessidade de apoio financeiro e estrutural com recursos públicos e privados, para o desenvolvimento de pesquisas científicas e de tecnologias para a cultura do *Eucalyptus*, voltadas para as condições ambientais do estado do Tocantins, pois é uma cultura permanente e de elevado investimento, a qual deve estar calcada em clones devidamente testados e uso de tecnologias apropriadas, a fim de evitar problemas com o desempenho da cultura e prejuízos.

Referências

ASSIS, A. L. *et al.* Development of a sampling strategy for young stands of *Eucalyptus* sp. using geostatistics. *Cerne*, Lavras, v. 15, n. 2, p. 166-173, 2009.

AÇO VERDE DO BRASIL. **Sobre o grupo Ferroeste**: reflorestamento, carvão vegetal, ferro-gusa, cimento, aços longos, vergalhão, fio máquina e álcool combustível. 2019. Disponível em: <http://avb.com.br/o-grupo/>. Acesso em: 10 fev. 2019.

BARBARISI, B. F. *et al.* Efeito das mudanças climáticas sobre a aptidão climática para cana-de-açúcar no Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: SBA, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia. **Plano nacional de agroenergia 2006-2011**. 2. ed. rev. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 102, 28 maio 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balço Energético Nacional 2018**: relatório síntese ano base 2017. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2018.

BRITO, J. O. **O uso energético da madeira**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2007.

COLLICCHIO, E. *et al.* Implicações das mudanças do clima no zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar no estado do Tocantins, considerando o modelo GFDL. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 6, p. 1730-1747, 2015. DOI: 10.26848/rbgf.v8i6.233686.

COUTINHO, V. M. *et al.* Mapeamento das áreas plantadas com *Eucalyptus* spp. no Estado do Paraná. **Biofix Scientific Journal**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 32 – 43, 2017. DOI: 10.5380/biofix.v2i1.51222.

DUBOC, E. *et al.* Panorama atual da produção de carvão vegetal no Brasil e no Cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 10., 2008, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, 2008. p. 1-8.

FONSECA, S. M. *et al.* **Manual prático de melhoramento genético do *Eucalyptus***. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 200 p.

HIGA, R. C. V.; MOURA, L. M.; HIGA, A. R. **Plantio de *Eucalyptus* na pequena propriedade rural**. 2. ed.

Colombo: Embrapa Floresta, 2006.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2015**. 2015. 77 p. Disponível em: http://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf. Acesso em: 11 fev. 2019.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2017**. 2017. 80 p. Disponível em: https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 12 fev. 2019.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Sumário executivo 2018**: dados do relatório IBÁ 2018. Ano base 2017. 2018. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/digital-sumarioexecutivo-2018.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2019.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Sinobras gerando desenvolvimento**. 2019. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/sinobras.asp>. Acesso em: 22 abr. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas de Biomas Brasil**. 2007. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm?c=2>. Acesso em: 15 jan. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura - PEVS**. 2017. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica234/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=45. Acesso em: 15 abr. 2019.

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE. **Produção de energia através da biomassa**. 2019. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/gbio/?q=livro/biomassa-moderna-versus-biomassa-tradicional>. Acesso em: 10 abr. 2019.

INTERNACIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Balances 2018**. 2019. Disponível em: <www.iea.org>. Acesso em: 15 mar. 2019.

KENGEN, S. A política florestal brasileira: uma perspectiva histórica. **Série Técnica IPEF**, n. 34, p. 18-34. 2001.

LIMA-TOIVANEN, M. B. A evolução da indústria sul-americana de celulose e papel: foco no Brasil, Chile e Uruguai. **Revista O Papel**, v. 74, n. 9, p. 51-66. 2013.

PEREIRA, H. S. **Estado actual de la informacion sobre instituciones forestales**. 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/3/AD399S/AD399s06.htm>. Acesso em: 3 fev. 2019.

SILVA, J. C.; CASTRO, V. R.; XAVIER, B. A. **Eucalyptus**: cartilha do fazendeiro florestal. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 44 p.

SIMIONI, F. J. *et al.* Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 731-742, abr./jun., 2017. DOI: 10.5902/1980509827758.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Florestas plantadas**: plano para os próximos dez está em discussão. 2018. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/florestas-plantadas-plano-para-os-proximos-dez-esta-em-discussao/>. Acesso em: 14 fev. 2019.

SUZANO PAPEL E CELULOSE. **Relatório de Impacto Ambiental - RIMA**: projeto de silvicultura do Tocantins. 2012. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/115016/>. Acesso em: 22 abr. 2019.

TOCANTINS. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Tocantins. **Plano estadual de agroenergia, eficiência energética e marco regulatório de biocombustível no Estado do Tocantins**. Projeto de desenvolvimento regional integrado e sustentável (PDRIS). Palmas: Consórcio CP Empreendimentos e Chess Agroambiental, 2018. 241 p.

TOCANTINS. Secretaria do Planejamento e Orçamento do Tocantins. Superintendência de Planejamento e Desenvolvimento. **Diagnóstico da dinâmica social e econômica do Estado do Tocantins**: inventário socioeconômico. Palmas: Diretoria de Pesquisa e Informações Econômicas: Gerência de Indicadores Econômicos e Sociais, 2016. 413 p. 3 v.

VALVERDE, S. R. *et al.* **Silvicultura brasileira**: oportunidades e desafios da economia verde. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2012. 39 p.

VIENA SIDERÚRGICA. **Site oficial**. 2019. Disponível em: <http://vienairon.com.br/siderurgia>. Acesso em: 22 abr. 2019.