

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Mandioca

Agregação de Valor e Rentabilidade de Negócios



*Raimundo Nonato Brabo Alves
Moisés de Souza Modesto Júnior
Editores técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2019

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
CEP 66095-903 Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Amazônia Oriental

Comitê Local de Publicação

Presidente

Bruno Giovany de Maria

Secretário-executivo

Ana Vânia Carvalho

Membros

Luciana Gatto Brito

Alfredo Kingo Oyama Homma

Sheila de Souza Corrêa de Melo

Andrea Liliane Pereira da Silva

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Supervisão editorial e revisão de texto

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica

Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves

Tratamento das fotografias

Giselle C. P. Aragão

Vitor Trindade Lôbo

Projeto gráfico, ilustrações, capa e editoração eletrônica

Vitor Trindade Lôbo

1ª edição

Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Mandioca : agregação de valor e rentabilidade de negócios / editores, Raimundo Nonato Brabo Alves, Moisés de Souza Modesto Júnior ; autores, Ailson dos Santos Cardoso... [et al.].— Brasília, DF : Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 223 p. : il.

ISBN 978-85-7035-891-2

1. Mandioca. 2. *Manihot esculenta*. 3. Farinha de mandioca. 4. Farinha de tapioca. 5. Tucupi. 6. Fécula de mandioca. 7. Beneficiamento. 8. Folha. 9. Maniçoba. 10. Lenha. I. Alves, Raimundo Nonato Brabo. II. Modesto Júnior, Moisés de Souza. III. Cardoso, Ailson dos Santos. IV. Embrapa Amazônia Oriental.

CDD (21 ed.) 633.682

DEMANDA DE LENHA PARA TORRAGEM DE FARINHA DE MANDIOCA NOS BIOMAS AMAZÔNIA, CERRADO E CAATINGA

.....

Raimundo Nonato Brabo Alves

Moisés de Souza Modesto Júnior

Introdução

A lenha foi a primeira fonte de energia a ser explorada pelo homem e, até o presente, tem desempenhado tal papel no Brasil e no Mundo. Nos primórdios de nossa história, era abundante e bastava apanhar um punhado no bosque mais próximo para suprir as necessidades de iluminação, aquecimento e cocção de alimentos. Com o aumento populacional, o advento dos vilarejos e das cidades e a industrialização, a lenha foi se tornando escassa, em razão do desmatamento, chegando a provocar o colapso de civilizações mais isoladas, como exemplo os moradores da Ilha de Páscoa, no Oceano Pacífico, que foi extinta sem qualquer espécie de árvore (Diamon, 2005).

Em 2014, a lenha teve significativa importância na matriz energética brasileira, participando com 8,1% da oferta interna de energia, enquanto as hidrelétricas contribuíram com apenas 11,5% (Empresa de Pesquisa Energética, 2015), do que se depreende que deve haver um equilíbrio nos investimentos em recursos florestais e hidrelétricos, uma vez que a lenha é extraída da floresta e esta é fonte de água para funcionamento da energia hidráulica. Em 2014, a participação de fontes renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se com 39,4%, entre as mais elevadas do mundo, mas teve

participação de apenas 13,2% em 2012, em razão da menor oferta de energia hidráulica (Empresa de Pesquisa Energética, 2015).

A lenha, por se tratar de uma fonte de energia de baixo custo, não necessitar de processamento antes do uso e ser parte significativa da base energética dos países em desenvolvimento, tem recebido a denominação de “energia dos pobres”. Estima-se que entre 30% e 40% da população mundial dependa da lenha para aquecimento e cozimento de alimentos e, em países como Etiópia e Moçambique, o uso da madeira representa quase a totalidade dos recursos para produção de energia (Oliveira et al., 2004). Um problema fundamental na África Ocidental é o uso difundido e insustentável de lenha como combustível, o que contribui para o desmatamento e a desertificação, podendo também incidir na produção de alimentos e na segurança alimentar. Na maioria dos países desse continente, mais de 60% do consumo total de energia provém da biomassa tradicional. Além disso, mais de 90% da população usa lenha e carvão vegetal, oriundos de florestas locais, para a preparação doméstica de alimentos (Forum do Clube do Sahel e da África Ocidental, 2011).

A produção de lenha no Brasil corresponde à somatória da extração vegetal e da silvicultura e, em 2005, a produção de lenha extrativa representou 56,1% da produção brasileira, com 45,4 milhões de metros cúbicos. Passados 10 anos, em 2014, essa contribuição foi reduzida para 33,98%, enquanto a produção de lenha de origem da silvicultura passou de 35,54 milhões de metros cúbicos em 2005, para 56,17 milhões de metros cúbicos em 2014, decorrentes da expansão produtiva de eucaliptos e pinus (Ibge, 2014b).

A maior pressão ao bioma Amazônia é devida ao desmatamento ilegal para expansão da fronteira agrícola e à exploração de madeira clandestina. Porém, existe uma pressão pouco valorizada e de difícil quantificação – haja vista que a maior escala também é realizada ilegalmente –, que é para a extração de lenha, uma das fontes mais antigas e renováveis de geração de energia. Essa exploração se destina, em maior escala, à transformação de carvão para a siderurgia, com avanço até mesmo nos biomas Cerrado e Caatinga.

Nas últimas décadas, a participação do carvão vegetal na produção do ferro-gusa no Brasil flutuou entre 25% e 35%, atendendo, em parte, às indústrias integradas e praticamente à totalidade das produtoras independentes. Isto representou uma média de consumo em torno de 6,9 milhões de toneladas de carvão vegetal por ano, na última década, para uma média de 9,5 milhões de toneladas de ferro-gusa produzido, com um consumo específico médio de 740 kg de carvão vegetal por tonelada de ferro-gusa (Modernização..., 2015).

A lenha também é bastante consumida na transformação de mandioca em farinha, na secagem de produtos agrícolas, nas olarias e cerâmicas, nas indústrias de cimento e gesso, de bebidas e de papel e celulose, nas panificadoras, pizzarias, churrascarias e até mesmo como carvão para cozimento de alimentos em residências. Há décadas, a lenha e o carvão vegetal, de origem nativa e silvicultural, vêm sendo fontes importantes de energia nas residências e no setor produtivo, em maior escala no siderúrgico já mencionado.

Paradoxalmente é a fonte de menor prioridade e investimentos na matriz energética brasileira, especialmente no bioma Amazônia, quando comparada com os investimentos em hidroeletricidade, a fonte mais polêmica no contexto dos impactos ambientais. Nas projeções da Matriz Energética Brasileira para 2030, do Ministério das Minas e Energia, haverá uma redução significativa da utilização de lenha e carvão vegetal, devendo cair de 13% para 5,5%, enquanto a hidroelétrica se mantém, passando de 14,8% em 2005, para 13,5% em 2030 (Empresa de Pesquisa Energética, 2007).

A cultura da mandioca é uma das mais tradicionais do Brasil. É a sétima cultura alimentar, em área cultivada, sendo superada apenas por soja, milho, cana-de-açúcar, feijão, trigo e arroz (Ibge, 2015). Encontra-se em todos os municípios e estados brasileiros. A fécula é seu produto mais nobre, porém, a farinha de mandioca é a mais consumida, representando a economia e a segurança alimentar de milhões de brasileiros, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do País. A lenha é a fonte energética mais importante no processo de fabricação de farinha de mandioca, utilizada pela queima direta para produzir energia térmica para aquecer os fornos de escaldamento da massa e torragem propriamente dita da farinha.

Há pouco conhecimento sobre os impactos ambientais da cadeia produtiva da mandioca sobre os ecossistemas e biomas nacionais. Em 2014, a área plantada de mandioca no Brasil foi de 1.592.287 ha, segundo o Ibge (2014a), muitos dos quais em áreas de desmatamento sob a tradicional derruba e queima, tanto no bioma Amazônia, quanto no Cerrado e na Caatinga.

Para este capítulo, é estimado o impacto indireto provocado pelo consumo anual de lenha para o processamento da mandioca em farinha de mesa. Em algumas regiões, o desmatamento generalizado vem inviabilizando o plantio de mandioca para produção de farinha, pela falta de lenha para processamento, como testemunhado no Sudeste Paraense, em pleno bioma Amazônia. Esse desmatamento deve ser evitado, pois diminui a diversidade

genética de nossas florestas, causando prejuízos incalculáveis à biodiversidade nos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, além de inviabilizar a própria cadeia produtiva da mandioca.

O objetivo deste capítulo foi estimar o consumo de lenha pela cultura da mandioca e contribuir para a tomada das decisões, no âmbito da política florestal, visando à necessidade de reposição do passivo ambiental, provocado pela cadeia produtiva da mandioca, nos três principais biomas brasileiros: Amazônia, Cerrado e Caatinga. Para esta análise, considerou-se apenas o impacto da produção de farinha de mesa como principal produto de consumo.

Procedimentos metodológicos para a estimativa de necessidade de lenha para transformação de raízes de mandioca em farinha

Não existem dados estatísticos regulares sobre a produção e o uso de lenha no Brasil para as cadeias produtivas alimentares. Também é muito difícil estimar os estoques de lenha, cultivada ou extrativa, produzida por agricultores de forma individual. Por conseguinte, sugeriu-se que a produção de lenha seja estimada em função da quantidade necessária para processar determinada quantidade de farinha, seguindo o novo conceito de ciclo de vida de um produto. Esse estudo, conforme Goleman (2011), visa expor o conjunto de impactos ecológicos ocultos durante o ciclo de vida de um produto – da produção ao descarte –, abrindo uma comporta de ações efetivas para mitigar esses impactos.

Para efeito das estimativas da produção da farinha de mandioca, considerou-se a produção de raízes (Ibge, 2014a) multiplicada pelo percentual de abrangência de cada bioma no estado, o rendimento médio de 25% para conversão de raízes de mandioca em farinha de mesa e o consumo médio de 2,4 m³ st de lenha para a produção de 1 t de farinha (Modesto Junior; Alves, 2015). Para a estimativa dos estados que têm seu território situado em mais de um bioma, foi considerado o percentual de participação da área de cada bioma para efeito de cálculo.

O estado do Maranhão possui 34,78% de seu território no bioma amazônico (Maranhão, 2011). Já o estado do Mato Grosso possui 54% e o Tocantins apenas 9%. Nos estados com mais de dois biomas, o consumo de lenha

estimado é uma aproximação para cada um deles, por levar em consideração que, ora a lenha pode ser originária de floresta tropical, ora do bioma Cerrado ou da Caatinga. Os dados são estimativas originadas pela produção anual de mandioca de cada estado (Ibge, 2014a).

Os cálculos consideram que, nos três biomas, mais de 98% da produção de mandioca é transformada em farinha e que, mesmo para produção de fécula (tapioca), maniva cozida ou tucupi, há demanda por lenha para o processamento. A relação custo/benefício ambiental para cada bioma foi calculada pela relação entre o volume obtido de farinha por unidade de área impactada.

Demanda de lenha no bioma Amazônia

O bioma Amazônia é o maior do Brasil, com uma área de 4,2 milhões de quilômetros quadrados, o equivalente a 49,29% do território brasileiro (Mapa..., 2004). Esse bioma é composto por florestas densas e abertas, possuindo elevado estoque de madeira e carbono, com elevada diversidade para exploração de produtos florestais não madeireiros, com possibilidades de sustentar pequenos arranjos produtivos em comunidades locais.

No bioma Amazônia, os estados produtores de mandioca são Pará, Maranhão, Acre, Amazonas, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins, Roraima e Amapá (Ibge, 2014a). Na Tabela 1, é mostrada a estimativa da produção de mandioca de cada estado no bioma e a conversão para farinha, com o respectivo consumo de lenha para sua produção. Ressalte-se que as estimativas de demanda por lenha, em estados como Pará e Acre, calculadas com base na conversão do volume de raízes de mandioca em farinha (Tabela 1), superam as estimativas divulgadas pelo IBGE em 2014, que foram de 2.357.441 m³ st no Pará e 580.063 m³ st no Acre (Ibge, 2014b). Isso significa que a demanda por lenha nesses estados é muito maior do que a quantificada nas estatísticas oficiais.

No estado do Pará, além da lenha para processar mandioca, existe o consumo para outros fins, como, por exemplo, a transformação em carvão para a siderurgia. Isso se justifica pela dificuldade de quantificação real da lenha consumida, considerando-se a sua exploração ilegal no bioma Amazônia. Alguns indícios de inconsistências em dados oficiais sobre a produção de lenha, mesmo no Balanço Energético Nacional, também foram mencionados por Nogueira et al. (2016).

Tabela 1. Produção de raízes de mandioca, conversão estimada em farinha e consumo de lenha para produção de farinha de mesa no bioma Amazônia, em 2014.

Estado	Produção de mandioca (t)	Produção estimada de farinha (t)	Consumo estimado de lenha (m ³ st)
Pará	4.914.831	1.228.707	2.948.896
Amazonas	846.884	211.721	508.130
Acre	1.239.731	309.932	743.836
Rondônia	531.829	132.957	319.096
Roraima	129.850	32.462	77.908
Amapá	159.650	39.912	95.788
Maranhão (34%) ⁽¹⁾	563.207	140.801	337.924
Mato Grosso (54%) ⁽¹⁾	180.066	45.016	108.039
Tocantins (9%) ⁽¹⁾	19.325	4.831	11.595
Total	8.585.373	2.146.339	5.151.212

⁽¹⁾ Estimativa sobre a produção total, em função do percentual de abrangência do bioma no território do estado.

Fonte: Ibge (2014a).

No bioma Amazônia, quase toda a produção de lenha para o processamento de farinha de mandioca é procedente de desmatamento de floresta primária – hoje em menor escala pela pressão dos órgãos de fiscalização ambiental – ou de corte de capoeiras em regeneração, em maior volume. A lenha é o primeiro produto retirado após a queima do roçado. Se considerada a média de 30 m³ st de lenha por hectare de capoeiras, com média de 10 anos de regeneração, estima-se uma pressão em pelo menos 171.707 ha de capoeiras, no bioma amazônico, para sustentar a produção anual de farinha de mesa, com uma relação custo/benefício ambiental de 12,5, significando que, para cada hectare de capoeira impactado pela extração de lenha, obtém-se 12,5 t de farinha.

No Pará, algumas farinhas pagam, em média, R\$ 40,00 por m³ st de lenha, principalmente as mais próximas da região metropolitana de Belém. O Ibge, em 2014, estimou um preço médio no estado do Pará de R\$ 24,00 para 1 m³ st de lenha (Ibge, 2014b). Em algumas regiões, com a escassez de lenha e sob a pressão ambiental dos órgãos de fiscalização, algumas farinhas substituíram, com êxito e maior eficiência energética, a lenha pelo caroço de açaí nos fornos de torragem de farinha, um rejeito abundante principalmente na região metropolitana de Belém e municípios vizinhos.

Demanda de lenha no bioma Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, com cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados, o equivalente a 23,9% do território brasileiro (Mapa..., 2004). Esse bioma apresenta grande biodiversidade, caracterizada por uma vegetação tipo savana, contendo áreas com espécies de maior porte arbóreo, conhecidas como cerradão, e, também, áreas denominadas de campo sujo e campo limpo, entremeados por matas de galerias, florestas estacionais, campos rupestres e veredas de buritis ou mirititis.

No bioma Cerrado, que ocupa a região mais central do Brasil, os estados produtores de mandioca são Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Piauí (Ibge, 2014a). Na Tabela 2, é mostrada a estimativa da produção de mandioca de cada estado no bioma e a conversão para farinha, com o respectivo consumo de lenha para sua produção.

Tabela 2. Produção de raízes de mandioca, conversão estimada para farinha e consumo de lenha para produção de farinha de mesa no bioma Cerrado, em 2014.

Estado	Produção de mandioca (t)	Produção estimada de farinha (t)	Consumo estimado de lenha (m ³ st)
Distrito Federal	16.680	4.170	10.008
Goiás (97%)	194.350	48.587	116.610
Maranhão (65%) ⁽¹⁾	1.052.572	263.143	631.543
Mato Grosso (34%)	114.735	28.683	68.841
Mato Grosso do Sul (61%) ⁽¹⁾	532.565	133.141	319.539
Minas Gerais (57%)	485.377	121.344	291.226
Tocantins (91%)	195.406	48.851	117.243
Piauí (37%)	64.724	16.181	38.834
Total	2.656.409	664.100	1.593.844

⁽¹⁾ Estimativa sobre a produção total, em função do percentual de abrangência do bioma, no território do estado (Mapa..., 2004).

Fonte: Ibge (2014a).

No bioma Cerrado, a produção de farinha de mandioca consome um volume estimado de 1.593.844 m³ st de lenha, com o estado do Maranhão se destacando como o maior produtor, com 263.143 t de farinha e consumo de 631.543 m³ st de lenha. Segundo a Fundação Águas do Piauí, um trabalhador rural nesse bioma ganha R\$0,80 pelo corte de 1 m³ st de lenha, que é

vendido a uma multinacional pelo preço final de R\$ 25,00 (Pereira, 2016). Se considerar a extração média de 16 m³ st por hectare de lenha no Cerrado (Imaña-Encinas et al., 2009), infere-se que a cadeia produtiva da mandioca impõe o desmatamento de 99.615 ha desse bioma para extração de lenha, com uma relação custo/benefício ambiental de 6,6.

Demanda de lenha no bioma Caatinga

A vegetação natural do bioma Caatinga, que possui clima predominante do tipo semiárido, caracteriza-se por uma cobertura vegetal esparsa, de pequenas árvores e arbustos que, em geral, perdem suas folhas no período seco (caducifólias), e cactus, cujas áreas estão habitualmente sob pressão da expansão das atividades agrícolas.

No bioma Caatinga, com 845 mil km², o equivalente a 9,92% do território brasileiro (Mapa..., 2004), os estados produtores de mandioca são Ceará, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas e Sergipe (Ibge, 2014a). Na Tabela 3, é totalizada a produção de mandioca de cada estado no bioma e a conversão para farinha, com o respectivo consumo de lenha para sua produção.

Tabela 3. Produção estimada de raízes de mandioca, conversão para farinha e consumo de lenha para produção de farinha de mesa no bioma Caatinga, em 2014.

Estado	Produção de mandioca (t)	Produção estimada de farinha (t)	Consumo estimado de lenha (m ³ st)
Ceará	478.453	119.613	287.071
Bahia (54%) ⁽¹⁾	1.150.995	287.748	690.597
Paraíba (92%) ⁽¹⁾	124.304	31.076	74.582
Pernambuco (83%) ⁽¹⁾	250.959	62.739	150.575
Piauí (63%) ⁽¹⁾	110.206	27.551	66.123
Rio Grande do Norte (95%) ⁽¹⁾	152.271	38.067	91.363
Alagoas (48%) ⁽¹⁾	120.122	30.030	72.073
Sergipe (49%) ⁽¹⁾	203.795	50.948	122.277
Total	2.591.105	647.77	1.554.661

⁽¹⁾ Estimativa sobre a produção total, em função do percentual de abrangência do bioma, no território do estado (Gariglio et al., 2010).

Fonte: Ibge (2014a).

No bioma Caatinga, a produção de farinha de mandioca consome um volume estimado de 1.554.661 m³ st de lenha, com o estado da Bahia se destacando como o maior produtor, com 287.748 t de farinha e consumo de 690.597 m³ st de lenha, com uma relação custo/benefício ambiental de 21,9, no referido bioma. Segundo Ibge (2014b), o preço médio do metro cúbico de lenha na Bahia é de R\$ 19,57. Se considerar a média de 52,6 m³ de lenha por hectare no bioma Caatinga (Alvarez, 2009), infere-se que a cadeia produtiva da mandioca impõe o desmatamento anual estimado de 29.556 ha neste bioma.

Além das preocupações habituais sobre os impactos do desmatamento, as condições edafoclimáticas frágeis da Caatinga merecem uma atenção especial, porque os riscos da desertificação irreversível são reais. No sul do Piauí, muitos quilômetros quadrados de Catinga foram convertidos em grandes extensões de terras arenosas e improdutivas (Nogueira et al., 2016). Porém, a extração de lenha não é a principal causa do desmatamento e da desertificação nos países em desenvolvimento, a expansão da agricultura e da pecuária, seguida de outros usos comerciais das árvores, têm sido as principais causas do desmatamento. Por exemplo, no norte da China, a extração de lenha é responsável por 30% da desertificação (Oliveira et al., 2004).

A Figura 1 apresenta a produção de mandioca e a estimativa de consumo de lenha, nos três biomas, demonstrando que o Amazônia é o mais impactado, em virtude da maior produção de mandioca.

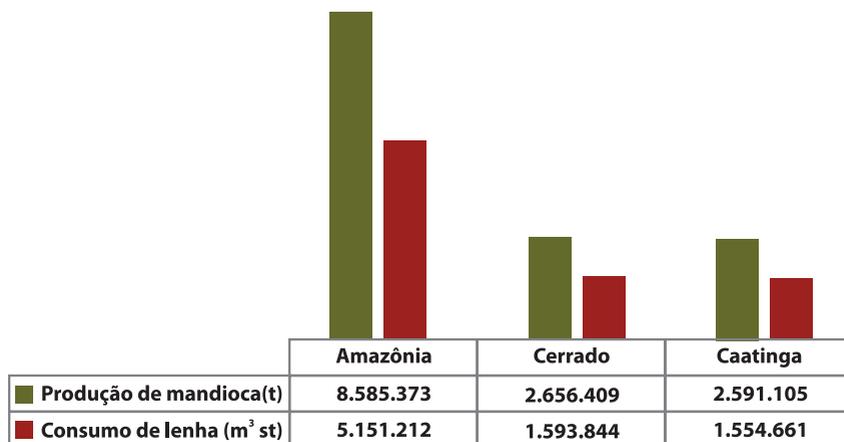


Figura 1. Produção de mandioca e consumo de lenha nos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, em 2014.

Aproveitamento dos resíduos da mandioca como fonte de energia

Os resíduos da agricultura e da agroindústria podem ser utilizados como fontes de energia para várias aplicações, podendo, inclusive, ser utilizados no próprio estabelecimento (Rocha et al., 2015) ou transformados em biocombustíveis sólidos, como briquetes e péletes (Dias et al., 2012). Com exceção do bagaço de cana-de-açúcar, a biomassa residual de atividades agrícolas ainda é pouco utilizada. No caso da mandioca, praticamente todo o seu aproveitamento comercial está centrado em suas raízes para consumo in natura, fabricação de farinha e industrialização da fécula. A parte aérea é deixada no campo após a colheita, composta pela cepa (base do caule com 20 cm a 30 cm de tamanho, de aspecto lenhoso, usado para arranquio manual das raízes), ramos grossos da parte mediana da planta (cerca de 20% usados como manivas-semente, para novos plantios por meio de propagação assexuada), ramos finos e folhas.

A parte aérea da planta de mandioca apresenta alta produtividade, mudando conforme a variedade, a idade da planta e o manejo da cultura. A produção de matéria fresca da parte aérea de três cultivares de mandioca no Cerrado, região de Brasília, DF, variou de 18 t ha⁻¹ a 22 t ha⁻¹ (Costa; Perim, 1983). Nas condições do bioma Amazônia, município de Rio Branco, estado do Acre, Mendonça et al. (2003) avaliaram dez cultivares, em duas safras, e obtiveram rendimentos entre 26,85 t ha⁻¹ e 52,78 t ha⁻¹ de matéria verde da parte aérea. Em Moju, estado do Pará, Alves e Modesto Júnior (2012) avaliaram 13 variedades de mandioca-brava em sistema de produção com roça sem fogo e obtiveram rendimento entre 9,58 t ha⁻¹ e 27,08 t ha⁻¹ de matéria verde da parte aérea. Já em Tracuateua, usando as técnicas do Sistema Bragantino e diversas densidades de plantio, Cravo et al. (2009) obtiveram, em média, 20,7 t ha⁻¹ de matéria verde de mandioca.

O aproveitamento mais nobre da parte aérea, principalmente das folhas, poderia ser para alimentação humana e animal, por ser rica em proteína em base seca, em torno de 20,77% (Penteado; Ortega Flores, 2001), mas existem resultados que atingem 33,04% a 38,44% aos 12 meses de idade (Modesto et al., 2001; Bohneberger, 2008). Também é rica em vitamina A e C, conteúdo de minerais relativamente alto, especialmente ferro (Cereda, 2001; Penteado; Ortega Flores, 2001). Os ramos grossos (parte mediana da planta) que não forem aproveitados para novos plantios e as cepas poderiam ser utilizadas como biomassa para geração de energia ou queimados nos fornos para fabricação de farinha, reduzindo, assim, o uso de lenha.

Pesquisas realizadas por Veiga (2012) na cidade de Echaporã, SP, indicaram que os resíduos da colheita da mandioca deixados no campo apresentaram características gerais próximas às biomassas de espécies lenhosas e de gramíneas, com poder calorífico superior a $17,21 \text{ MJ.kg}^{-1}$ e podem ser utilizadas como fontes de energia, por meio da combustão.

Contribuição dos biomas nos reflorestamentos com *Eucalyptus* e *Pinus*

O plantio de florestas cresceu anualmente, de 2006 a 2012, numa taxa de 2,8% ao ano, destinado a atender o consumo de madeira, aos diversos usos industriais do Brasil. Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul destacaram-se no cenário nacional como detentores de 87,1% da área total de plantios florestais, sendo a maior concentração de plantios nas regiões Sul e Sudeste do País (72,3%), em virtude da localização das principais unidades industriais dos segmentos de celulose e papel, painéis de madeira industrializada, siderurgia a carvão vegetal e madeira mecanicamente processada (Anuário..., 2013). As madeiras das florestas nativas são processadas nas serrarias, para laminação, fábricas de compensado ou lenha e carvão vegetal. Enquanto as madeiras de florestas cultivadas são destinadas para produção de celulose, madeira serrada, lâminas, compensados, painéis reconstituídos, lenha, carvão vegetal e para construção civil (Silva et al., 2009).

A maior parte das florestas plantadas no Brasil, em 2012, corresponde às espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* com 6.664.812 ha, equivalente a 92,8% da área cultivada (Anuário..., 2013). A área plantada de *Eucalyptus* e *Pinus*, em 2012, nos estados dos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, é apresentada na Tabela 4. O bioma Cerrado apresenta a maior área cultivada, com 1,51 milhões de hectares, equivalentes a 61,52% da área total, com destaque para os estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. A Caatinga contribui com 25,82% da área total plantada, com o estado da Bahia sendo praticamente responsável por toda a produção de madeira. O bioma Amazônia apresenta a menor área plantada, com apenas 12,66% do total, tendo o Pará como principal produtor.

Tabela 4. Área de plantios de *Eucalyptus* e *Pinus*, nos estados dos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, no ano base de 2012.

Estado	Biomas – área consolidada de plantios de <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> (ha) em 2012		
	Amazônia	Cerrado	Caatinga
Bahia	0	0	616.694
Mato Grosso do Sul	0	364.252	0
Pará	159.657	0	0
Maranhão	58.930	112.660	0
Goiás	0	52.877	0
Amapá	49.951	0	0
Mato Grosso	32.389	20.393	0
Tocantins	9.886	99.966	0
Piauí	0	10.260	17.470
Minas Gerais	0	850.258	0
Total	310.813	1.510.666	634.164

Fonte: Adaptado de Anuário... (2013).

A madeira de *Eucalyptus* e *Pinus* é destinada para papel, celulose, siderurgia, carvão vegetal, painéis de madeira industrializada, entre outros. Mesmo o plantio de outras espécies, como acácia, seringueira, paricá, teca, araucária e pópulos, que somaram 521.131 ha e representaram 7,2% das florestas plantadas em 2012 no Brasil, são destinadas à industrialização, visando ao uso nobre como madeira para energia, laminados, compensados, papel, moveis, deck, portas, marcenarias, embarcações, molduras e outros (Anuário..., 2013). De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (Abraf), para cada 1,0 ha de plantios florestais em 2012, as empresas associadas individuais da Abraf contribuem com a preservação de 0,97 ha de florestas nativas.

Fica bem caracterizado que a madeira oriunda de plantios florestais é destinada à geração de energia e às cadeias produtivas que melhor remuneram os produtos derivados da madeira. Para o uso de lenha para o processamento de raízes em farinha de mandioca, torna-se necessário estabelecer programas específicos para atender à demanda por lenha. Por exemplo, no distrito industrial de Americano, município de Santa Isabel do Pará, estado do Pará, existe um arranjo produtivo local com a existência de cerca de 140 unidades de processamento de farinha de tapioca, que demandam, em média, 24,6 mil metros cúbicos de lenha por ano, para atender ao funcionamento desse arranjo produtivo (Alves; Modesto Junior, 2012) e um mercado de R\$ 984.000,00 anuais, considerando o valor médio de R\$ 40,00 por metro cúbico da lenha, em 2016.

Considerações finais

O bioma mais impactado pela conversão de mandioca em farinha é o Amazônia, com uma equivalência de desmatamento anual de 171.707 ha de capoeiras em regeneração, com produção de farinha de 2.146.339 t e uma relação custo/benefício ambiental de 12,5, significando que, para cada hectare de capoeira impactado com a extração de lenha, se obtém 12,5 t de farinha. O segundo mais impactado é o bioma Cerrado, com uma equivalência de desmatamento de 99.615 ha, para uma produção de 664.100 t de farinha, com uma relação custo/benefício ambiental de 6,6, que corresponde ao menor rendimento de lenha por hectare. O bioma Caatinga teve equivalência de desmatamento de 29.556 ha para uma produção anual de farinha de 647.772 t, com uma relação custo/benefício ambiental de 21,9, apresentando a maior eficiência da extração de lenha para produção de 21,9 t de farinha por hectare impactado.

A farinha de mandioca é um alimento básico da maioria dos brasileiros e sua produção tende a aumentar, com o crescimento populacional. A demanda por lenha para o processamento de farinha de mesa nos três principais biomas brasileiros é de 8.299.717 m³, o equivalente a um valor da produção de R\$ 199.193.208,00, considerando o preço médio de R\$ 24,00 (Ibge, 2014b). Esse passivo ambiental representa hoje – já que a produção de mandioca tem se mantido estável – um potencial para implantação anual de 572.394 ha de florestas energéticas, com base no rendimento médio de lenha de 14,5 m³ por ha.ano⁻¹ em florestas cultivadas (Afonso Junior et al., 2006), somente para atender à cadeia produtiva da mandioca.

Um programa objetivo de reflorestamento para produção de madeira como combustível e eficiência de conversão e consumo deve ser fomentado pelo governo federal, para recuperar o passivo ambiental de extração de lenha e carvão nos três biomas, por serem fontes renováveis de energia, uma vez que são capazes de se regenerar continuamente. Esse seria o reconhecimento da importância da biomassa para a Matriz Energética Brasileira.

Embora seja evidente o esforço de redução da contribuição dessa fonte de energia, perceptível nas projeções oficiais da Matriz Energética Brasileira para 2030, na oferta interna de energia, deve-se ressaltar que a alternativa do fomento a florestas energéticas deveria constar como alternativa importante de nossa matriz, considerando que o Brasil tem espetacular potencial fotossintético para geração de energia, a lenha como componente dos processos de verticalização da atividade agropecuária, a necessidade de mitigar a pressão de exploração sobre os principais biomas brasileiros e

contribuir para o aprisionamento de carbono, reduzindo os indicadores de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) do País.

Além do reflorestamento, há potencial para a exploração manejada e sustentável dos diferentes biomas, com estimativa de $6,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ – $2,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no bioma Amazônia, $4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ – $2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no bioma Cerrado e $2,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no bioma Caatinga, para a extração de lenha (Uhlig, 2008), sem a necessidade de utilização do corte raso ou de desmatamento generalizado, que, associado ao aproveitamento dos resíduos da mandioca deixados no campo como energia para serem queimados nos fornos para fabricação de farinha, reduziria os impactos ambientais nos três biomas.

Referências

ANUÁRIO estatístico ABRAF 2013: ano base 2012. Brasília, DF: Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, 2013. 148 p. Disponível em: <<http://bibliotecaforestal.ufv.br/handle/123456789/3910>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

AFONSO JÚNIOR, P. C.; OLIVEIRA FILHO, D.; COSTA, D. R. Viabilidade econômica de produção de lenha de eucalipto para secagem de produtos agrícolas. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 28-35, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30093.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, A. R. de; OLIVEIRA, V. M. do N.; GARRIDO, M. A. Potencial energético de área conservada de caatinga em Petrolina-PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE FLORESTAS ENERGÉTICAS, 1., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Documentos, 178). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2009-09/40801/1/OPB2315.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Custo e rentabilidade do processamento de farinha de tapioca no distrito de americano, município de Santa Isabel do Pará, Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 8, n. 15, p. 7-18, 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90962/1/R-15-Custo-e-Rentabilidade-Proc.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JUNIOR, M. de S. Desempenho produtivo e variabilidade de variedades de mandioca para produção de farinha e fécula no município de Baião. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76832/1/9.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

BOHNENBERGER, L. **Concentrado proteico de folhas de mandioca como complemento alimentar para tilápias do Nilo**. 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Estadual do Oeste do Parana, Cascavel. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/tede/tde_arquivos/1/TDE-2008-12-01T133923Z-272/Publico/LEANDRO%20BOHNENBERGER.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2016.

CEREDA, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. p. 13-37. (Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas, v. 4).

COSTA, I. R. S.; PERIM, S. **Variedades de mandioca brava, resistentes à bacteriose para a região geoeconômica de Brasília**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1983. 6 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 31). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105875/1/comtec-31.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. Produtividade de Feijão-Caupi e Mandioca em função de arranjos espaciais de plantio, usando técnicas do Sistema Bragantino. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, 2., 2009, Belém, PA. **Da Agricultura de subsistência ao agronegócio**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 741-745.

DIAMOND, J. **Colapso**: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2005.

DIAS, J. M. C. de S.; SOUZA, D. T. de; BRAGA, M.; ONOYAMA, M. M.; MIRANDA, C. H. B.; BARBOSA, P. F. D.; ROCHA, J. D. **Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2012. 130 p. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 13). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/952626/1/DOC13.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2015**: ano base 2014: relatório síntese. Rio de Janeiro, 2015. 62 p. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%3%adntese%20do%20Relat%3%b3rio%20Final_2015_Web.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, 2007. 324 p.

FORUM DO CLUBE DO SAHEL E DA ÁFRICA OCIDENTAL, 2011, Cabo Verde. **África ocidental e Brasil frente aos desafios das energias renováveis**. Paris: Secretariado do Clube do Sahel e da África Ocidental; Moulinaux: Centro Regional para Energias Renováveis e Eficiência Energética, 2011. 35 p. Disponível em: <<https://www.oecd.org/swac/events/49118321.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; CESTANO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília, DF: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/web_uso_sustentavel_e_conservao_dos_recursos_florestais_da_caatinga_95.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2016.

GENOVESE, A. L.; MORALES UDAETA, M. E. ; GALVÃO, L. C. R. Aspectos energéticos da biomassa como recurso no Brasil e no mundo. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Proceedings...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=M5C000000022006000100021&script=sci_arttext>. Acesso em: 21 jul. 2016.

GOLEMAN, D. **Inteligência ecológica**: o impacto do que consumimos e as mudanças que podem melhorar o planeta. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 209 p.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. Produção Agrícola Municipal. **Tabela 1612** - área plantada, área colhida, quantidade produzida (toneladas),

rendimento médio, valor da produção da lavoura temporária. Brasília, DF, 2014a. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Quantidade produzida na extração vegetal (metros cúbicos). Brasília, DF, 2014b. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=289&z=t&o=29&i=P>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. **Tabela 1618** - levantamento sistemático da produção agrícola. Área plantada no Brasil. Safra 2015. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z=t&o=26&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O. A.; PAULA, J. E. de; IMAÑA, C. R. Equações de volume de madeira para o cerrado de planaltina de Goiás. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 107-116, 2009. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/viewFile/13731/9252>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

MAPA de biomas e de vegetação. [Rio de Janeiro]: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtml>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. Grupo Permanente de Trabalho Interinstitucional. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no estado do Maranhão**. São Luis, 2011. 110 p. Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_pt/Galerias/Arquivos/Publicacoes/Plano_Estadual_do_Maranhxo.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2016.

MENDONÇA, H. A. de; MOURA, G. de M.; CUNHA, E. T. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas e colheita no Estado do Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 761-769, jun. 2003.

MODERNIZAÇÃO da produção de carvão vegetal no Brasil: subsídios para revisão do Plano Siderurgia. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015. 150 p. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/Carvao_Vegetal_WEB_02102015_10225.PDF>. Acesso em: 11 nov. 2016.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Produção de farinha de mandioca e farinha de tapioca no estado do Pará como oportunidades de negócios para empreendedores e agricultores da Amazônia. In: DENARDIN, V. F.; KOMARCHESKI, R. (Org.). **Farinheiras do Brasil: tradição, cultura e perspectivas da produção familiar de farinha de mandioca**. Matinhos: UFPR Litoral, 2015. Cap. 7, p. 147-171. Disponível em: <http://www.ppgdts.ufpr.br/wp-content/uploads/2015/09/Farinheiras-do-Brasil_EBOOK.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2016.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T. dos; VIDIGAL FILHO, P. S.; ZAMBOM, M. A.; VILELA, D.; JOBIM, C. C.; FARIA, K. P.; DETMANN, E. Composição química das folhas de cinco cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes épocas de colheita. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **[Anais]**. [Brasília, DF: SBZ, 2001].

- NOGUEIRA, L. A. H.; COELHO, S. T.; UHLIG, A. **Sustainable fuelwood production in Brazil**. In: ROSE, S.; REMEDIO, E.; TROSSERO, M. A. (Ed.). Criteria and indicators for sustainable woodfuels: case studies from Brazil, Guyana, Nepal, Philippines and Tanzania. Rome: FAO, 2016. p. 11-30. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i1321e/i1321e03.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- OLIVEIRA, C. T. A.; GRIMONI, J. A. B.; SILVA, F. A. T. A evolução da importância ambiental. In: GRIMONI, J. A. B.; GALVÃO, L. C. R.; UDAETA, M. E. M. (Org.). **Iniciação a conceitos de sistemas energéticos para o desenvolvimento limpo**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. (Acadêmica, 58).
- PENTEADO, M. V. C.; ORTEGA FLORES, C. I. Folhas de mandioca como nutrientes. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. p. 48-66. (Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas, v. 4).
- PEREIRA, J. B. Diagnóstico sobre a exploração dos Cerrados piauienses. In: ECOA [Campo Grande, MS]: Fundação Águas do Piauí, [2014?]. Disponível em: <<http://www.ecoa.org.br/canal.php?mat=6682>>. Acesso em: 19 jul. 2016.
- ROCHA, A. M.; SILVA, M. S.; FERNANDES, F. M.; SOARES, P. M.; KONISH, F. Aproveitamento de fibras de coco para fins energéticos: revisão e perspectivas. In: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 10., 2015, São Paulo. [Anais...]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/agrener2015/sites/default/files/tematica8/744.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2016.
- SAMPAIO, C. A.; KATO, O. R.; NASCIMENTO-E-SILVA, D. Sistema de corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo à sustentabilidade florestal no nordeste paraense. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 41-53, jan./abr. 2008. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/408949/1/ID40681.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2016.
- SILVA, M. L. da; CORDEIRO, S. A.; MOREIRA, A. B. de O.; MOREIRA, A. de A. Impacto econômico das áreas de preservação permanente e reserva legal na produção de carvão vegetal. **Revista de Política Agrícola**, v. 18, n. 3, p. 50-57, jul./set. 2009.
- UHLIG, A. **Lenha e carvão vegetal no Brasil: balanço oferta-demanda e métodos para estimação do consumo**. 2008. 124 f. Tese (Doutorado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.acendebrasil.com.br/media/academicas/UHLIG_Tese1.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2016.
- VEIGA, J. P. S. **Caracterização de resíduos de colheita da mandioca (*Manihot esculenta* CRATZ) e avaliação do potencial de co-geração de energia no processo de produção de etanol**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/264695/1/Veiga_JoaoPauloSoto_M.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2016.
-