Agroenergia, Energia e Sociedade: Textos Selecionados

YOLANDA VIEIRA DE ABREU • ADRIELE CRISTINA SANTOS
MARCIA CRISTINA GONÇALVES • HELOISA RODRIGUES NASCIMENTO
BARSANULFO JACINTO XAVIER FILHO

NÚCLEO EM INTERUNIDADES EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E ENERGÉTICO.UFT-TO-BR

MESTRADO EM AGROENERGIA DA UFT - TO - BRASIL

Digitized by Google

AUTORES

YOLANDA VIEIRA DE ABREU
Profa do Mestrado em Agroenergia – UFT

ADRIELE CRISTINA SANTOS
Mestranda do Mestrado em Agroenergia – UFT

BARSANULFO JACINTO XAVIER FILHO
Mestre pelo Mestrado em Agroenergia da UFT

HELOISA RODRIGUES NASCIMENTO
Mestre pelo Mestrado em Agroenergia da UFT e Profa IFTO

MARCIA CRISTINA GONÇALVES
Mestre pelo Mestrado em Agroenergia da UFT e Profa IFTO

1ª Edição - Campo Grande - MS - Brasil - 2021

NÚCLEO EM INTERUNIDADES EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E ENERGÉTICO.UFT-TO-BR.
Mestrado em Agroenergia da UFT - TO – Brasil

Digitized by Google

Conselho Editorial Life Editora

Prof. Dr. Amilcar Araujo Pereira
UFRJ/ Faculdade de Educação

Prof. Dr. Edgar César Nolasco
UFMS/ Campo Grande-MS

Prof. Dr. Gilberto José de Arruda
UEMS/ Unidade de Dourados

Prof. Dr. Matheus Wemerson G. Pereira
UFMS/Campo Grande-MS

Prof. Dr. Giovani José da Silva
UFMS/Campus de Nova Andradina

Profª. Dra. Helena H. Nagamine Brandão
Universidade de São Paulo - USP-SP

Profª. Dra. Joana Aparecida Fernandes Silva
UFG/Goiás

Prof. Dr. João Wanderley Geraldi
Universidade do Porto, Portugal/ INEDD/Universidade Siegen/Alemanha e Unicamp

Profª. Dra. Léia Teixeira Lacerda
UEMS/ Unidade de Campo Grande

Profª. Dra. Maria Cecília Christiano Cortez de Souza
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

Profª. Dra. Maria Leda Pinto
UEMS/ Unidade de Campo Grande

Prof. Dr. Marlon Leal Rodrigues
UEMS/ Unidade de Campo Grande

O papel utilizado em nossos livros são biodegradáveis e renováveis. Provém de florestas plantadas que dão emprego a milhares de brasileiros e combatem o efeito estufa, pois absorvem gás carbônico durante o seu crescimento! A tinta utilizada na impressão das páginas é à base de soja, cujo componente é renovável e atóxico que não degrada o meio ambiente.

Digitized by Google

Copyright © by **Yolanda Vieira de Abreu**
Adriele Cristina Santos
Barsanulfo Jacinto Xavier Filho
Heloisa Rodrigues Nascimento
Marcia Cristina Gonçalves

Direitos Autorais reservados de acordo com a Lei 9.610/98

Coordenação Editorial
Valter Jeronymo

Revisão
Os próprios autores

Assistente de Coordenação
Raquel de Souza

Formatação
Life Digital

Projeto Gráfico
Life Editora

Associado
ABEC BRASIL
Associação Brasileira de Editores Científicos

Life Editora
Rua Américo Vespúcio, 255 - Santo Antonio
CEP: 79.100-470 - Campo Grande - MS
Fones: (11) 3508 1941 - Cel.: (67) 99297-4890
contato@lifeeditora.com.br • **www.lifeeditora.com.br**

lifeeditora
lifeeditora
lifeeditora
lifeeditora
lifeeditora
lifeeditora

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Abreu, Yolanda Vieira de

Agroenergia, Energia e Sociedade: Textos Selecionados / Yolanda Vieira de Abreu et al – Campo Grande, MS: Life Editora, 2021.

114p. : il. : 23 cm

ISBN 978-65-5887-060-9

1. Agroenergia 2. Biomassa 3. Energia I. Título

CDD - 370

Proibida a reprodução total ou parcial, sejam quais forem os meios ou sistemas, sem prévia autorização dos autores.

Digitized by Google

"somos talhados e moldados por aquilo que amamos"
Johann Wolfgang von Goethe

Digitized by Google

Sumário

PANORAMA DA PRODUÇÃO DE CANADE-AÇÚCAR E ETANOL NO ESTADO DO TOCANTINS.....08
1. Introdução.....08
2. Panorama do Etanol no Brasil e no Tocantins.....11
2.1 Etanol no Brasil.....11
2.2 Etanol no Estado do Tocantins.....16
3.Metodologia.....18
4. Resultados e Discussões.....20
5. Considerações Finais.....30
Referências Bibliográficas.....31

INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIAFLORESTA (ILPF) E SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAFS): CONCEITOS E CONTRIBUIÇÕES AO MEIO AMBIENTE.....37
1.Introdução.....37
2. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).....39
2.1 Conceitos e modalidades dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta...39
2.2. Escolha das espécies culturais para ILPF.....44
2.3. O componente arbóreo em sistemas integrados de produção.....45
2.4. Componente forrageiro e componente animal.....47
2.5. Contribuição do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta para a sustentabilidade e meio ambiente.....48
3. Sistemas Agroflorestais.....53
3.1. Conceitos.....53
3.1.1. Sistema de rotação de culturas (baseado no arranjo temporal das culturas).....54
3.1.2. Sistema de consorciação (baseado no arranjo espacial das culturas).....56
3.1.3. Sistema de acordo com a natureza e arranjo de seus componentes.....58
3.2. Componente arbóreo.....59
3.3. SAFs e o meio ambiente.....60
4. Políticas Públicas de Fomento à Adoção de Sistemas de Integração.....62
4.1. Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono).....62
4.2. Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono).....63
4.3. Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.....65
4.4. Rede de Fomento à Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta.....66
5.Conclusão.....67
Referencias Bibliográficas.....67

Digitized by Google

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA E FERTILIZANTE: O PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES NO TOCANTINS....76
1. Introdução....76
2. Avicultura no Brasil e no Tocantins....78
2.1 Resíduos da Avicultura – Cama de Frango....80
2.2 O Plano ABC e o Programa de Biodigestores no Tocantins....82
2.3. Ciclo da produção de energia e fertilizante sustentável, a partir da cama de frango....84
3. Implantação de Biodigestores em Granjas da Região Central do Tocantins....86
3.1 Rentabilidade do biodigestor de cama de frango: o caso de uma granja do Tocantins....87
4. Conclusão....91
Referencias Bibliográficas....91

FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA: PROBLEMAS DE ASSIMETRIAS DE INFORMAÇÕES E DE EFICIÊNCIA ALOCATIVA DOS RECURSOS, POR PARTE DA AGÊNCIA REGULADORA DO SETOR ELÉTRICO....95
1 Introdução....95
2 Assimetria Entre o Agente Regulador e os Agentes Regulados....97
2.1 Análise da Assimetria Quando Relacionada Com o Suprimento de Energia..99
3 Os Leilões de Energia e a Assimetria de Informações....104
3.1 A Indústria de Rede e a Assimetria, Analisadas Sob o Aspecto da Transmissão de Energia....107
4 Conclusão....110
Referências Bibliográficas....111

Digitized by Google

PANORAMA DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR E ETANOL NO ESTADO DO TOCANTINS

Resumo

O presente trabalho apresenta o levantamento de dados sobre a produção de cana-de-açúcar e etanol no Estado do Tocantins a partir da safra 2010/11 até a safra 2020/21. A metodologia utilizada consistiu na pesquisa exploratória, descritiva e bibliográfica. A região compreendida pelo estudo é composta pelos municípios de Bom Jesus, Tupirama e Pedro Afonso, local onde possui o cultivo da cana-de-açúcar no Estado, devido à instalação da Usina Bunge. Realizou-se a organização de mapas de uso e cobertura do solo referente aos anos de 2010 e 2018, a partir de dados obtidos do projeto MapBiomas, e a elaboração do mapa de potencial de uso da terra relativo ao ano de 2012 para visualizar as modificações no uso do solo em decorrência da atividade de agricultura. Percebe-se que a produção tanto de cana-de-açúcar, quanto do etanol avançaram na região a partir da safra 2010/11, e que a partir da safra 2017/18 apresenta uma tendência a estabilização, visto que as áreas destinadas à plantação estão consolidadas. Outro aspecto, é que a ocupação desta não pode ocorrer de forma desordenada, depende de políticas públicas visando o desenvolvimento econômico sustentável e a melhoria na qualidade de vida da população desta região, além de pesquisas envolvendo o setor agrícola, como o desenvolvimento de novas espécies adaptadas as condições edafoclimáticas.

1. Introdução

A cana-de-açúcar sempre teve importância econômica no Brasil, sendo basicamente destinada à indústria sucroalcooleira, formando as-

Digitized by Google

sim um produto fundamental para o agronegócio no país, pois permite produzir açúcar, etanol e energia elétrica (BITTENCOURT E GOMES, 2014; GOLDEMBERG, 2007). O país é o maior produtor da cultura, seguido por Índia e China, com 720 milhões de toneladas, sendo responsável por mais de 40% do cultivo em todo o mundo (YARA BRASIL, 2020).

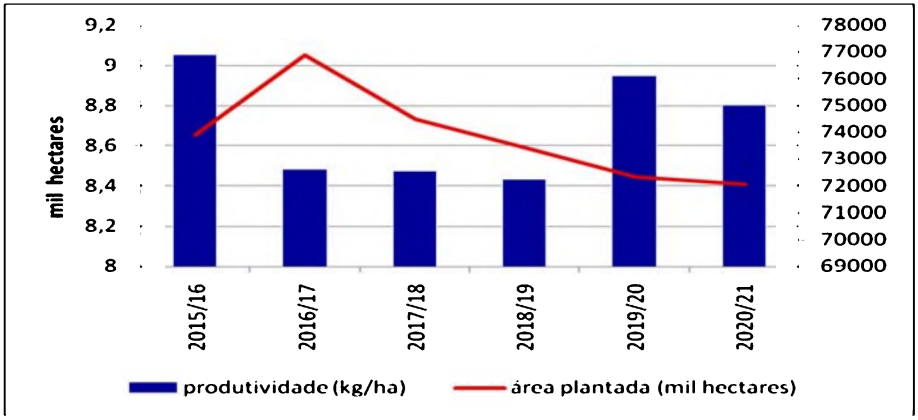
Em razão do potencial do mercado sucroalcooleiro no Brasil, a cana-de-açúcar não é tratada apenas como mais um produto agrícola nacional, mas como a mais importante fonte de biomassa energética (RODRIGUES, 2010). Em 2019, a participação de fontes renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se entre as mais elevadas do mundo, com cerca de 46,1%. Atualmente, a cana-de-açúcar representa 18% da produção de energia renovável do país, segundo dados do Balanço Energético Nacional (BEN) ano base 2019 (EPE, 2020).

A área cultivada com cana-de-açúcar que deverá ser colhida e destinada à atividade sucroalcooleira prevista para a safra 2020/21 é de 8.406,7 mil hectares, distribuída em todos os estados produtores, indicando uma pequena redução de 0,4% em relação à safra anterior. A produção nacional de cana-de-açúcar está concentrada na Região Centro-Sul do Brasil, pois de acordo com o primeiro levantamento da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), para a safra 2020/21, esta deverá ser responsável por 91,77% da produção total, enquanto a Região Norte-Nordeste corresponderá a aproximadamente 8,23% (CONAB, 2020).

Entretanto, verifica-se no levantamento de dados realizados pela CONAB no período entre as safras 2015/16 até 2020/21, uma diminuição em relação à variável área plantada (mil hectares), enquanto a produtividade (Kg/ha) nas duas últimas safras tende a aumentar em comparação com as safras anteriores, conforme podemos visualizar na figura 1.

Digitized by Google

Figura 1 - Evolução da área plantada e da produtividade de cana-de-açúcar no Brasil



Fonte: CONAB (2015; 2016; 2017; 2018; 2019; 2020)

A redução na área plantada deve-se principalmente a fatores climáticos, como o atraso das chuvas nas principais áreas produtoras como a Região Sudeste, porém o aumento da produtividade deve-se a investimentos realizados pelos produtores em melhoramentos genéticos e tecnologia na plantação.

Dentre os Estados produtores de cana-de-açúcar e etanol na Região Norte do Brasil, o destaque é para o Tocantins, que vem aumentando a sua produção desde a safra 2010/11, o qual tinha uma área plantada de 2, 82 mil hectares e para a safra 2020/21 tem-se a estimativa de área plantada de 28,4 mil hectares, essa expansão se refere à implantação da Usina Bunge no município de Pedro Afonso no ano de 2011 (CONAB, 2012; CONAB, 2020).

O plantio de cana no Tocantins apresenta crescimento na última década, porém nas últimas safras tem mantido praticamente constante a área plantada, entretanto a produtividade apresenta um rendimento maior que a média nacional. A produção está concentrada nos municípios do nordeste do Estado, em Bom Jesus, Tupirama e Pedro Afonso. A produtividade da cana-de-açúcar no Estado do Tocantins tem-se destacado na safra 2019/20, foi de 80.766 kilogramas por hectare, enquanto a média nacional foi de 76.133 kilogramas por hectare (SANTANA, 2012; CONAB, 2020).

Por isso, o objetivo geral deste trabalho é apresentar o levantamento de dados sobre a produção de cana-de-açúcar e etanol no Estado

Digitized by Google

do Tocantins a partir da safra 2010/11 até a safra 2020/21. Estudar este tema é relevante, tendo em vista que a região é relativamente nova na produção de cana-de-açúcar no país.

2. Panorama do Etanol no Brasil e no Tocantins

2.1 Etanol no Brasil

Os choques do petróleo na década de 1970 incentivaram, em âmbito mundial, a busca por fontes renováveis de energia, e o Brasil, utilizando a estrutura canavieira destinada principalmente na produção do açúcar, lança em 1975 o PROÁLCOOL - Programa Nacional do Álcool (MORAES e BACCHI, 2014). Este programa foi concebido para garantir o fornecimento de energia, bem como apoiar a indústria açucareira pela diversificação da produção, depois da queda do preço do açúcar em 1974 e as crises do petróleo na década de 1970. Porém, é necessário citar que esta não foi a primeira experiência brasileira em produzir álcool para ser utilizado em veículos, mas este foi o mais bem sucedido programa de biocombustível para substituir os derivados de petróleo. Por meio desta experiência brasileira foram construídas destilarias, que transformaram o excesso da produção de cana-de-açúcar em etanol anidro utilizado desde então de forma impositiva, pelo governo federal, como aditivo na gasolina, sem a necessidade de nenhuma modificação nos motores dos veículos (KOHLHEPP, 2010).

Com o segundo choque do petróleo em 1979, o programa foi ampliado, visando nessa fase à produção de álcool como combustível substituto à gasolina, sendo aqui priorizada a produção de álcool hidratado. O governo passa a estimular o consumo de álcool dando isenções fiscais para a aquisição de veículos movidos exclusivamente a álcool e, também, convertendo sua frota de veículos para esse combustível (MICHELLON *et al.*, 2008).

Na segunda metade dos anos 1980, os subsídios para a produção do etanol tiveram que ser drasticamente reduzidos em razão da situação econômica do país e da inflação naquela época. Quando, em 1986, os

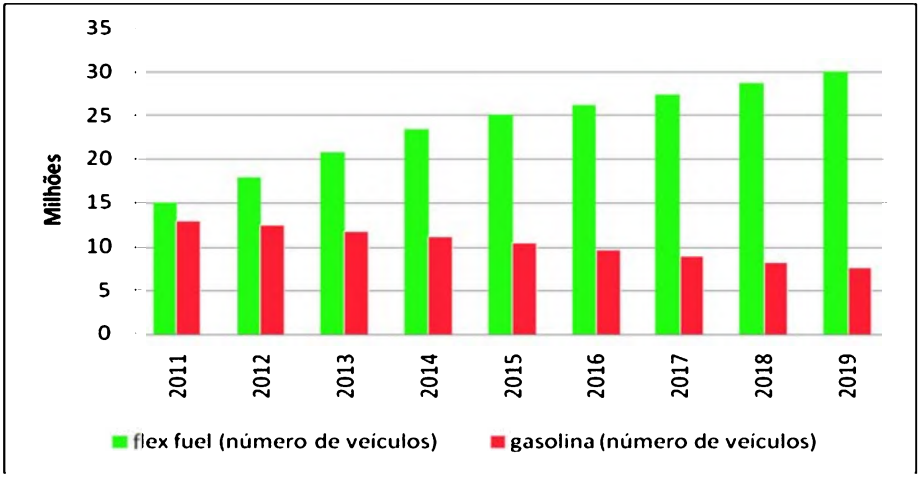
Digitized by Google

preços do petróleo caíram, o Proálcool, que havia se tornado rentável pelo alto preço do petróleo, não era mais economicamente viável. O aumento do preço do açúcar e a liberalização da exportação do produto em 1988 levaram à redução da produção do etanol. Após 1989, com o crescente aumento do preço desse combustível, aumentaram as vendas de veículos movidos a gasolina, levando, nos anos 1990, ao final da produção de motores movidos somente a etanol. Entretanto, foi mantida a mistura de etanol à gasolina de 20%-25%, a fim de reduzir as emissões de dióxido de carbono, especialmente nos centros urbanos (KOHLHEPP, 2010).

Um grande impulso ao etanol no Brasil ocorreu em 2003, com o lançamento de carros com tecnologia *flex-fuel*, veículos que podem ser movidos a gasolina, a etanol, ou com a mistura dos dois. Essa nova fase resultou no aumento da produção de cana-de-açúcar, e consequentemente, na importância do setor sucroenergético na economia nacional (MORAES e BACCHI, 2014). O Brasil atualmente é o segundo maior produtor mundial de etanol superado apenas pelos Estados Unidos (ANTERO *et al.*, 2019).

Observando a figura 2 abaixo, pode-se verificar o crescimento do número de veículos *flex-fuel* em relação aos veículos movidos exclusivamente por gasolina no Brasil, no segmento de automóveis leves, no período compreendido entre 2011 a 2019.

Figura 2 - Número de veículos da frota brasileira de automóveis leves no período de 2011 a 2019.



Fonte: UNICA (2019a)

Digitized by Google

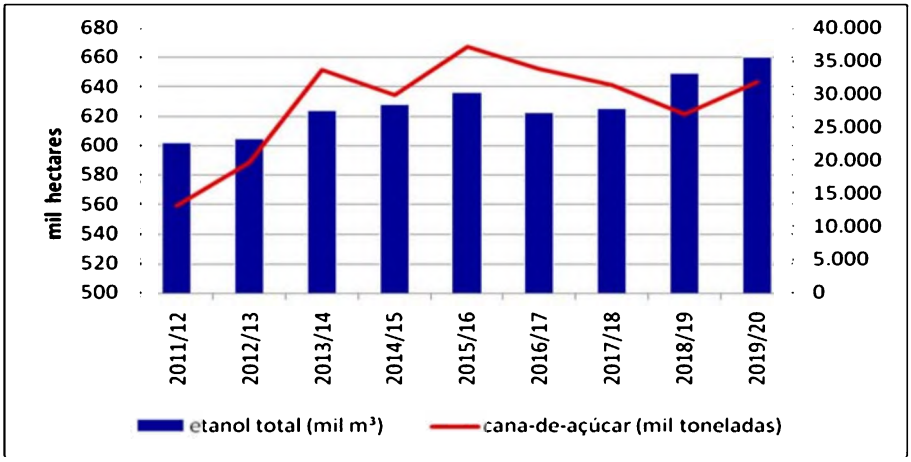
A partir de 2011, percebe-se o crescimento contínuo na frota brasileira de automóveis leves *flex-fuel*, ultrapassando a quantidade de veículos movidos a gasolina, atualmente representando mais de 78% dos veículos no Brasil.

Considerando este cenário, surge a necessidade de aumento da produção, que neste momento inicia sua expansão nas áreas denominadas de novas fronteiras agrícolas, em função das limitações de crescimento nas regiões tradicionais de atividades agropecuárias (OYAMADA *et al.*, 2014). Além disso, segundo Ferro e Castro (2013), outros fatores estimularam o desenvolvimento agrícola nestas regiões do país, tais como, oferta de crédito, pesquisa e assistência técnica.

Analisando a figura 4, que mostra a produção brasileira de cana-de-açúcar e etanol total no Brasil, desde a safra de 2011/12 até a safra de 2019/20, elaborado a partir de dados da União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA), observa-se que a expansão da produção de etanol no Brasil é expressiva. Nos anos 2011/12 a produção era de 22.682 mil m³ contra 35.595 mil m³ em 2019/20. Sendo que a partir do surgimento dos veículos *flex-fuel*, no ano de 2003, a produção de etanol tem apresentado números significativos, visto que a chegada desta nova tecnologia permitiu que o etanol pudesse competir com a gasolina diretamente em todo território nacional. Além dos veículos com tecnologia *flex*, o aumento do preço do petróleo e as questões ambientais relativas às emissões de poluentes que provocam o efeito estufa formam outro contexto a nível nacional e internacional que contribuíram de fato para estimularem a produção de etanol no Brasil e no mundo (MELO E SAMPAIO, 2014).

Digitized by Google

Figura 3 - Produção brasileira de cana-de-açúcar e etanol total a partir da safra 2011/12 a 2019/20



Fonte: UNICA (2019b)

Ainda constatou-se na figura 3 que a produção de cana-de-açúcar teve uma redução na safra 2014/15 de 3,7% em relação à safra anterior, e só não mais expressiva foi porque houve um leve aumento da área plantada no país (2,2%), além de outros fatores como as condições climáticas. (CONAB, 2015).

Já a redução para a produção de cana-de-açúcar na safra 2018/19 foi provocada pela devolução de áreas arrendadas e de fornecedores que substituíram o plantio da cana-de-açúcar por outra cultura, nas principais regiões produtoras do país (CONAB, 2019).

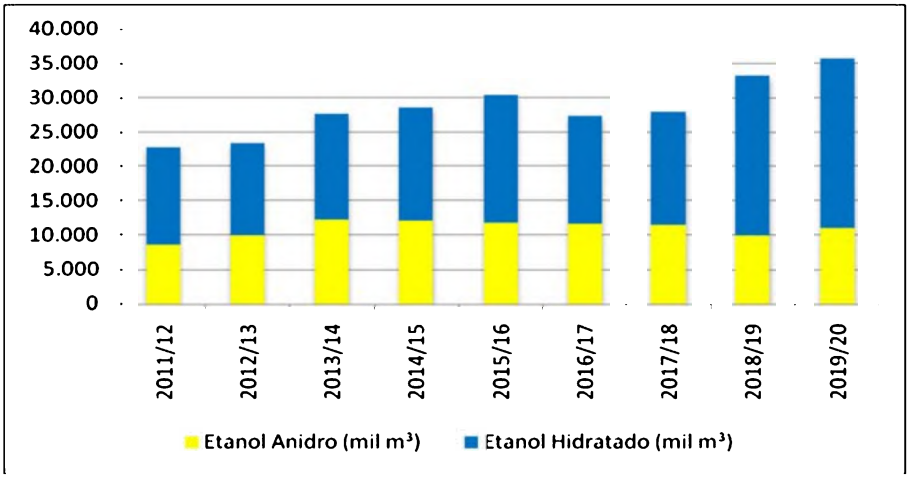
A partir de 2012, iniciou-se o planejamento de um futuro mais positivo, visto que a produção de etanol apresentou leve retomada e o governo federal mostrou sinais de reação à crise com uma série de incentivos, como a elevação do percentual de mistura do etanol na gasolina, de 20% para 25% e a redução de impostos PIS(Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social). E em 2015 a cobrança do CIDE sobre a gasolina foi retomada, e houve o aumento na mistura do etanol anidro na gasolina para 27% (DE PIERRO, 2013; UDOP, 2015).

Na figura 4, pode-se observar que a produção tanto do etanol anidro, quanto do hidratado tem aumentado no decorrer das safras. Porém

Digitized by Google

a produção de etanol hidratado, o qual é utilizado como combustível dos veículos *flex-fuel*, é maior devido ao aumento da demanda deste pelo mercado interno, resultante do crescimento da venda de veículos movidos por este combustível, enquanto, do etanol anidro é menor, porque este é utilizado apenas como aditivo da gasolina, por isso sua produção é menos significativa, e varia de acordo com o consumo da gasolina (SOARES, TOMÉ e DE SOUZA, 2013)

Figura 4 - Produção brasileira de etanol por tipo a partir da safra 2011/12 a 2019/20.



Fonte: UNICA (2019c)

Os custos de produção do etanol, no Brasil, são atraentes, por ser um dos mais baixos no mundo. Tal vantagem competitiva vem do fato de ser produzido a partir da cana-de-açúcar, com tecnologia já desenvolvida desde a década de 1980. Dentre outras vantagens, pode se citar a questão ambiental, onde, por exemplo, a redução das emissões de carbono, para cada metro cúbico de etanol de cana-de-açúcar usado como combustível pode atingir valores na faixa de 2,1 a 2,4 toneladas de dióxido de carbono, emitido na atmosfera (CRUZ, 2010).

Além da matéria-prima para produção de açúcar e etanol, seus subprodutos e resíduos são utilizados para cogeração de energia elétrica, fabricação de ração animal e fertilizantes para lavouras (AGEITEC, 2009).

Digitized by Google

A cogeração de energia elétrica é uma prática já consolidada há décadas nas indústrias canavieiras, utilizando o bagaço como combustível, com elevada eficiência às necessidades de potência mecânica e de calor do processo. Durante anos a produção de energia elétrica limitava-se a atender às necessidades da própria indústria. Entretanto, com a evolução do marco regulatório do setor elétrico, tornou-se possível incrementar o desempenho dos sistemas de cogeração que passaram a gerar excedentes para a rede pública, com crescente importância econômica, contribuindo para a oferta de eletricidade em muitos países, como o Brasil (BNDES, 2008).

2.2 Etanol no Estado do Tocantins

O Tocantins é considerado o "novo pólo agrícola do Brasil", possui mais de 50% da sua área com potencial agrícola. São terras férteis, de valor competitivo no mercado e de topografia plana, favorecendo a mecanização agrícola. Além disso, possui um maior tempo de incidência solar, se comparado com outros Estados brasileiros e apresenta uma boa quantidade de recursos hídricos disponíveis para a irrigação de culturas no período de estiagem (SEAGRO, 2020).

Atualmente só existe uma usina produtora de etanol no Estado do Tocantins, a Usina Bunge, unidade localizada no município de Pedro Afonso. Apenas no ano de 2013 foram cultivados 30 mil hectares e toda a produção é destinada para a produção de etanol. O empreendimento já criou mais de 1.200 empregos diretos no município (NOVACANA, 2013).

A capacidade de processamento é de 2,5 milhões de toneladas anualmente. Além disso, a usina traz diversos aspectos inovadores, entre eles o maior pivô central para irrigação já produzido no mundo, com um raio de cobertura de 1.300 metros. Os canaviais da usina Pedro Afonso, também, fazem uso de uma tecnologia ainda pouco utilizada no setor sucroenergético, porém interessante e muito promissora, porque esta permite que 70% da cana que abastece a usina seja irrigada

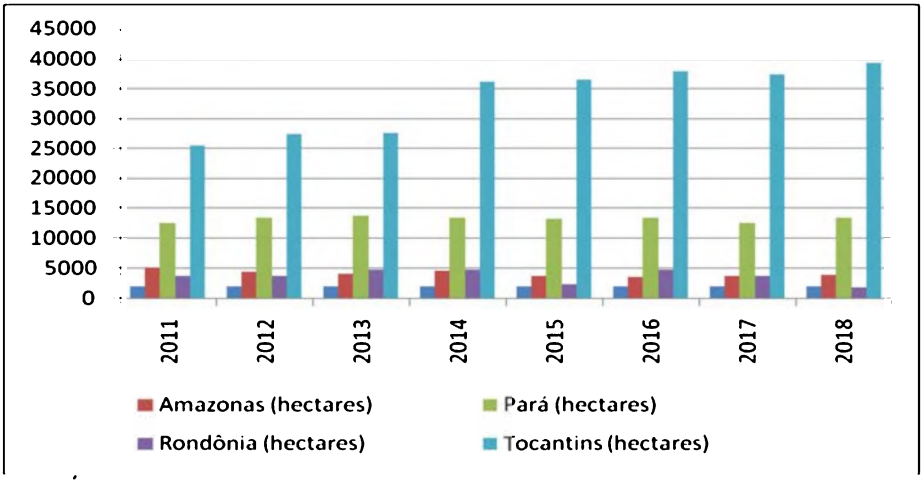
Digitized by Google

por pivô central (com água) ou fertirrigação (com vinhaça), sistema que pode gerar aumentos de produtividade (UNICA, 2011).

A plantação de cana-de-açúcar está distribuída nos municípios de Bom Jesus do Tocantins, Tupirama e Pedro Afonso.

O levantamento de dados da CONAB apresentados na figura 5 mostra que a área plantada com cana-de-açúcar tem se destacado entre os Estados produtores da Região Norte.

Figura 5 – Área plantada com cana-de-açúcar nos Estados produtores da Região Norte do Brasil entre os anos de 2011 a 2018.



Fonte: ÚNICA (2018)

A figura 5 mostra que o Estado do Tocantins possui a maior área plantada com a cana-de-açúcar e na safra 2019/20 foi responsável por mais de 60% da produção de cana em relação aos demais Estados produtores da Região Norte do país. O crescimento no volume de cana-de-açúcar colhida pela Usina Bunge é resultado de ações como: investimento em manutenção de canaviais e o aumento da área de renovação destes (TENÓRIO, 2015).

Em 2015, foi inaugurada uma Usina de etanol a base de batata-doce, originada de um projeto desenvolvido na Universidade Federal do Tocantins (UFT) Campus Palmas, desde 1996, sendo resultado de um convênio junto com a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). A capacidade total da usina é de três mil litros

Digitized by Google

de etanol por dia, e também será produzido a glucose, álcool em gel e ração animal. O projeto visa incorporar a produção de batata-doce para os pequenos e médios produtores rurais (G1 Tocantins, 2015).

3. Metodologia

O procedimento metodológico utilizado consistiu na pesquisa exploratória, descritiva e explicativa. Utilizou-se de pesquisa, tendo como fonte de dados: artigos, livros, documentos e sites oficiais, direcionados para os principais assuntos abordados como: estatísticas sobre safras de cana-de-açúcar e produção de etanol no Estado do Tocantins e no Brasil, Usina Bunge, municípios de Bom Jesus, Tupirama e Pedro Afonso-TO.

A área de estudo do trabalho apresentada na figura 6 compreende os municípios de Bom Jesus do Tocantins, Tupirama e Pedro Afonso, localizados na região nordeste do Estado.

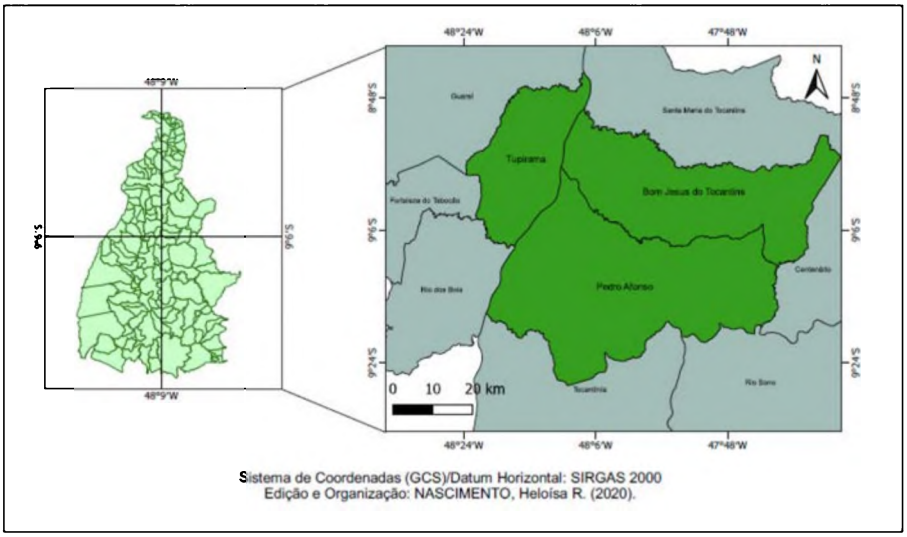
O município de Bom Jesus do Tocantins possui extensão territorial de 1.332,672 Km², a sede municipal está localizada (ϕ): 08°57'54" S e longitude (λ): 48°09'59" W, a uma altitude média de 204m. A população estimada no ano de 2020 é de 5.008 habitantes (SEPLAN, 2017a; IBGE, 2020a).

O município de Pedro Afonso está localizado na (ϕ): 08°58'03" S e longitude (λ): 48°10'29" W, a uma altitude média de 201m. Possui extensão territorial de 2.010,902 Km². A população estimada no ano de 2020 é de 13.773 habitantes (SEPLAN, 2017b; IBGE, 2020b).

O município de Tupirama localiza-se na (ϕ): 08°58'22" S e longitude (λ): 48°11'16" W, a uma altitude média de 201m. Possui extensão territorial de 712, 206 Km². A população no ano de 2020 é de 1.922 habitantes (SEPLAN, 2017c; IBGE, 2020c).

Digitized by Google

Figura 6 – Localização dos municípios de Bom Jesus do Tocantins, Pedro Afonso e Tupirama.



Fonte: Elaborada pela autora, a partir de dados da SEPLAN-TO (2012).

A economia dos municípios está baseada em atividades de agricultura e pecuária, destacando-se o cultivo de soja, cana-de-açúcar e milho. No quadro 1, apresenta-se levantamento de dados sobre a produção de cana-de-açúcar realizados pela SEPLAN-TO (2017) sobre área plantada, produtividade e produção no período entre 2010 e 2015.

Quadro 1 – Levantamento sobre área plantada, rendimento médio e produção nos municípios de Bom Jesus do Tocantins, Pedro Afonso e Tupirama.

	Anos	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bom Jesus do Tocantins	Área colhida (ha)	15	180	1.820	360	-	3.000
	Rendimento médio (Kg/ha)	40.000	85.000	70.000	80.000	80.000	80.000
	Produção (t)	400	15.300	127.400	28.800	480.000	240.000
Pedro Afonso	Anos	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Área colhida (ha)	2.000	18.000	18.000	18.000	-	29.000
	Rendimento médio (Kg/ha)	50.000	90.000	70.000	80.000	80.000	80.000
	Produção (t)	50.000	1.620.000	1.260.000	1.440.000	1.760.000	2.320.000

Digitized by Google

Tupirama	Anos	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Área colhida (ha)	-	100	2.900	4.000	-	3.000
	Rendimento médio (Kg/ha)	-	40.000	70.000	80.000	80.000	80.000
	Produção (t)	-	4.000	203.000	320.000	480.000	240.000

Fonte: SEPLAN (2017a; 2017b; 2017c)

Ao analisar os dados apresentados no quadro 1, verifica-se que a produção de cana-de-açúcar é significativa no município de Pedro Afonso, e que os municípios de Bom Jesus e Tupirama apresentam área colhida igual a 3.000 hectares para o ano de 2015.

Para complementar as informações sobre a disponibilidade de áreas para a expansão do cultivo, realizou-se a elaboração de mapas temáticos, que caracterizam a área de estudo. Utilizou-se o plano de informação da base de dados geográficos do Estado do Tocantins, "potencialidade de uso da terra" na escala 1:1.000.000, os quais foram elaborados no *software* QGIS (TOCANTINS, 2012). Após serem inseridos os dados no *software* QGIS, os mesmos foram transformados para o *datum* SIRGAS 2000. Com os dados organizados, iniciou-se a elaboração do *layout* dos mapas para o artigo, na escala 1:450.000 e 1:500.000.

Em seguida, organizou-se os layouts dos mapas de cobertura e uso do solo referente aos anos de 2010 e 2018, sendo estas informações provenientes da coleção 4.1 do Projeto MapBiomas na escala 1:250.000, o qual é uma iniciativa multi-institucional para gerar mapas anuais de cobertura e uso do solo a partir de processos de classificação automática aplicada a imagens de satélite e está em constante desenvolvimento, e apresenta uma série histórica para o período de 1985 a 2018 (PROJETO MapBiomas, 2020). Essa etapa foi realizada no software QGIS.

4. Resultados e Discussões

O crescimento da produção de cana-de-açúcar e etanol no Estado do Tocantins ganhou relevância a partir do ano de 2010, com a

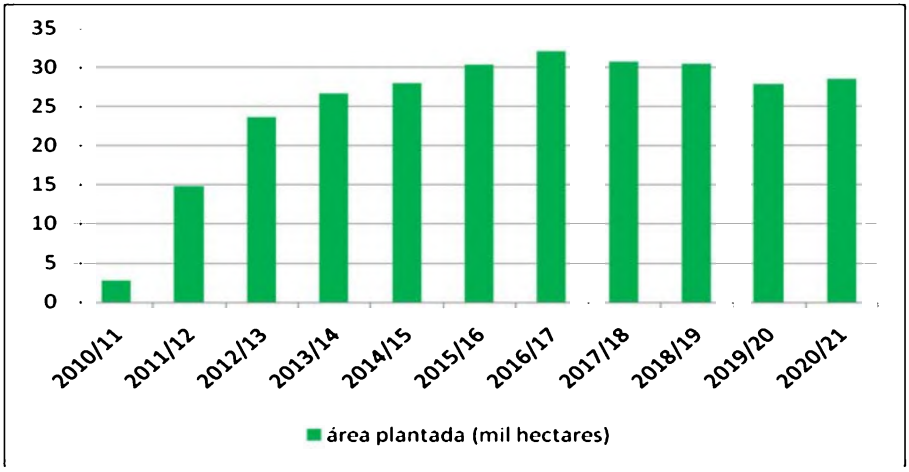
Digitized by Google

instalação da Usina Bunge Açúcar e Bioenergia no município de Pedro Afonso. Desde então, os números relativos à área plantada, produção e produtividade tem aumentado no decorrer das safras.

A usina Bunge Açúcar e Bioenergia possui capacidade de moagem de cana-de-açúcar de 2,5 milhões de toneladas por safra. A primeira colheita foi realizada no ano de 2010, e os principais produtos são: etanol anidro, etanol hidratado e a eletricidade a partir do processo de cogeração. Apesar de estar localizada na Região Norte do país, esta usina segue o ciclo de produção da Região Centro-Sul. E está se posicionando para atender as demandas do mercado de etanol das Regiões Norte e Nordeste do Brasil (BUNGE AÇÚCAR e BIOENERGIA, 2020).

A figura 7 apresenta a evolução da área plantada com a cana-de-açúcar no Estado do Tocantins, a partir da safra 2010/11 até a safra 2020/21.

Figura 7 – Evolução da área plantada com cana-de-açúcar no Estado do Tocantins, desde a safra 2010/11 até 2020/21.



Fonte: CONAB (2011; 2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019; 2020a; 2020b)

Percebe-se analisando a figura 7 que a área plantada com a cana-de-açúcar aumentou significativamente desde a primeira safra em 2010/11, de 2,82 mil hectares para 28,4 mil hectares estimados pelo primeiro levantamento da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) para a safra 2020/21. Na safra 2016/17 apresentou a maior área

Digitized by Google

plantada equivalente a 32 mil hectares plantados. E na safra 2019/20 houve uma redução de 8,8% em relação à safra anterior devido a uma estratégia da unidade de produção em diminuir o uso da cana-de-açúcar de outros fornecedores e utilizar a sua própria produção.

Em relação à produtividade, esta cultura apresenta uma média superior, se utilizarmos como parâmetro de comparação a média nacional, isso se deve aos investimentos realizados em variedades mais modernas e com maior potencial de produtividade, sistemas de irrigação com pivô central e fertirrigação, plantio e colheita mecanizados, corretivos de solo, fertilizantes e pesticidas agrícolas para melhorar o controle de pragas, doenças e ervas daninhas (BUNGE AÇÚCAR E ENERGIA, 2020).

No quadro 2 realizou-se um comparativo ao fator produtividade, referente as safras de 2015/16 até 2020/21, em relação a média nacional e a média de produtividade no Estado do Tocantins. Verifica-se que em alguns períodos houve uma redução, porém nas duas últimas safras apresenta rendimento maior que a média nacional.

Quadro 2 – Dados sobre a produtividade da cana-de-açúcar no Brasil e Estado do Tocantins referente a safras de 2015/16 a 2020/21

Safra	Produtividade Nacional (Kg/ha)	Produtividade Tocantins (Kg/ha)
2015/16	76.909	78.274
2016/17	72.623	65.227
2017/18	72.543	71.467
2018/19	72.231	66.642
2019/20	76.133	80.766
2020/21	75.025	76.853

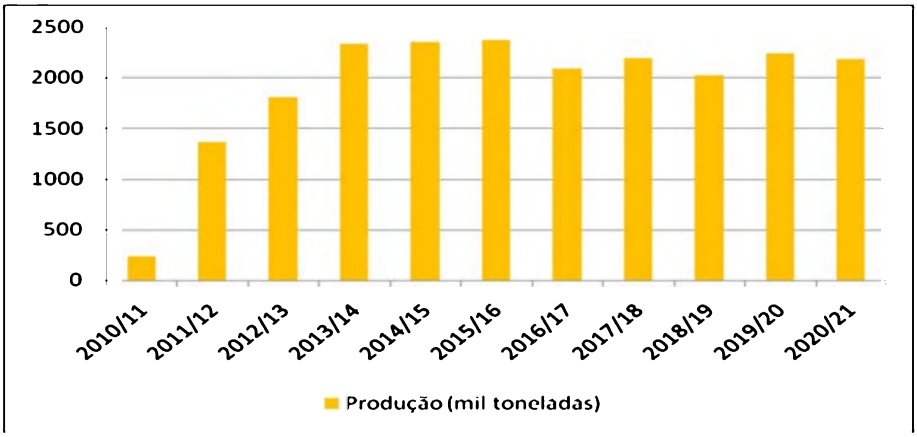
Fonte: CONAB (2016; 2017; 2018; 2019; 2020a; 2020b)

Na safra 2016/17 houve uma redução por causa das condições pluviométricas desfavoráveis e outro fator que contribuiu foi o elevado número de cortes registrados em alguns talhões (CONAB, 2017). Na safra 2018/19 a redução foi atribuída às queimadas criminosas que ocorreram em algumas lavouras do Estado ainda em 2017, com a destruição completa em certas áreas. E no mês de abril os níveis de precipitações ficaram abaixo da quantidade ideal (CONAB, 2019). Em relação à produção da cana-de-açúcar, o crescimento é significativo ao fazer uma comparação entre os valores publicados pela CONAB, na safra 2010/11

Digitized by Google

a produção foi de 239 mil toneladas e na safra 2020/21 2.179,6 mil toneladas, conforme apresentado na figura 8.

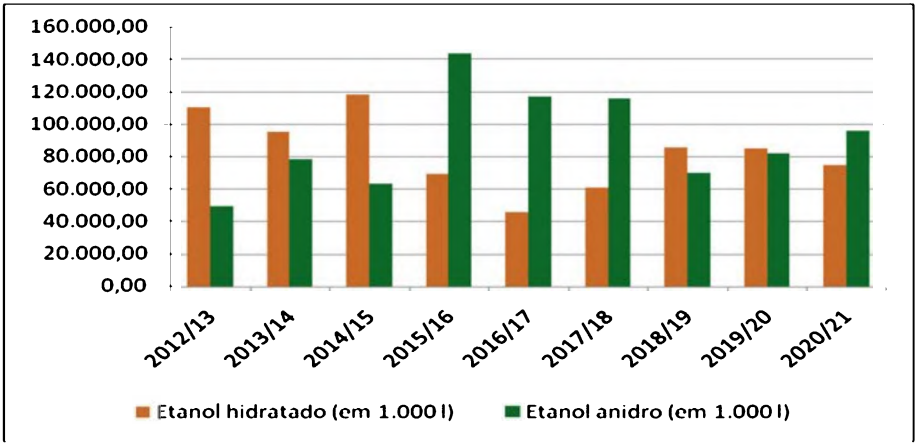
Figura 8 – Produção da cana-de-açúcar no Estado do Tocantins entre as safras 2010/11 até 2020/21



Fonte: CONAB (2011; 2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019; 2020a; 2020b)

O aumento da produção está relacionado ao crescimento da área plantada e ao bom nível de produtividade apresentado pelas variedades cultivadas na região. A produção de cana-de-açúcar na área de estudo é destinada a produção de etanol anidro e hidratado, a figura 9 apresenta a produção desde a safra 2012/13 até a safra 2020/21.

Figura 9 – Produção de etanol anidro e hidratado no Estado do Tocantins desde a safra 2012/13 até a safra 2020/21.



Fonte: CONAB (2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019; 2020a; 2020b).

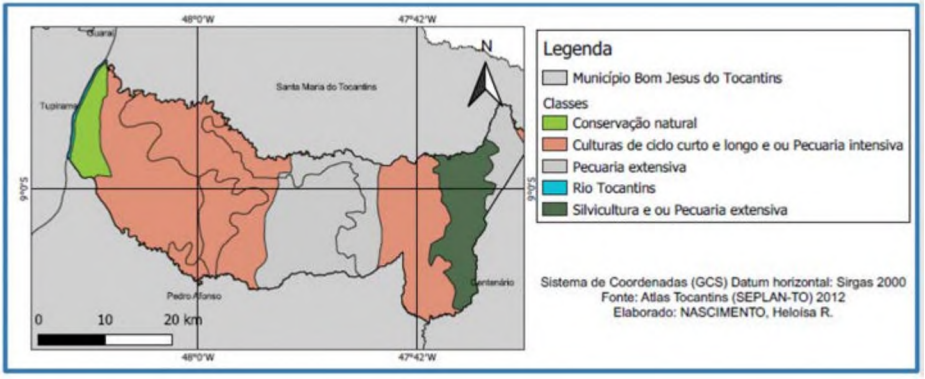
Digitized by Google

Ao analisar os dados apresentado na figura 9 sobre a produção de etanol no Estado do Tocantins, percebe-se que nas três primeiras safras houve uma produção maior de etanol hidratado, e nas safras posteriores essa produção maior foi de etanol anidro. A estimativa para a safra 2020/21 é que a produção de etanol anidro será de 95.707,8 mil litros, e etanol hidratado será de 74.372,80 mil litros.

Para continuar em crescimento a produção de cana-de-açúcar deve expandir a sua área de produção, portanto elaborou-se o mapa temático potencialidade de uso da terra para visualizar se a área de estudo apresenta a possibilidade para ocupação de áreas voltadas a produção de cana-de-açúcar.

A figura 10 apresenta a distribuição das classes do mapa de potencialidade de uso da terra para o município de Bom Jesus do Tocantins, sendo possível visualizar que na sua área existe uma disponibilidade de áreas para expansão do cultivo da cana-de-açúcar na classe culturas de ciclo curto e longo e/ou pecuária intensiva.

Figura 10 – Mapa de Potencialidade de uso da Terra do município Bom Jesus do Tocantins na escala 1:450.000.



Fonte: SEPLAN (2012).

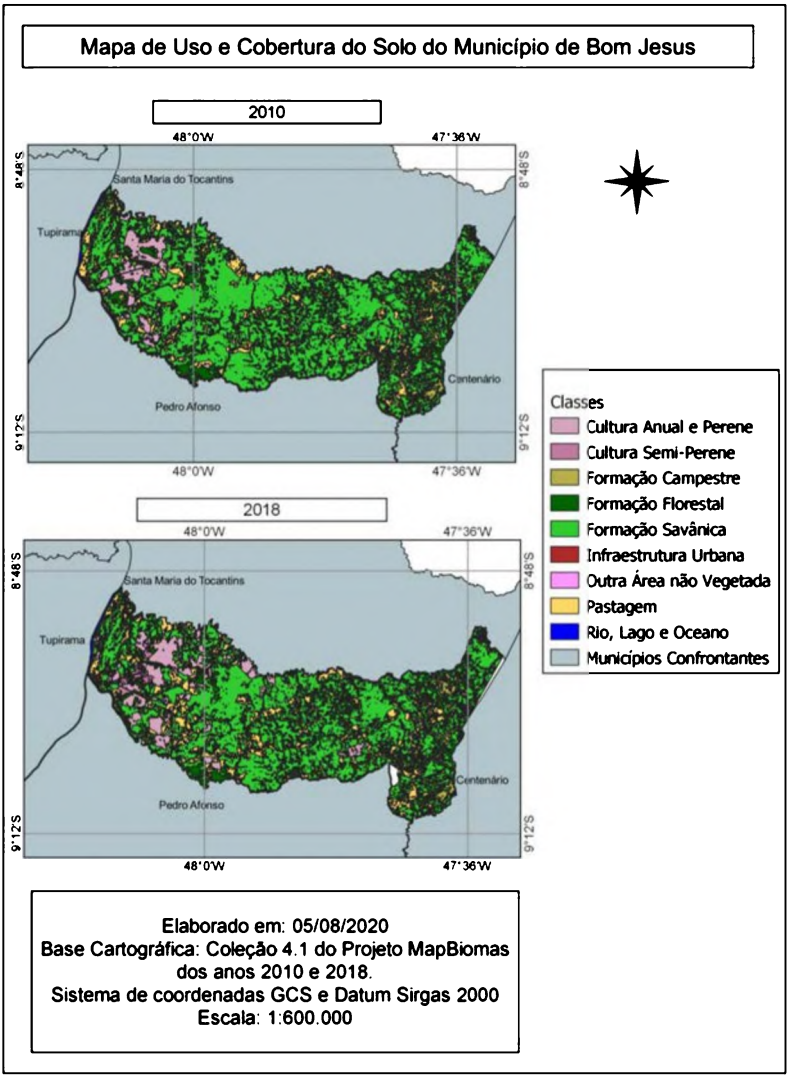
Na figura 11 é possível visualizar o mapa de uso e cobertura do solo para o ano de 2010 e 2018 referentes ao município de Bom Jesus do Tocantins. Nestes verifica-se a expansão das áreas de agricultura, relativas ao cultivo anual e perene que no ano de 2010 era 5.672,18 hectares e para o ano de 2018 apresenta 10.055,77 hectares, segundo os dados

Digitized by Google

estatísticos do Projeto MapBiomas (2020).

Ao realizar uma comparação entre o mapa de uso e cobertura do solo com o mapa de potencialidade de uso da terra, percebe-se que o aumento nas áreas com atividades voltadas para agricultura neste referido município está ocorrendo na área destinada à expansão da classe culturas de ciclo curto e longo e/ou pecuária intensiva

Figura 11 – Mapa de uso e cobertura do solo do município de Bom Jesus do Tocantins para os anos de 2010 e 2018.

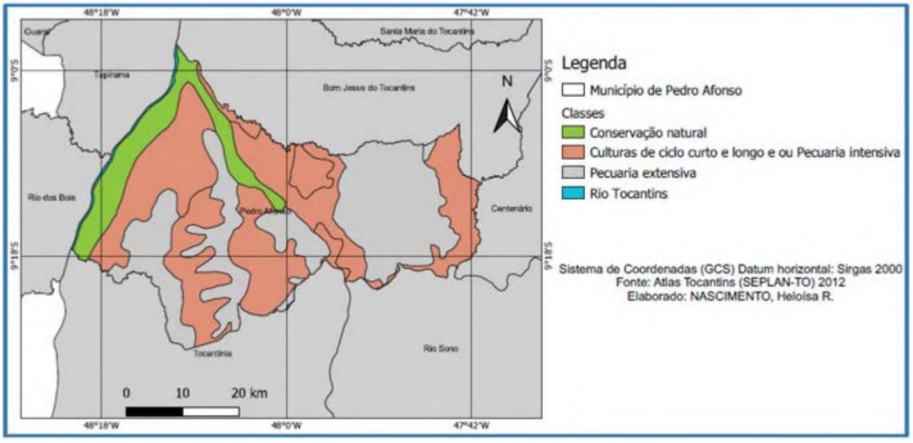


Fonte: Coleção 4.1 do Projeto MapBiomas, 2020.

Digitized by Google

O município de Pedro Afonso possui uma área considerável destinada a classe de culturas de ciclo curto e longo e pecuária intensiva, conforme apresentado no mapa da figura 12, e também uma área de pecuária extensiva que pode ser uma opção para a conversão em áreas de agricultura, mas isso depende de fatores que possibilitem produção, tais como relevo, preservação de áreas com vegetação natural, entre outros.

Figura 12 – Mapa de Potencialidade de uso da Terra do município de Pedro Afonso na escala 1:500.000.



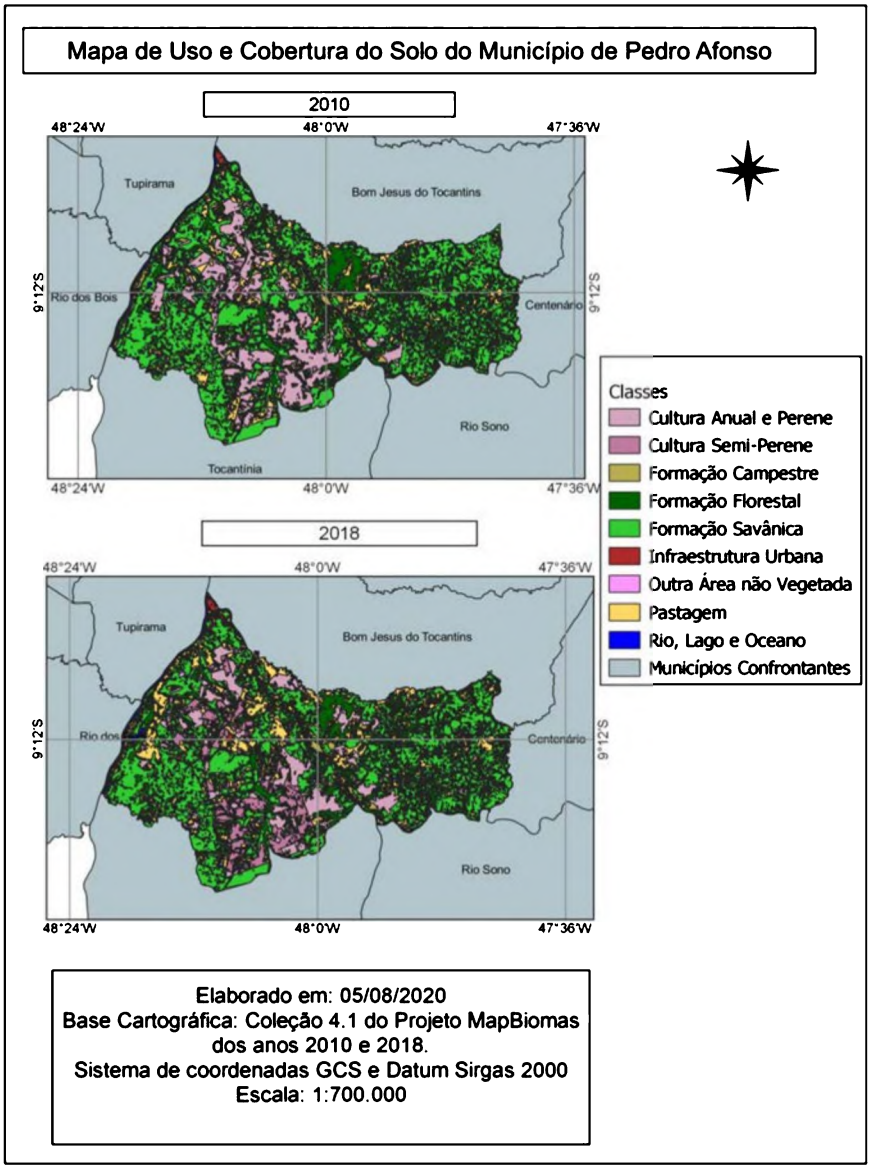
Fonte: SEPLAN (2012).

Na figura 13 no mapa de uso e cobertura do solo observa-se um acréscimo nas classes referente a atividades agropecuárias no período apresentado entre os anos de 2010 e 2018, em relação às áreas de agricultura que somando as classificadas em anual e perene junto com a semi-perene eram de 32.248,13 hectares e passaram para 34.354,96 hectares, de acordo com os dados obtidos pelos mapas do Projeto MapBiomas (2020).

Lembrando que o município de Pedro Afonso é um dos maiores produtores de soja no Estado do Tocantins, que foi impulsionado pelo Projeto PRODECER III a partir do ano de 1996, ou seja, neste a agricultura é uma atividade consolidada (RODRIGUES *et al.*, 2009).

Digitized by Google

Figura 13 – Mapa de uso e cobertura do solo do município de Pedro Afonso para os anos de 2010 e 2018.

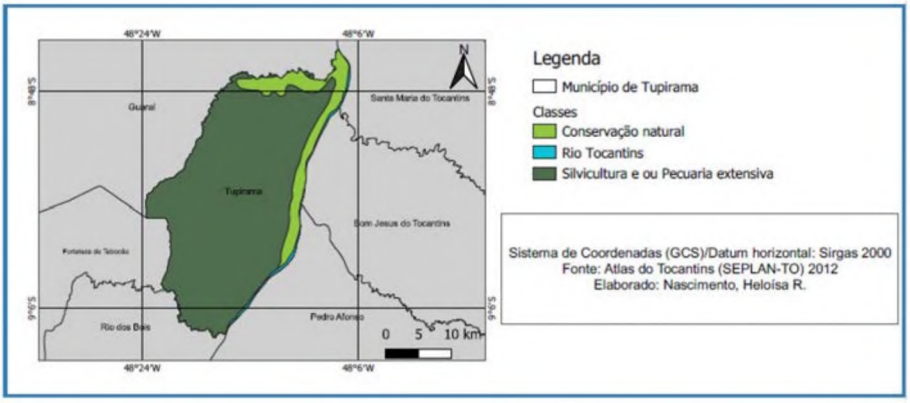


Fonte: Coleção 4.1 do Projeto MapBiomas, 2020.

Já o mapa de potencialidade de uso da terra para o município de Tupirama apresentado na figura 14 possui uma área considerável com potencial voltado para atividades de silvicultura e/ou pecuária extensiva.

Digitized by Google

Figura 14 – Mapa de Potencialidade de uso da Terra do município de Tupirama na escala 1:450.000.



Fonte: SEPLAN (2012).

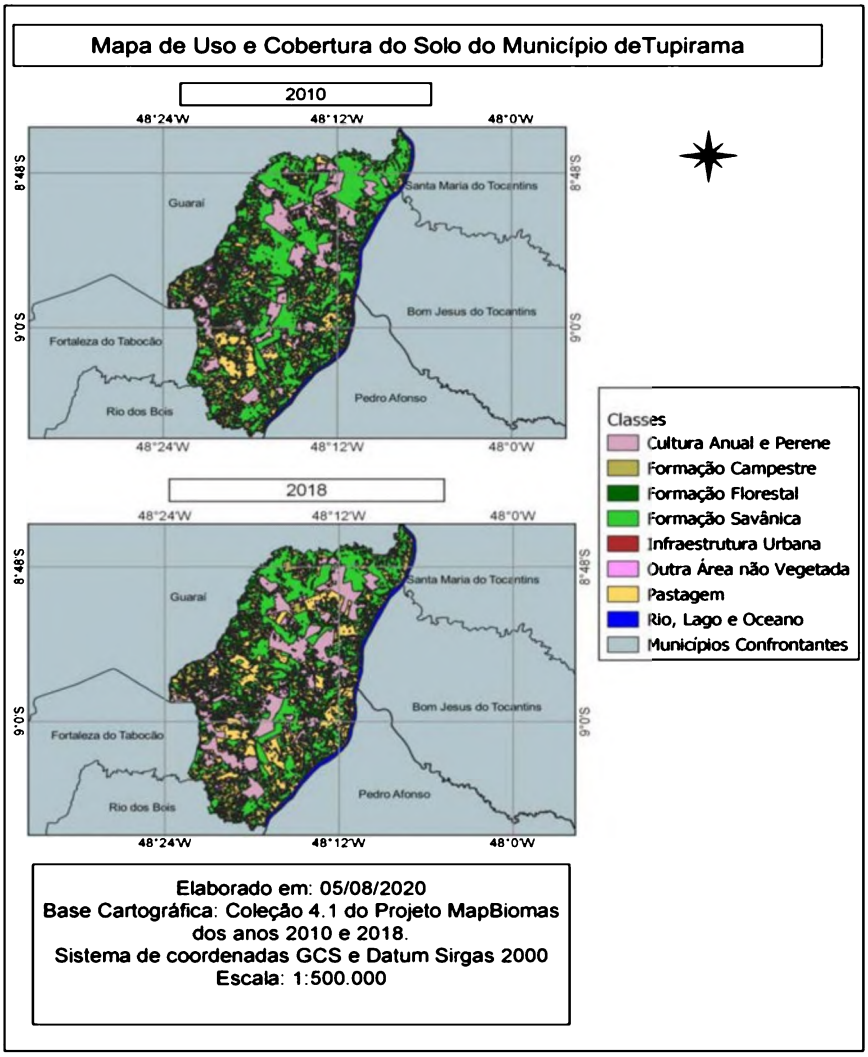
Já na figura 15, no mapa de uso e cobertura do solo do município de Tupirama observa-se a expansão das áreas de agricultura anual e perene, pois de acordo com os dados estatísticos do Projeto MapBiomas no ano de 2010 era de 10.100,22 hectares e passou para 12.529,50 hectares no ano de 2018.

Ao realizar uma comparação com o mapa de potencialidade da terra e o mapa de uso e cobertura do solo do município de Tupirama, verifica-se o avanço das atividades de agricultura e pecuária em áreas destinadas a silvicultura e/ou pecuária extensiva.

Ao analisar o mapa de uso e cobertura do solo referente aos três municípios, visualiza-se um aumento expressivo da área de pastagem e agricultura no período de 2010 e 2018, e como consequência a diminuição das áreas de formação savânica e florestal. No município de Bom Jesus do Tocantins, a área de formação savânica em 2010 era 86.829,54 hectares e em 2018 ocupa 77.093,66 hectares, resultando em diminuição. O mesmo acontece no município de Pedro Afonso, a área de formação savânica em 2010 era de 104.732,32 hectares e em 2018 ocupa 94.778,26 hectares. E no município de Tupirama, a área de formação savânica em 2010 era 35.238,67 hectares, e em 2018 ocupa 28.410,47 hectares.

Digitized by Google

Figura 15 – Mapa de uso e cobertura do solo do município de Tupirama para os anos de 2010 e 2018



Fonte: Coleção 4.1 do Projeto MapBiomas, 2020.

Em relação a área de formação florestal, tem-se no município de Bom Jesus do Tocantins, que a mesma em 2010 era 18.967,74 hectares e em 2018 ocupa 17.826,71 hectares, resultando em diminuição. O mesmo acontece no município de Pedro Afonso, a área de formação florestal em 2010 era de 31.743,04 hectares e em 2018 ocupa 29.633,51 hectares. E no município de Tupirama, a área de formação florestal em 2010 era 5.188,30 hectares, e em 2018 ocupa 5.197,59 hectares, esta informação

Digitized by Google

indica um acréscimo neste tipo de formação no período analisado.

Observa-se a partir dos dados apresentados que os municípios em questão apresentam potencial para a produção da cana-de-açúcar, e por isso devem ser realizados estudos em escala mais detalhada para auxiliar no direcionamento das atividades desenvolvidas, de forma a manter o desenvolvimento agrícola de maneira sustentável, assim compartilhando benefícios para o bem-estar e desenvolvimento da sociedade local

5. Considerações Finais

Os municípios de Bom Jesus do Tocantins, Pedro Afonso e Tupirama são a base da produção de cana-de-açúcar e etanol no Estado do Tocantins, que atualmente é o maior produtor na Região Norte do país. Verifica-se que o crescimento expressivo tanto em área plantada, produtividade e produção pode ser atribuído a instalação da empresa Bunge no município de Pedro Afonso no ano de 2010.

A empresa fez investimentos em espécies adaptadas as condições edafoclimáticas, inovação com a utilização da fertirrigação (vinhaça) o que pode influenciar na melhoria dos níveis de produção, e a utilização de pivôs para irrigação. Observa-se que os três municípios apresentados possuem disponibilidade de área para expansão, entretanto verificando os números percebe-se que nas últimas safras a quantidade de área tem apontado para uma estabilização, visto que as áreas destinadas à plantação estão consolidadas.

Para complementar as informações levantadas sobre a produção de cana-de-açúcar e etanol no Estado do Tocantins buscou-se representar espacialmente a localização das áreas plantadas nestes municípios através da organização dos mapas de uso e cobertura do solo nos anos de 2010 e 2018, e contribuir para a visualização das áreas em expansão. E ao fazer uma comparação destes com o mapa de potencial uso da terra, verifica-se que as áreas de agricultura têm aumentado em áreas destinadas para tal finalidade, de acordo com as informações levantadas pela SEPLAN-TO (2012).

É relevante apresentar que os municípios de Bom Jesus do Tocan-

Digitized by Google

tins, Pedro Afonso e Tupirama mostram capacidade e disponibilidade para a expansão de diversas culturas importantes, entretanto, esse desenvolvimento deve vir acompanhado de políticas públicas que direcionem as práticas a serem adotadas no desenvolvimento desta atividade para manutenção dos recursos existentes na região, para não ocasionar um desequilíbrio no meio ambiente, ou seja, buscando o desenvolvimento sustentável e o bem-estar social da população local.

Referências Bibliográficas

AGEITEC- Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Árvore do conhecimento: cana-de-açúcar**. Disponível em:< http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/Abertura.html>24/04/2009. Acesso em: 04/01/2015.

ANTERO, R.V.P. SILVA, D.B.da. BRUM, S.S. VALE, A. T. do. Balanço Energético da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar e aspectos da produção brasileira atual. 2019. In:**Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.7,n.3, 2019, 399-412. Diponível em:< https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/7633/16179>. Acesso em: 10 de Jul. 2020.

BITTENCOURT, G.M. GOMES, M.F.M. Fontes de crescimento da produção de cana-de-açúcar no sudeste e centro-oeste do Brasil. In: **REDES**-Revista do Desenvolvimento Regional, Santa Cruz do Sul, vol.19, nº 02, maio/ago 2014.

BNDES-Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Bioetanol de cana-de-açúcar:** energia para o desenvolvimento sustentável. BNDES e CGEE (Org). 1. ed. Rio de Janeiro, 2008.

BUNGE AÇÚCAR E BIOENERGIA. Nossas Usinas. 2020. Disponível em:< http://www.bungeacucarebioenergia.com.br/nosso-negocio/nossas--usinas/>. Acesso em:14 de Jul. 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2010/2011, terceiro levantamento, janeiro/2011. Brasília, 2011. 19 p.

Digitized by Google

_____. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2012/2013, terceiro levantamento, dezembro/2012. Brasília, 2012. 18 p.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2013/14, terceiro levantamento, dezembro/2013. Brasília, 2013. 20 p.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2014/15, quarto levantamento, abril, 2015. Brasília, 2015. n.4, v. 1. 34 p.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2015/16, quarto levantamento, abril/2016. Brasília, 2016. n.4, v. 2. 76 p.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2016/17, quarto levantamento, abril/2017. Brasília, 2017. n. 4, v. 3. 82 p.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2017/18, quarto levantamento, abril/2018. Brasília, 2018. n. 4, v. 4. 77 p.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2018/19, quarto levantamento, abril/2019. Brasília, 2019. n.4, v. 5. 75 p.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2019/20, quarto levantamento, abril/2020 Brasília, 2020a.n.4, v. 6. 62 p.

_____. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2020/21, primeiro levantamento, maio/2020. Brasília, 2020b. n.1 v. 7. 62 p.

CRUZ, C.H.de B. Bioenergia da Cana-de-Açúcar no Brasil: sustentabilidade, redução de emissões e segurança energética. In: CORTEZ, L.A.B. **Bioetanol de cana-de-açúcar**: P&D para produtividade e sustentabilidade. Luis Augusto Barbosa Cortez (coord). São Paulo: Blucher, 2010. Prefácio p.XXVII a XXIX.

DE PIERRO, B. Do bagaço à inovação. In: **Revista Pesquisa Fapesp**. ed. 208, jun, 2013. Disponível em:< http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/06/05/do-bagaco-a-inovacao/>. Acesso em: 03/09/2015.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2020**: ano base 2019/relatório síntese. Rio de Janeiro: EPE,73p., maio, 2020.

FERRO, A. B. CASTRO, E. R. de. Determinantes dos Preços de Terras no Brasil: uma análise de região de fronteira agrícola e áreas tradicionais. **RESR**, Piracicaba-SP, vol. 51, nº 3, p.591-610, jul/set 2013.

Digitized by Google

GOLDEMBERG, J. *Ethanol for a sustainable energy future*. **Science**, 315, 808-810, 2007.

G1 Tocantins. Usina de etanol à base de batata-doce começa a funcionar no Tocantins. 2015. Disponível em:< http://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2015/03/usina-de-etanol-base-de-batata-doce-comeca-funcionar--no-tocantins.html>. Acesso em: 13 de Jul.2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama do município Bom Jesus do Tocantins. 2020a. Disponível em:< https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/bom-jesus-do-tocantins/panorama>. Acesso em 31 de Ago. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama do município Bom Jesus do Tocantins. 2020b. Disponível em:< https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/pedro-afonso/panorama>. Acesso em 31 de Ago. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama do município Bom Jesus do Tocantins. 2020c. Disponível em:< https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/tupirama/panorama>. Acesso em 31 de Ago. 2020.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**. 24 (68), pg. 223-253.,2010.

MELO, André de Souza; SAMPAIO, Yony de Sá Barreto. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a demanda de etanol no brasil. **Rev. econ. contemp**., Rio de Janeiro , v. 18, n. 1, p. 56-83, abr. 2014 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415--98482014000100056&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 05 maio 2015. http://dx.doi.org/10.1590/141598481813.

MICHELLON, E. SANTOS, A. A. L. RODRIGUES, J. R. A. Breve Descrição do Proálcool e Perspectivas Futuras para o Etanol Produzido no Brasil. In: 46ª SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46, 2008, Rio Branco. **Anais**..:SOBER, 2008.

MORAES, M. L. de. BACCHI, M. R.P. Etanol: do início às fases atuais de produção. In:**Revista de Política Agrícola**, ano XXIII, n°4, out/nov/dez 2014, p.5-22. Disponível em:< http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/RPA_2014_4.pdf>. Acesso em: 21/06/2015

Digitized by Google

NOVACANA. Usina de etanol movimenta economia no município de Pedro Afonso. 2013. Disponível em:< https://www.novacana.com/n/industria/usinas/usina-etanol-movimenta-economia-pedro-afonso-071013>. Acesso em: 09. de Jul. 2020.

OYAMADA, G. C. WISSMANN, M.A. WESENDONCK, C.C. SHIKIDA, P.F.S. Evolução do cultivo da Cana-de-açúcar na região Centro--Oeste do Brasil. In: 52ª SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 52, 2014, Goiânia. **Anais**..:SOBER, 2014.

PROJETO MapBiomas. Coleção 4.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2020. Disponível em:< https://mapbiomas.org/download>. Acesso em: 03 de Ago. 2020.

RODRIGUES,L. D. **A cana-de-açúcar como Matéria-prima para a Produção de Biocombustíveis: Impactos Ambientais e o Zoneamento Agroecológico como Ferramenta para Mitigação**. 2010. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental)–Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

RODRIGUES, W. VASCONCELOS, S.J. BARBIERO, A. K. Análise da Efetividade Socioeconômica do Prodecer III no Município de Pedro Afonso, Tocantins. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v.39, n.4, p. 301-306, out/dez, 2009. Disponível em:< file:///C:/Users/heloi/Downloads/5581--Texto%20do%20artigo-31033-2-10-20091118.pdf>. Acesso em: 05 de Ago. 2020.

SANTANA, J. Produtividade de cana-de-açúcar do Tocantins supera média nacional. 2012. Disponível em:< https://pge.to.gov.br/noticia/2012/9/20/produtividade-de-cana-de-acucar-do-tocantins-supera-media-nacional/>. Acesso em: 08 de Jul. 2020.

SEAGRO, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura do Estado do Tocantins. Agricultura. 2020. Disponível em:< https://seagro.to.gov.br/agricultura/>. Acesso em: 13 de Jul. 2020.

SEPLAN, Secretaria do Planejamento e Orçamento. Perfil Socioeconômico dos Municípios: Bom Jesus do Tocantins. 2017a. Disponível em:< http://www.sefaz.to.gov.br/estatistica/estatistica/perfil-socioeconomico--dos-municipios/versao-2017/>. Acesso em: 01 de Jul. 2020.

Digitized by Google

SEPLAN, Secretaria do Planejamento e Orçamento. Perfil Socioeconômico dos Municípios: Pedro Afonso. 2017b. Disponível em:< http://www.sefaz.to.gov.br/estatistica/estatistica/perfil-socioeconomico-dos-municipios/versao-2017/>. Acesso em: 01 de Jul. 2020.

SEPLAN, Secretaria do Planejamento e Orçamento. Perfil Socioeconômico dos Municípios: Bom Jesus do Tocantins. 2017c. Disponível em:< http://www.sefaz.to.gov.br/estatistica/estatistica/perfil-socioeconomico--dos-municipios/versao-2017/>. Acesso em: 01 de Jul. 2020.

SOARES, P. M. TOMÉ, V. D. F. DE SOUZA, J. do S. A.. O Etanol no Brasil: Avaliação do Setor e Políticas Econômicas na Década da Crise. In:8º Congresso Internacional de Bioenergia. **Anais...**São Paulo, 05-07 de novembro de 2013.

TENÓRIO, E. Aumenta a produção de cana-de-açúcar no Tocantins, e produtividade é maior que a média nacional. 2015. Disponível em:< https://seagro.to.gov.br/noticia/2015/3/17/aumenta-a-producao-de-cana-de--acucar-no-tocantins-e-produtividade-e-maior-que-a-media-nacional/>. Acesso em: 09 de Jul. 2020.

UDOP. União dos Produtores de Bioenergia. **Setor sucroenergético encolheu 20% frente à crise dos últimos anos**. 2015. Disponível em:< http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1123543>. Acesso em: 03/09/2015.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Nova usina da Bunge em Tocantins reforça compromisso de crescimento do setor sucroenergético**. 2011. Disponível em: <http://www.unica.com.br/noticia/34444693920327850689/nova-usina-da-bunge-em- tocantins-reforca--compromisso-de-crescimento-do-setor-sucroenergetico/>. Acesso em: 31 mar. 2014.

UNICA. União das Indústrias de Cana-de-açúcar. **Número de veículos da frota brasileira de automóveis leves no período de 2011 a 2019**. (2019). Disponível em:<http://www.unica.com.br/unicadata>. Acesso em: 09 jul. 2020.

UNICA. União das Indústrias de Cana-de-açúcar. **Produção Brasileira de Cana-de-Açúcar e Etanol na safra 2011/12 a safra 2019/20**. (2019b). Disponível em:<http://www.unica.com.br/unicadata>. Acesso em: 09 jul. 2020

Digitized by Google

UNICA. União das Indústrias de Cana-de-açúcar. **Produção Brasileira de Etanol Anidro e Etanol Hidratado na safra 2011/12 a safra 2019/20**. (2019c). Disponível em:<http://www.unica.com.br/unicadata>. Acesso em: 09 jul. 2020

YARA BRASIL. Produção Mundial de Cana-de-Açúcar. 2020. Disponível em:< https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/cana-de-acucar/producao-mundial-de-cana/>. Acesso em: 30 de Ago. 2020.

Digitized by Google

INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF) E SISTEMAS AGROFLORESTAIS (SAFS): CONCEITOS E CONTRIBUIÇÕES AO MEIO AMBIENTE

Resumo

Sistemas com enfoque no agronegócio são nomeados de sistemas de integração tem como grande objetivo a mudança do sistema de uso da terra, especialmente em locais ou situação onde o monocultivo estão perdendo desempenho, principalmente nas áreas de pastagens degradadas. Esse Os sistemas de integração podem ser classificados da seguinte forma: ILP, IPF, ILF, ILPF. Os Sistemas agroflorestais (SAFs) também são sistemas integrados que tem os princípios de uso da terra em que as árvores interagem com os cultivos agrícolas e/ou animais, simultânea ou sequencialmente, de modo a aumentar a produtividade total de plantas e animais de forma sustentável. A elevação dos teores de matéria orgânica e a melhoria da qualidade física do solo pela introdução dos sistemas integrados em áreas agrícolas com níveis adequados de fertilidade evidenciam o potencial deste sistema.

1. Introdução

A agropecuária brasileira se destaca como uma atividade, que além de ser fundamental para a economia (superávit da balança comercial) é também extremamente importante para o desenvolvimento econômico, social e ambiental do país (SILVA; CRESTE; MEDRADO; RIGOLIN, 2014).

Não há o alcance da sustentabilidade sem a preservação da diversidade cultural que nutre as agriculturas locais. O conhecimento camponês sobre os ecossistemas, suas estratégias produtivas e os múltiplos usos da terra que os levam à autossuficiência, é crucial para o estudo e

Digitized by Google

desenvolvimento de novas estratégias adequadas às necessidades específicas de agricultores nos agroecossistemas regionais (CANUTO, 2017).

As atividades agrícolas podem provocar grandes danos ambientais se não forem corretamente planejadas e executadas. É notável também que centenas de anos seguidos de práticas agrícolas sem conhecimentos, não adaptadas ao clima e a realidade do Brasil trouxeram vários problemas ao meio ambiente incluindo desmatamento, degradação dos solos e poluição do meio ambiente (TOMCHINSKY; SANTOS, ADAMO, 2016).

A utilização dos sistemas integrados de produção é uma prática crescente no setor agropecuário brasileiro e traz vantagens econômicas, produtivas e sustentáveis para aqueles que a adotam. Elas se baseiam na diversificação e integração de diferentes sistemas produtivos (agricultura, pecuária e florestais) numa mesma área produtiva, com benefícios para todas as atividades de forma mútua (SYNGENTA, 2019).

Apesar de serem considerados inovadores, os sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta são utilizados há vários séculos em diversas regiões do planeta com o plantio ou favorecimento de plantas arbóreas intercaladas com plantas anuais ou arbustivas e a criação de animais. Entretanto, acredita-se que o seu quase desaparecimento ocorreu durante as primeiras revoluções agrícolas com a dificuldade de colheita manual, mecanização e administração das propriedades (TOMCHINSKY; SANTOS, ADAMO, 2016).

Assim como nos Sistemas Agroflorestais é necessário compreender a multidimensionalidade, bem como a viabilidade econômica e a validação do uso nas condições específicas da agricultura familiar, em especial em assentamentos, pois esse conhecimento e sua sistematização são de extrema importância para a orientação na tomada de decisões (CANUTO, 2017).

Assim, nesse contexto, o objetivo desse trabalho é retomar a importância para meio ambiente de se realizar a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e implantação dos sistemas agroflorestais (SAFs) para compensar perdas com desmatamentos e redução da emissão de gases do efeito estufa.

Digitized by Google

2. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)

2.1 Conceitos e modalidades dos Sistemas de Integração Lavoura--Pecuária-Floresta

Sistemas com enfoque no agronegócio são nomeados de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floreta (ILPF) e tem como grande objetivo a mudança do sistema de uso da terra, especialmente em locais ou situações onde monocultivos estão perdendo desempenho, principalmente nas áreas de pastagens degradadas. A ILPF fundamenta-se na associação e sinergismo dos componentes do sistema produtivo, para atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade (BALBINO *et al.*, 2019).

Para Cordeiro *et al* (2015), a definição de ILPF, é um sistema de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou em rotação, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica da atividade agropecuária.

Para Rede ILPF (2020), integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é uma estratégia de produção sustentável que está se consolidando no Brasil como importante opção para o setor produtivo agropecuário. A tecnologia consiste na diversificação e integração dos diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais, dentro de uma mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, de forma que haja benefícios para todas as atividades.

Os sistemas de integração podem ser classificados em Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril; Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril; Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola; Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril.

a) Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril

A Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou agropastoril é um sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação (figura 1), consórcio ou sucessão, na mesma área e em um mesmo ano

Digitized by Google

agrícola ou por vários anos, em sequência ou intercalados (BALBINO *et al.*, 2019).

Figura 1 - Brachiaria combinada com milho.

Fonte: Girolando (2020).

A ILP torna-se uma das melhores alternativas para promover a recuperação de áreas degradadas, retornando ao uso da terra que, sem essas alternativas, atingiria a desertificação depois de algum tempo de intensa degradação. Além disso, proporciona aos pecuaristas a recuperação de pastagens degradadas, a custos reduzidos e a inserção de nova opção de rendimentos, até então não adotada pelos pecuaristas. Com a implantação de um sistema produtivo eficiente pode-se preservar os recursos naturais e explorar racionalmente as terras, reduzindo a expansão da fronteira agrícola (JUNIOR et a., 2017).

Um dos pontos mais vantajosos desse processo de ILP reside no fato das lavouras deixarem nutrientes residuais que poderão ser usados pelas futuras pastagens, essas passam a produzir forragem em maior quantidade e qualidade. Tais forragens promovem uma reestruturação no ambiente de solo, aumentando o teor de matéria orgânica, fato que estimula a melhoria da produção das lavouras que vêm a seguir. Fica evidente o aumento da produtividade da área como um todo (GIROLANDO, 2020).

Digitized by Google

b) Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril

Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril é um sistema de produção que integra o componente pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio (figura 2). Este sistema de produção é mais direcionado para áreas com dificuldade de implantação de lavouras (BALBINO *et al.*, 2019).

Figura 2 – IPF de PRDTA Noroeste Paulista – APTA.

Fonte: Borges *et al*, (2014)

Esse tipo de integração está sendo cada vez mais difundido porque se verifica a necessidade de adequar sistemas de produção agropecuária às condições ecológicas de uma região. Para isso, torna-se necessário utilizar tecnologias que permitam ao produtor aumentar sua produtividade e melhorar o uso da terra nas áreas de pastagens já instaladas, de forma ambientalmente correta e sustentável, harmonizando benefícios ambientais, econômicos e sociais (CHAVES, SILVA, FRANCO, 2017).

O sistema silvipastoril é um eficiente método para criação de animais para a produção leiteira, proporcionando um ambiente de conforto térmico. A procura dos animais por sombras durante o verão mostra a necessidade da provisão de locais sombreados, especialmente usando-se espécies arbóreas com copas globosas e densas (CHAVES, SILVA, FRANCO, 2017).

Digitized by Google

c) Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola

Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola é sistema de produção que integra o componente florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas anuais ou perenes (figura 3), ocorre especialmente em pequenas propriedades ou com cultivos de culturas anuais para aproveitamento da área durante o crescimento do componente florestal (BALBINO *et al.*, 2019).

Figura 3 – ILF, PRDTA Noroeste Paulista.

Fonte: Borges *et al*, (2014)

A consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas pode se dar com cultivares anuais ou perenes. Esse sistema, bem como a Integração Pecuária Floresta, é uma simplificação de sistemas de Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF). A combinação de cultivos agrícolas e arbóreos pode ocorrer simultaneamente ou em sequência, permitindo a máxima produção total, melhorando o fluxo de caixa do produtor rural, suavizando os investimentos florestais, que são tipicamente de longo prazo (ex.: 7 anos para eucaliptos ou 6 anos para seringueira) e melhorando a TIR entre 30% e 50%, dependendo do cultivo, além de outras premissas de partida (FOLLADOR *et al.*, 2020).

Digitized by Google

d) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril.

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril é um sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, incluindo também o componente florestal, na mesma área (figura 4). O componente "lavoura" restringe-se ou não à fase inicial de implantação do componente florestal (BALBINO *et al.*, 2019).

Figura 4 - 2º ano da ILPF - Fazenda Dona Isabina, Santa Carmem - MT, 2013.

Fonte: Wruck & Behling (2019)

A ILPF pode ser adotada de diferentes formas, com inúmeras culturas e diversas espécies animais, adequando-se às características regionais, às condições climáticas, ao mercado local e ao perfil do produtor. Pode ser adotada por pequenos, médios e grandes produtores (EMBRAPA, 2017).

Na implantação desses sistemas, são identificadas quatro situações distintas: aquela em que a agricultura é introduzida nas áreas de pastagens; aquela em que a pastagem é introduzida nas áreas de lavouras de grãos e aquelas em que o componente florestal é introduzido nas áreas de pastagens ou de lavouras, seguindo-se com uso da área para pastagem (BALBINO *et al.*, 2019).

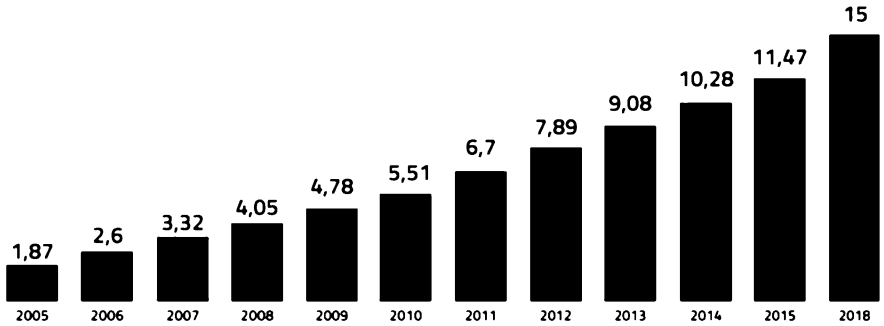
Dentre os quatros sistemas de integração, a integração lavoura-pecuária (ILP) é a mais adotada pelos produtores no Brasil, com cerca

Digitized by Google

de 83%, seguido da ILPF com 9%, IPF com 7% e ILF com 1%. No estado do Tocantins cerca de 94% da área 500.302 hectares são adotados por ILP, seguida de ILPF com 6%. O Oeste da Bahia apresenta 74% no sistema ILP, 13% ILPF e 13% IPF. (EMBRAPA, 2017).

Segundo a Embrapa (2017), nos últimos 10 anos a adoção da ILPF vem crescendo no Brasil tanto em número de produtores que adotam a tecnologia quanto em área nas propriedades de quem já adota. A expectativa é que a área média destinada à ILPF passe para 20,6% em 2030. O gráfico 1 mostra a expansão do sistema produtivo.

Gráfico 1 – Expansão da área de adoção da ILPF, em milhões de hectares.



Fonte: Embrapa (2017).

2.2. Escolha das espécies culturais para ILPF

As alternativas de culturas para compor o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta são várias. A escolha vai depender de fatores, tais como a adaptação às condições ambientais (clima, solo, manejo), características da propriedade (tradição de cultivo, nível tecnológico, assistência técnica, infraestrutura e logística), mercado para os produtos e adaptação das espécies ao cultivo consorciado, pois a maioria das culturas é altamente exigente em luz e não toleram sombreamento (NETO *et al.*,2014).

O componente lavoura apresenta, normalmente, os maiores efeitos econômicos e sociais, pois o setor demanda grande quantidade de mão-de-obra, ou seja, é o maior gerador de empregos entre os compo-

Digitized by Google

nentes da ILPF; apresenta a maior cadeia de produção e, consequentemente, é o maior distribuidor de riqueza e renda entre os componentes da ILPF. Todos esses fatos transformam a ILPF, quando comparada aos sistemas isolados da pecuária e da silvicultura, em uma atividade que proporciona a maior fixação do homem no campo e o menor êxodo rural (WRUCK; BEHLING; LANGE, 2019).

Por fim, a lavoura se caracteriza por ser a componente referência para correção, adubação e dimensionamento dos sistemas ILPF. Na maioria das vezes, as espécies agrícolas são mais exigentes em relação à correção e a adubação do solo. Assim, as áreas dos sistemas ILPF são corrigidas e adubadas de acordo com as demandas da lavoura que, por sua vez, fornece adubos residuais aos demais componentes (WRUCK; BEHLING; LANGE, 2019). Esses mesmos autores ainda complementam relatando que adubações pontuais devem ser ajustadas para o componente florestal. Além disso, a infraestrutura utilizada na lavoura, notadamente as dimensões dos pulverizadores e das colheitadeiras, é considerada imprescindível no dimensionamento dos sistemas integrados que contém o componente florestal (ILF ou ILPF).

Atualmente, as principais culturas agrícolas utilizadas dentro da ILPF nas regiões Norte, Centro-oeste e Sudeste brasileiro são: arroz de terras altas, soja, milho, sorgo, milheto e algumas alternativas promissoras tais como feijão-caupi, *Crotalaria ochroleuca* e nabo-forrageiro (WRUCK; BEHLING; LANGE, 2019).

2.3. O componente arbóreo em sistemas integrados de produção

Em sistemas de ILPF onde a atividade principal é a pecuária, a escolha pelo componente florestal deve considerar espécies para múltiplo uso, que proporcionem madeira de qualidade para diferentes segmentos e permitindo a entrada de várias receitas durante seu ciclo produtivo. Neste caso, destacam-se as espécies e híbridos de eucalipto, por apresentarem boa adaptação às condições edafoclimáticas do Cerrado, crescimento rápido com fuste alto e copa não muito densa, e madeira

Digitized by Google

com características desejáveis para os segmentos de celulose e moveleiro (CARDOSO, 2019).

No Brasil existem espécies nativas com boa qualidade de madeira, porém com crescimento mais lento que o apresentado pelo eucalipto. Enquanto o eucalipto é possível retornar os animais para área cerca de 12 a 14 meses após o plantio, com as nativas o prazo aumenta consideravelmente para entre 24 a 36 meses, ou mais dependendo das espécies, obrigando o pecuarista a deixar a área fechada durante esse tempo (SUELEIMAN, 2015).

Em relação ao componente arbóreo as espécies mais utilizadas são: o eucalipto, o mogno, o nim indiano, o cedro australiano, o paricá, o mogno africano, pau-de-balsa, a acácia, a leucaena, a albizia, a gliricidia, a jurema-preta, dentre outras espécies (TOMAZ *et al.*, 2017).

Para o caso do eucalipto, que é uma árvore de crescimento rápido, geralmente nos dois primeiros anos são cultivadas lavouras intercalares às árvores, estabelecendo um sistema lavoura-floresta (agroflorestal). No segundo ano, o pasto já pode ser implantado em consorciado com a lavoura. Neste caso, a lavoura deve ser de milho ou de sorgo, que suportam bem este consórcio (TOMAZ *et al.*, 2017).

Como as árvores ainda não estão suficientemente desenvolvidas, até o segundo ano após o plantio é recomendável usar animais mais leves, especialmente no caso de bovinos para pastejo, pois, animais maiores podem ocasionar quebra de árvores (TOMAZ *et al.*, 2017).

As árvores podem estar distribuídas de modo aleatório ou em espaçamentos pré-determinados, sendo oriundas de um novo plantio ou do manejo da regeneração natural. O uso de árvores em linhas na pastagem preconiza a formação de faixas de árvores, recortando toda a pastagem, preferencialmente em nível. As árvores podem ser plantadas em uma única linha, ou em linhas com duas ou mais fileiras (MELOTTO *et al.*, 2019). E esses autores ainda concluem que o plantio das árvores em linhas deve facilitar a entrada de implementos agrícolas. Recomenda-se que as árvores sejam podadas e raleadas à medida que se desenvolvem, para maximizar sua produção e para manter o desenvolvimento do pasto.

Digitized by Google

É importante relatar que durante o estabelecimento das árvores é necessário fazer alguns tratos culturais. E se possível, realizar desbastes de árvores, para ter um produto final de qualidade destinado a serraria e também contribuindo com a redução do sombreamento. Por isso, é importante à definição e abertura do espaçamento entre as mudas a partir da implantação, uma vez que ao longo do seu desenvolvimento, a proximidade das plantas tende a influenciar sobre as características de crescimento que controlam a produção em volume, a idade de corte e as práticas silviculturais a serem aplicadas nos povoamentos (SILVA e ANGELI, 2006; LIMA; GAMA, 2018).

2.4. Componente forrageiro e componente animal

A forragem está diretamente relacionada ao componente animal (pecuária) e seu desempenho, já que a forragem é a sua principal fonte de alimentação. Entre os fatores que devem ser levados em consideração na escolha da forrageira, temos a tolerância ao sombreamento. As gramíneas *Brachiaria brizantha* (cvs. Marandu, Xaraés e Piatã), *B. decumbens* (cv. Basilisk), *Panicum maximum* (cvs. Aruana, Mombaça e Tanzânia) e *Panicum* spp. (cv. Massai) são consideradas tolerantes e com produção satisfatória em sistemas de ILPF (TOMAZ *et al.*, 2017).

As gramíneas do gênero *Brachiaria* spp. são consideradas excelentes forrageiras tropicais, por ser de fácil estabelecimento, multiplicadas por sementes, boa cobertura do solo, boa qualidade de forragem, bom desempenho na sombra, além da boa capacidade de suporte sob a carga de animais. E a seleção da espécie a ser implantada numa área favorece na quantidade e qualidade da forragem. Dessa forma, o componente arbóreo pode trazer vantagens aos sistemas de integração pelo incremento no conteúdo de nitrogênio da gramínea forrageira sombreada permitindo maiores ganhos por animal (LIMA; GAMA, 2018).

A sombra das árvores modifica o microclima proporcionando melhorias a quantidade e qualidade da forragem produzida, em paralelo a isso, melhores condições de conforto térmico dos animais, no qual, sina-

Digitized by Google

lizam a possibilidade de aumento no consumo de forragem e no ganho de peso de animais em pastejo. Comumente, gramíneas para pastagem, que tem sombreamento tendem a apresentar maior teor de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca (LIMA; GAMA, 2018)..

Tomaz *et al.* (2017) ainda relata que o componente animal tem como principal atividade agropecuária a bovinocultura de corte, possuindo grande peso na economia do Brasil, tendo as pastagens como a principal fonte de alimentação dos animais. Todavia além de bovinos outras espécies de animais podem ser inseridas ao sistema de ILPF: Ovinos, Caprinos e Bubalinos.

Nesse aspecto, as pastagens compõem um grande potencial, pois se beneficiam dos diferentes arranjos florestais. Além do componente lavoura que, dentro da ILPF, desempenha papel importante. Portanto, os condicionamentos físicos e químicos iniciais do solo devem atender as exigências das lavouras (LIMA; GAMA, 2018).

2.5. Contribuição do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta para a sustentabilidade e meio ambiente

O interesse pela adoção destes sistemas ocorreu principalmente pela necessidade de recuperação das áreas de pastagens degradadas e pelas restrições ambientais para abertura de novas áreas de vegetação nativa, principalmente a partir da década de 1990. Apesar de vários estudos mostrarem os benefícios da inclusão de arvores em pastagens, na melhoria da beleza cênica da paisagem, de características microclimáticas, da qualidade do solo, do bem-estar animal, da qualidade da forragem e da mitigação de gases de efeito estufa (KICHEL *et al.*, 2019).

A ILPF é benéfica em aspectos econômicos (maior renda líquida, diversos produtos, redução de riscos, estabilidade econômica), ambientais (ciclagem nutrientes do solo, maior biodiversidade, conservação do solo, maior eficiência na utilização dos recursos naturais, menos pressão sobre vegetação nativa, mitigação das emissões de gases de efeito estufa/CO_2) e sociais (redução da sazonalidade do uso de mão de obra e

Digitized by Google

êxodo rural, geração de empregos, melhoria da imagem dos produtores rurais e do bem-estar animal). É a aplicação prática da sustentabilidade (MENTEN, 2020).

Em virtude do papel reconhecido das árvores em crescimento para sequestrar carbono e, consequentemente, mitigar a emissão de GEE, os sistemas de ILPF são considerados relevantes para a região do Cerrado. Estudos recentes indicam que os sistemas agrossilvipastoris armazenam maior quantidade de carbono do que o recorte único de espécies e sistemas de pastoreio, na superfície e em subsuperfície (CARDOSO, 2019).

Os sistemas integrados possuem destaque nesse contexto, com compromisso de sequestro entre 18 a 22 milhões de toneladas de CO_2eq. Segundo estimativa preliminar da Plataforma ABC, os sistemas integrados foram responsáveis pelo sequestro de 21,8 milhões de toneladas de CO_2eq. entre 2010 e 2015, atendendo às expectativas do Plano ABC (EMBRAPA, 2017).

Na agropecuária os balanços de emissões e remoções de GEE (balanço GEE) envolve a medição dos fluxos de emissões de CO_2, CH_4 e N_2O do sistema solo-planta, da emissão de metano entérico (CH_4) emitido pelos animais e a taxa de sequestro de C do solo e da floresta plantada, todos expressos em CO_2eq. num determinado período de tempo, normalmente um ano (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

A utilização das emissões de CO_2 do sistema solo-planta no cálculo do balanço dos GEE não é recomendada, pois parte do CO_2 emitido a partir do solo à atmosfera é proveniente da respiração de raízes e da decomposição de resíduos vegetais. Portanto, trata-se de um CO_2 que está circulando, e não de uma emissão líquida. Por essa razão, no balanço dos GEE emitidos pelo solo (CH_4, N_2O e CO_2), o CO_2 é obtido pelo balanço do C no solo, considerando experimentos de longa duração ou cronos sequências (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Outro ponto que pode gerar inconsistências nessas comparações é o âmbito dos balanços de GEE na agropecuária (tabela 1), se consideram apenas as emissões diretas ou se contemplam as indiretas (GHG protocol).

Digitized by Google

Tabela 1 – Balanço entre as emissões e remoções antrópicas de GEEs, considerando-se apenas os principais processos produtivos em sistemas de produção de bovinos de corte com ou sem integração.

Sistemas de Produção	Lotação Animal[&]	Acúmulo C solo[†]	Acúmulo C fuste[*]	Carbono sequestrado[&]	CH_4 emitido bovino[€]	N_2O solo emitido[§]	CH_4 solo emitido[§]	Emissões totais	Diferença líquida
	n/ha	-------t/ha, ano------		----------t CO2eq/ha, ano ----------					
Pastagem extensiva	2,04	1,7		6,24	2,95	0,00203	0,00068	2.9527	3,29
IPF	2,73	3,13	5,18	30,5	4,42	0,00193	0,00013	4,4221	26,08
ILP	2,66	3,13		11,49	3,86	0,03869	0,00108	3,8998	7,59
ILPF	2,57	3,13	5,75	32,59	3,40	0,03957	0,00078	3,4404	29,15
Pastagem intensiva	3,13	3,13		11,49	5,55	0,00068	0,00068	5,5514	5,94

[&] Resultados obtidos nos sistemas, considerando a área total de cada um, por Oliveira *et al.*, dados não publicados.
[†] segundo Segnini, et.al, 2007 – resultados para a profundidade de 0-100 cm.
[*] Resultados obtidos nos sistemas por Pezzopane *et al.*, dados não publicados.
[▯] usado o fator de conversão 3,67
[€] Resultados obtidos nos sistemas por Berndt *et al.*, dados não publicados e considerando-se um fator de correção de 28, oriundo do potencial de aquecimento 28 vezes maior do metano em relação ao gás carbônico (IPCC, 2013).
[§] Resultados obtidos nos sistemas para pastagens por Alves, 2017 e segundo Besen (2015) para milho. As emissões da lavoura de milho foram consideradas somente para os sistemas integrados com o componente lavoura, a ocupação com milho foi de 33,33% da área e 50% do tempo do ano agrostologico, representando, portanto, 16,67% das emissões de GEE. Para o CH4 considerou-se um fator e correção de 18 e para o N2O um fator de 265, oriundos do potencial de aquecimento de 28 e 265 vezes maior do CH4 e do N2O em
relação ao gás carbônico, respectivamente (IPCC, 2013).
Fonte: OLIVEIRA *et al.*, (2017)

No caso das emissões de GEE diretas são considerados apenas aquelas medidas nos sistemas de produção, já no caso de se considerar as indiretas deve-se contemplar também o uso de energia associada ao sistema de produção agropecuário avaliado, normalmente a elétrica e o uso de combustível fóssil. Exemplos são a energia elétrica utilizada para a irrigação e o gasto de combustível fóssil para aplicação de fertilizantes (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Especificamente nos sistemas integrados, os balanços tornam-se mais complexos, porque na mesma área existem os componentes lavoura, pecuária e a floresta, havendo necessidade de se calcular a taxa de estoque de C das árvores envolvidas nos sistemas e observar o destino

Digitized by Google

da madeira, se é carvão ou serraria, pois no caso de carvão ou lenha, apesar de um recurso renovável, toda o C estocado será emitido para a atmosfera na forma de CO_2, sendo considerado somente como estoque de C a madeira que ficará preservada (mobiliário, construção civil, cercas e currais, embarcações, esculturas, utensílios domésticos, ferramentas, instrumentos musicais, entre outros). A ponderação entre a madeira para carvão oriunda do desbaste do ILPF e a madeira das árvores a serem preservadas deve ser realizada tanto no aspecto ambiental quanto econômico (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Ademais, os sistemas ILPF se apresentam como sistemas em busca da sustentabilidade, pois preconizam: a utilização dos princípios do manejo e conservação do solo e da água; o respeito à capacidade de uso da terra e ao zoneamento climático agrícola; o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas; a otimização na utilização dos recursos de produção; o Sistema de Plantio Direto (SPD); e, como característica central, o sinergismo entre lavoura, pecuária e floresta (REIS *et al.*, 2016).

A elevação dos teores de matéria orgânica e a melhoria da qualidade física do solo pela introdução do sistema ILPF em áreas agrícolas com níveis adequados de fertilidade evidenciam o potencial deste sistema. Na verdade, tem-se observado que nas áreas com sistemas integrados de cultivo a qualidade do solo é superior em relação às áreas com monocultivo (ASSIS *et al.*, 2015).

A intensificação da produção observada no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) além de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, como já dito, aumenta também a ciclagem e a eficiência de utilização dos nutrientes; reduz custos de produção; diversifica e estabiliza a renda na propriedade rural e viabiliza a recuperação de áreas com pastagens degradadas (ALVARENGA *et al.*, 2010; ASSIS *et al.*, 2015).

A deposição de biomassa das árvores e das gramíneas na superfície do solo consiste num meio importante de ciclagem de nutrientes. Além disso, a disponibilidade de grande quantidade de resíduos orgânicos, em constante renovação pelas árvores e pela pastagem, aumenta os teores

Digitized by Google

de carbono e melhora as condições de agregação e porosidade do solo (Loss *et al.*, 2014). Ainda assim, o efeito de interação entre os componentes dos sistemas ILPF sobre os atributos do solo demanda maior entendimento. Ainda há dúvidas sobre possíveis impactos no ambiente, devido ao uso e manejos aplicados, como o tráfego de máquinas e pisoteio animal (ASSIS *et al.*, 2019).

ILPF é uma opção economicamente viável, ambientalmente correta e socialmente justa para o crescimento da produção de alimentos seguros, proporcionando diferentes atividades na propriedade, o apoucamento dos riscos climáticos e de mercado, o aumento da renda e da qualidade de vida no campo, colaborando para a mitigação do desmatamento, para a diminuição de processos erosivos, para a diminuição da emissão de gases de efeito estufa, enfim, possibilitando a produção sustentável (MORAIS, 2017).

Segundo Embrapa (2017), de forma resumida, os principais benefícios apontados pelo uso de ILPF são:

- Otimização e intensificação da ciclagem de nutrientes no solo;
- Manutenção da biodiversidade e sustentabilidade da agropecuária;
- Aumento da renda líquida permitindo maior capitalização do produtor;
- Melhoria do bem-estar animal em decorrência do maior conforto térmico;
- Melhoramento da qualidade e conservação das características produtivas do solo;
- Aumento da produção de grãos, carne, leite, produtos madeireiros e não madeireiros em uma mesma área;
- Possibilidade de aplicação em propriedades rurais de todos os tamanhos e perfis;
- Redução da sazonalidade do uso de mão de obra no campo e do êxodo rural;
- Maior eficiência na utilização de recursos (água, luz, nutrientes e capital) e ampliação do balanço energético;
- Maior otimização dos processos e fatores de produção;
- Geração de empregos diretos e indiretos;

Digitized by Google

- Melhoria da imagem pública dos agricultores perante a sociedade;
- Redução da pressão pela abertura de novas áreas com vegetação nativa;
- Mitigação das emissões de gases causadores do efeito estufa;
- Estabilidade econômica com redução de riscos e incertezas devido à diversificação da produção.

3. Sistemas Agroflorestais

3.1. Conceitos

Sistemas agroflorestais (SAFs) são sistemas de uso da terra em que as árvores interagem com os cultivos agrícolas e/ou animais, simultânea ou sequencialmente, de modo a aumentar a produtividade total de plantas e animais de forma sustentável por unidade de área (LAURA; ALVES; ALMEIDA, 2015).

Os Sistemas Agroflorestais também conhecida de agrossilvicultura é um sistema de uso da terra em que plantas perenes lenhosas são deliberadamente usadas na mesma unidade de manejo da terra como culturas agrícolas anuais e / ou animais sequencialmente ou simultaneamente, com o objetivo de obter maiores resultados de forma sustentada (UMRANI; JAIN, 2010).

Os SAFs bem manejados podem proporcionar uma série de benefícios econômicos e sociais aos produtores. Esses sistemas apresentam muitas vantagens em comparação com as monoculturas, além de prover variados serviços ambientais, como a conservação do solo e da água e a manutenção ou aumento da biodiversidade (RODRIGUEZ, 2015).

Os SAFs referem-se a uma ampla variedade de formas de uso da terra, onde árvores e arbustos são cultivados de forma interativa com cultivos agrícolas, pastagens e/ou animais, visando a múltiplos propósitos, constituindo-se numa opção viável de manejo sustentado da terra (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2020).

O objetivo desses sistemas é a criação de diferentes estratos ve-

Digitized by Google

getais, procurando imitar um bosque natural, onde as árvores e/ou os arbustos, pela influência que exercem no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar, são considerados os elementos estruturais básicos e a chave para a estabilidade do sistema (RIBASKI; MONTOYA;RODIGHERI, 2020).

As árvores constituem um dos principais componentes desse sistema, pois além de atuar nas melhorias ambientais podem servir de renda extra para os produtores, seja na produção de frutos para comercialização, produção de madeira para lenha e até mesmo para fabricação de móveis (CENTRAL FLORESTAL, 2017).

Classificação dos SAFs é conforme a rotação de cultura, consorciação e arranjo dos seus componentes.

3.1.1. Sistema de rotação de culturas (baseado no arranjo temporal das culturas)

Os SAFs baseados no sistema de rotação de culturas são divididos em Taungya e Simultâneos.

a) Taungya

Este sistema consiste no cultivo em terras de encostas, sendo permitida a sua utilização como método de recuperação de área degradada de Reserva Legal e de área de Preservação Permanente (APP), como as matas ciliares. Os cultivos agrícolas usados são de ciclo curto existindo também o plantio uniforme de espécies florestais comerciais e nativas frutíferas. (ALMEIDA, 2020).

Esse sistema é baseado em um componente florestal permanente e um componente agrícola temporário (figura 5). O consórcio de espécies florestais com as culturas anuais visa otimizar o rendimento e o retorno econômico por unidade de área. Uma das principais questões relacionadas ao sistema taungya é o efeito da distância das árvores no comportamento das espécies anuais, ou seja, efeitos de proximidade (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Estudos sobre efeitos de proximidade podem ajudar os agriculto-

Digitized by Google

res a determinar o número de linhas de culturas anuais que podem ser cultivadas entre as linhas de árvores (figura 5) para maximizar o rendimento. Esses estudos também podem ser úteis na avaliação da competição entre espécies, os efeitos das espécies arbóreas nos nutrientes do solo e no microclima (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Figura 5 – Sistema Taungya

Fonte: Malik (2017)

b) Simultâneos

Integração simultânea e contínua de cultivos anuais ou perenes, árvores para obtenção de madeira, frutíferas ou de uso múltiplo (para fornecer proteínas e sombra para animais, por exemplo) (PLANETA ORGÂNICO, 2020). Do modo mais simples o sistema simultâneo é o cultivo de espécies agrícolas, florestais e/ ou animais ao mesmo tempo (figura 6).

Digitized by Google

Figura 6 – Eucalipto + café. Árvores em associações com cultivo perene.

Fonte: Ataídes (2012)

3.1.2. Sistema de consorciação (baseado no arranjo espacial das culturas)

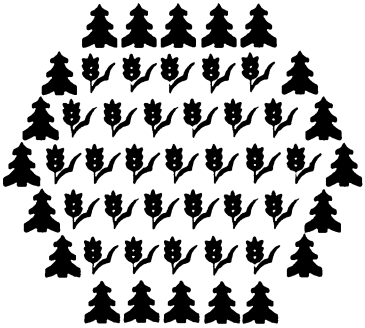
Quanto a classificação dos SAFs baseada no arranjo espacial das culturas são divididos em: Plantio em bordadura ou cerca-viva; Plantios em faixas ou em linhas; Plantio misto ou aleatório.

a) Plantio em bordadura ou cerca-viva

Delimitação dos talhões de cultivo por cordões de bordadura ou cercas vivas (figura 7). Funciona como um quebra-vento, reduzindo o impacto dos ventos frios ou quentes e a movimentação de algumas pragas e doenças (figura 8). Cria-se uma sequência de microclimas, com maior ou menor sombreamento, umidade e temperatura, garantindo eficiência na fotossíntese, evitando ventos fortes e temperaturas extremas. A composição destas barreiras pode ser com espécies de interesse econômico, como por exemplo o café, espécies frutíferas, madeiras etc. (RESENDE, 2020).

Digitized by Google

Figura 7- Esquematização do plantio em bordadura.



Fonte: Umrani; Jain (2010)

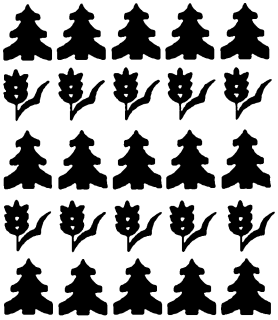
Figura 8 – Plantio para quebra-vento

Fonte: Ataídes (2012)

b) Plantio em faixas ou em linhas

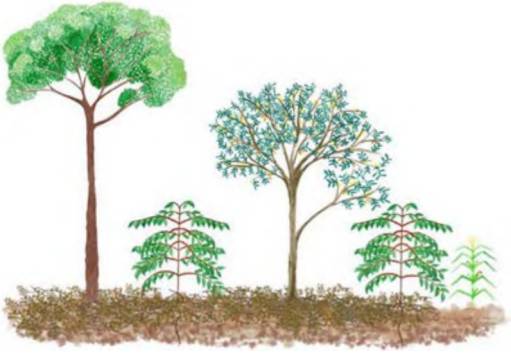
É uma prática agroflorestal bem simples, que consiste no plantio de linhas de árvores em faixas (figura 9 e 10), em um espaçamento que permita o cultivo de culturas anuais, de forma mecanizada, entre as faixas (INICIATIVA VERDE, 2020).

Figura 9 – Esquematização do plantio em faixas ou linhas



Fonte: Umrani; Jain (2010)

Figura 10 – Ilustração do plantio em faixas



Fonte: Iniciativa Verde (2020)

c) Plantio aleatório ou misto

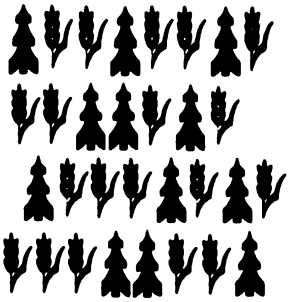
Permite maleabilidade de trabalhar algumas espécies de forma or-

Digitized by Google

ganizada e outras não (figura 11). Neste caso, pode-se realizar o cultivo do café ordenadamente em um sistema no qual as demais culturas são postas de forma aleatória (CEPEA, 2017).

Segundo a SENAR (2017), os sistemas aleatórios ou mistos são aqueles em que possuem uma mistura de componentes dispostos na área, como no caso dos pomares caseiros, quintais agroflorestais e sistemas agroflorestais sucessionais (figura 12), ou seja, sistemas de sucessão de culturas, que mantêm o solo com vegetação o ano todo, aproveitando o espaço horizontal e vertical da área de plantio e adensando o número de espécies, de modo a explorar os diferentes níveis que formam a floresta.

Figura 11 – Esquematização do plantio



Fonte: Umrani; Jain (2010)

Figura 12 – Quintal florestal aleatório ou misto

Fonte: SENAR (2017)

3.1.3. Sistema de acordo com a natureza e arranjo de seus componentes

Segundo Dubois (2008) e Barroso (2017) retratam que a classificação dos SaFs quanto à natureza e o arranjo dos seus componentes são:

- Sistemas agroflorestais silviagrícolas: combinação de árvores e/ou de arbustos com culturas anuais (agrícolas).
- Sistemas agroflorestais silvipastoris: combinação de árvores e/ou de arbustos com pastagens e/ou animais;
- Sistemas agroflorestais agrossilvipastoris: combinação de árvores e/ou arbustos com culturas agrícolas, pastagens e/ou animais.

Digitized by Google

3.2. Componente arbóreo

A presença do componente arbóreo nos SAFs pode influir de maneira diferente no desenvolvimento do estrato vegetal herbáceo, pois suas raízes competem com as raízes das plantas herbáceas e a sua copa intercepta a luz necessária para a fotossíntese. Assim, o crescimento das culturas em associação com espécies arbóreas pode ser prejudicado ou favorecido, dependendo de fatores como o grau de sombreamento proporcionado pelas árvores. A tolerância ao sombreamento, condição essencial em associações entre culturas agrícolas e pastagens com árvores, pode variar sensivelmente entre espécies (CENTRAL FLORESTAL, 2017).

As árvores podem influenciar também na quantidade e disponibilidade de nutrientes dentro da zona de atuação do sistema radicular das culturas consorciadas, principalmente pela possibilidade de recuperar nutrientes abaixo do sistema radicular das culturas agrícolas e pastagens e reduzir as perdas por lixiviação e erosão. Dessa maneira, a ciclagem de nutrientes minerais, em termos de sustentabilidade, é maior nos sistemas agroflorestais (CENTRAL FLORESTAL, 2017).

Para Teixeira (2020), a escolha da espécie florestal deve ser orientada na busca de espécies de bom crescimento, elevada capacidade de ciclagem de nutrientes e resistência a pragas, a doenças e a adversidades climáticas, além de possuir um valor econômico satisfatório. A utilização de leguminosas, como *Albizia*, *Gliricidia*, Jurema-preta e outras que têm a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico no solo e disponibilizá-lo para outros componentes do sistema, como as forrageiras.

Composição das espécies na modalidade SAF podem conter no mínimo de 3 espécies sendo apenas 1 com fins madeireiros. Os demais extratos ocuparão o restante da área. Esses componentes são classificados em espécies com extrato alto, extrato médio e extrato baixo. E espécie de um dos extratos deve corresponder a 60% da área plantada As nativas devem ocupar 10% da área plantada. Esse sistema é obrigatório ser acompanhado de espécies nativas (TEXEIRA, 2020).

Exemplos espécie nativas usadas são a macaúba (COLLARES,

Digitized by Google

2017), o dendê (LIMA, 2015), sabiá e o mororó (SILVA *et al*, 2018) e as madeireiras são cedro australiano, teca e seringueira; não obstante, espécies frutíferas como cajueiro, coqueiro e mamoeiro também têm ocupado lugar de destaque (DA MATTA, 2015).

Para definir as espécies e o modelo do sistema, é preciso considerar a fertilidade do solo, a sua cobertura vegetal (floresta nativa, capoeira, área ocupada com agricultura ou aquela em processo de degradação ou já degradada) e a pesquisa de mercado, identificando, por exemplo, os produtos promissores para a região (SENAR, 2017).

3.3. SAFs e o meio ambiente

O uso de SAFs contribui para o sequestro de carbono, e a adoção desses sistemas diminui a pressão sobre florestas naturais (NASCIMENTO, 2016), que são, ecossistemas terrestres mais eficientes na fixação de carbono. E os sistemas agroflorestais biodiversos bem manejados, podem contribuir, em curto prazo, para o armazenamento de grandes quantidades de carbono na biomassa dos arbustos e árvores (BRACHTVOGEL *et al.*, 2018)

Em termos ecológicos, verifica-se que o uso de espécies arbóreas nos SAF's permite a recuperação de áreas degradadas, por meio da redução da erosão e aumento do acúmulo de matéria orgânica. Essa é um importante diferencial em relação à monocultura, na qual a perda da fertilidade do solo ocorre mais rapidamente. Ao mesmo tempo, é possível a restauração de florestas e até mesmo a redução do desmatamento (SCHEMBERGUE *et al.*, 2017).

O plantio de espécies arbóreas de crescimento rápido nas fases iniciais possibilita o aumento da disponibilidade de biomassa, promovendo a ciclagem de nutrientes e, posteriormente, o cultivo de espécies mais exigentes. Ademais, com a prática de SAF's a disponibilidade de nutrientes no solo aumenta, a atividade e estrutura da fauna do solo melhoram e o equilíbrio biológico resultante auxilia no controle de pragas e doenças (SCHEMBERGUE *et al.*, 2017).

Digitized by Google

Os SAFs podem desempenhar uma função importante na conservação da biodiversidade, evitando o desmatamento e reduzindo a pressão sobre as florestas nativas ao prover recursos lenhosos. Além disso, pode ser uma alternativa sustentável à derruba e queima (RODRIGUEZ, 2015). Esses mantêm o potencial de conservar altos níveis de biodiversidade, devido à diversidade planejada (variedades de culturas e árvores que o agricultor semeia intencionalmente e mantém dentro do sistema) ser tipicamente alta, ao menos mais alta comparada com a agricultura de monocultivos. Nos sistemas agroflorestais, os agricultores semeiam e protegem intencionalmente uma elevada diversidade de culturas e árvores para aumentar a produtividade e minimizar as regas, mantendo assim um alto nível de diversidade genética e de espécies (RODRIGUEZ, 2015).

A presença do componente arbóreo nos SAFs pode influir de maneira diferente no desenvolvimento do estrato vegetal herbáceo, pois suas raízes competem com as raízes das plantas herbáceas e a sua copa intercepta a luz necessária para a fotossíntese. Assim, o crescimento das culturas em associação com espécies arbóreas pode ser prejudicado ou favorecido, dependendo de fatores como o grau de sombreamento proporcionado pelas árvores, a competição entre as plantas, com relação à água e nutrientes no solo, e a tolerância das espécies à sombra (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2020).

Algumas árvores usadas em SAFs, principalmente as leguminosas, têm potencial para fornecer nitrogênio em quantidades suficientes para aumentar a produção das culturas associadas. Nos SAFs, a sombra produzida pelas árvores é um dos fatores responsáveis pelo aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo, pois evidências mostram que a taxa de mineralização é estimulada pelo sombreamento. Esta influência é particularmente importante na agricultura onde o nível de nitrogênio do solo constitui em limitação ao desenvolvimento das culturas agrícolas ou pastagens (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2020).

Segundo Teixeira (2020), de forma resumida os benefícios de um SAF são:

Digitized by Google

- Contribui para a conservação do solo e controle da erosão.
- Melhora as propriedades químicas e físicas do solo.
- Fornece sombra e proteção aos cultivos.
- Controla efeitos negativos do vento.
- Aumenta a biodiversidade.
- Maior lucro por hectare.
- Melhor utilização da mão-de-obra.
- Redução dos riscos ecológicos.
- Reduz efeitos das incertezas de mercado.

4. Políticas Públicas de Fomento à Adoção de Sistemas de Integração

4.1. Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)

Plano ABC entrou em vigor a partir do decreto 7.390 da lei nº 12.187, de 2010, com o objetivo maior de viabilizar a mudança do processo produtivo agrícola convencional para outro mais sustentável, mediante práticas que resultem na redução da emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE). Configuram-se em ações de mitigação que devem garantir remuneração adequada aos produtores e produtos de qualidade a preços acessíveis e também que promovam à adaptação do sistema produtivo às mudanças climáticas (LARCHER, 2016).

A meta estipulada pelo Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) em 2009 era de aumentar em 4 milhões de hectares a área com ILPF no Brasil até 2020. De acordo com estimativa preliminar da Plataforma ABC, grupo multi-institucional formado para acompanhar a redução das emissões de gases de efeito estufa, entre 2010 e 2015 o incremento de 5,96 milhões de hectares de ILPF foi responsável pelo sequestro de 21,8 milhões de toneladas de CO_2eq (EMBRAPA, 2017).

Desta forma, o País assumiu compromissos que preveem a redu-

Digitized by Google

ção das emissões de GEE projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução da ordem de 1.168 e 1.259 milhões de toneladas de CO2eq do total das emissões estimadas para o ano de 2020. Para tanto, foram propostas a redução do desmatamento na Amazônia e no Cerrado, a ampliação da eficiência energética e a adoção de práticas sustentáveis na agricultura (BRASIL, 2012; CORDEIRO; BALBINO, 2019).

O setor agropecuário contribuirá com a redução de 22,5% dessas emissões (em torno de 132,9 a 162,9 milhões de toneladas de CO_2eq), por meio da adoção de tecnologias sustentáveis (Tabela 2). Os sistemas de integração fazem parte destas tecnologias, cuja contribuição na mitigação de GEE se daria pela expansão da área de adoção em 4 milhões de hectares (BRASIL, 2012; CORDEIRO; BALBINO, 2019).

Tabela 2. Processo tecnológico agrícola, compromisso brasileiro e potencial de mitigação do processo.

Processo Tecnológico	Compromisso (aumento de área/uso em ha)	Potencial estimado de Mitigação (milhões ton CO_2 eq)
Recuperação de pastagens degradadas[1]	15 milhões ha	83 a 104
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta[2]	4 milhões ha	18 a 22
Sistema Plantio Direto	8 milhões ha	16 a 20
Florestas Plantadas[3]	3 milhões ha	-
Fixação Biológica de Nitrogênio	5,5 milhões ha	10
Tratamento de Dejetos Animais[4]	4,4 milhões ha	6,9

[1] Por meio do manejo adequado e adubação.
[2] Incluindo sistemas agroflorestais (SAFs).
[3] não foi contabilizado o potencial de mitigação de emissão de GEE.
[4] Compromisso expresso em volume (m3) de dejetos de animais tratados.
Fonte: BRASIL (2012); CORDEIRO & BALBINO, (2019).

4.2. Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)

Ações voltadas a oferecer incentivos econômicos e financiamento aos produtores, como o Programa ABC (Programa para Redução da

Digitized by Google

Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura), que é uma linha de crédito (Tabela 2) oficial instituída no Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011 pelo MAPA, aprovada pela Resolução do Conselho Monetário Nacional (CMN) e do Banco Central do Brasil BACEN no 3.896 de 17/08/10, no âmbito dos programas com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (CORDEIRO; BALBINO, 2019). Os objetivos do Programa ABC são: reduzir as emissões de GEE oriundas das atividades agropecuárias; reduzir o desmatamento; aumentar a produção agropecuária em bases sustentáveis; adequar as propriedades rurais à legislação ambiental; ampliar a área de florestas cultivadas; e, estimular a recuperação de áreas degradadas (BNDES, 2017). Conforme tabela 3 pode-se ver as taxas de juros do Programa ABC e os diversos bancos que podem financiar as iniciativas apoiadas pelo mesmo.

Tabela 3 - Crédito rural (ano/agrícola) disponível 2019/2020 nos referidos bancos ao Programa ABC

Banco	Juros a.a. (ABC)	Juros a.a. (demais linhas)	Prazos	Quanto pode ser financiado ano/agrícola
BNDS	5,25%	6%	Até 12 anos, incluindo até 8 anos de carência.	Até 5 milhões para empreendimento individual e até 20 milhões para empreendimento coletivo
Banco do Brasil	5,25%	7%	Até 12 anos, incluindo até 8 anos de carência.	Até 5 milhões
Banco da Amazônia	5,25%	7%	Até 12 anos, incluindo até 8 anos de carência.	Até 5 milhões
Santander	7,25%	7,25%	Até 12 anos, incluindo até 8 anos de carência.	Até R$ 2,2 milhões por cliente e até R$ 5 milhões para financiamento à implantação de florestas comerciais

Segundo BNDES (2017), o Programa ABC financia investimentos destinados a projetos de tecnologias sustentáveis de produção, sendo subdividido nas seguintes modalidades: recuperação de pastagens degradadas (ABC Recuperação); implantação de sistemas orgânicos de produção agropecuária (ABC Orgânico); implantação e melhoramento de sistemas plantio direto na palha (ABC Plantio Direto); implantação e melhoramento de sistemas de integração lavoura-pecuária, lavoura-

Digitized by Google

-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta e de sistemas agroflorestais (ABC Integração); implantação, manutenção e melhoramento do manejo de florestas comerciais (ABC Florestas); adequação ou regularização das propriedades rurais frente à legislação ambiental, inclusive recuperação da reserva legal, de áreas de preservação permanente, recuperação de áreas degradadas e implantação e melhoramento de planos de manejo florestal sustentável (ABC Ambiental); implantação, manutenção e melhoramento de sistemas de tratamento de dejetos e resíduos oriundos de produção animal para geração de energia e compostagem (ABC Tratamento de Dejetos); implantação, melhoramento e manutenção de florestas de dendezeiro, prioritariamente em áreas produtivas degradadas (ABC Dendê); estímulo ao uso da fixação biológica do nitrogênio (ABC Fixação); e, Implantação, melhoramento e manutenção de plantações de açaí, cacau, oliveira e nogueira (ABC Cultivos Permanentes).

4.3. Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Em 29 de abril de 2013, a Presidência da República sancionou a Lei Federal nº 12.805 que institui a "Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta" e altera a Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Os objetivos desta legislação incluem: melhorar de forma sustentável a produtividade, a qualidade dos produtos e a renda das atividades agropecuárias, por meio da aplicação de sistemas integrados de exploração de lavoura, pecuária e floresta em áreas já desmatadas, como alternativa aos monocultivos tradicionais; mitigar o desmatamento e contribuir para a manutenção das áreas de preservação permanente e reserva legal; e, fomentar novos modelos de uso da terra, conjugando a sustentabilidade do agronegócio com a preservação ambiental (BRASIL, 2013; CORDEIRO; BALBINO, 2019).

Outro objetivo da lei é promover a recuperação de áreas de pastagens degradadas, por meio de sistemas produtivos sustentáveis, principalmente da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, apoiando a adoção

Digitized by Google

de práticas e de sistemas agropecuários conservacionistas que promovam a melhoria e a manutenção dos teores de matéria orgânica no solo, assim como a redução da emissão de GEE (BRASIL, 2013; CORDEIRO; BALBINO, 2019).

Por fim, a lei pretende fomentar a diversificação de sistemas de produção com inserção de recursos florestais, visando à exploração comercial de produtos madeireiros e não madeireiros por meio da atividade florestal, a reconstituição de corredores de vegetação para a fauna e a proteção de matas ciliares e de reservas florestais, ampliando a capacidade de geração de renda do produtor, além de estimular e difundir sistemas agrossilvipastoris aliados às práticas conservacionistas e ao bem-estar animal (Brasil, 2013) (BRASIL, 2013; CORDEIRO; BALBINO, 2019).

4.4. Rede de Fomento à Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta

A Associação Rede ILPF é formada e cofinanciada pelas empresas Bradesco, Ceptis, Cocamar, John Deere, Soesp, Syngenta e pela Embrapa. foi iniciada em 2012 e tem o objetivo de acelerar uma ampla adoção das tecnologias de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) por produtores rurais como parte de um esforço visando a intensificação sustentável da agricultura brasileira (REDE ILPF, 2020a)

A Rede ILPF atualmente apoia uma rede com 16 Unidades de Referência Tecnológica (URT) e 12 Unidades de Referência Tecnológica e de Pesquisa (URTP), distribuídas entre os biomas brasileiros e envolvendo a participação de 22 Unidades de Pesquisa da Embrapa (REDE ILPF, 2020a).

Em 2018 a Rede ILPF se transformou em uma associação. A nova estrutura jurídica visa ampliar a atuação do grupo e facilitar a entrada de novas empresas interessadas no projeto. A expectativa é que além do recurso destinado pelas empresas participantes, possa ser feita captação em fundos internacionais (REDE ILPF, 2020a).

Digitized by Google

5. Conclusão

Os sistemas ILPF e SAF trazem inúmeras vantagens tanto para o produtor quanto ao meio ambiente, tornando uma alternativa mais economicamente sustentável.

Todos os modelos de sistemas de integração buscam a interação dos componentes (árvore, animal e espécies culturais) para produção de alimentos, produtos madeireiros entre outros, e em paralelo otimizar o desempenho das plantas e dos animais, para uma melhor eficiência econômica, ambiental e social.

Apesar das enormes prerrogativas positivas desses sistemas existem algumas desvantagens como um alto investimento (mesmo com vários programas de benefícios de financiamento), um retorno de médio ao longo prazo, especialmente, na parte florestal. A falta de conscientização e esclarecimentos aos produtores rurais e, algumas vezes, as taxas de juros que não são atraentes, para que possam decidir realizar o investimento necessário, há uma resistência deles em relação a adotarem essas técnicas.

Contudo, adoção desses sistemas proporciona uma melhoria considerável sobressaindo o quesito sustentabilidade. Os benefícios que mais se destacam têm-se a redução de desmatamentos, melhoria no solo, redução de erosão, recuperação de áreas degradadas, tornando então uma alternativa inovadora para os produtores.

Referencias Bibliográficas

ALMEIDA, Anália Carmem Silva de. **Agroflorestas**. Ageitec: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em <http://www.agencia.cnptia. embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gx7tnuby02wx7ha0myh2lozpyw5rv.html>. Acessado em 06 de maio de 2020.

ALVARENGA, R. C.; SILVA, V. P. DA; GONTIJO NETO, M. M; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v.31, p.59-67, 2010

Digitized by Google

ASSIS *et al*. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuáriafloresta. **Revista Agrarian Dourados**. v.12, n.43, p.57-70, Abr. de 2019.

ASSIS, Paula *et al*. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, UAEA/UFCG. v.19, n.4, p.309–316. Mar. de 2015

ATAÍDES, Glauciana da Mata. Agrossilvicultura. Atualização Tècnica de Instrutores do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). Voltados para Agronegocio florestal. Cartilha: SENAR, 2012.

COLLARES, Daniela. **Produção de Macaúba em Sistemas Agroflorestais**. Youtube, 16 de out. de 2017. Disponível em < https://goo.gl/7hJXfj>. Acessado em 12 de maio de 2020.

COMPRE RURAL. **ILPF mostra-se superior em todos os sistemas e cenários**. Jan 2019. Disponível em < https://www.comprerural.com/ILPF-mostra-se-superior-em-todos-os-sistemas-e-cenarios/>. Acessado em 05 de maio 2020.

BALBINO, Luiz Carlos *et al*. **Sistemas de integração: conceitos, considerações, contribuições e desafios.** In: BUNGENSTAB. Davi José *et al*., editores técnicos. ILPF inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta: 1° Ed. Brasília, DF : Embrapa, 2019, 805 p.

BARROSO, Ana Cláudia. Sistema agroflorestal: uma alternativa sustentável no agronegócio. **Revista de Economia da UEG**, v. 13, n. 1, JAN/JUN. 2017.

BERNARDES, M. S. 2008. **Sistemas Agroflorestais**. In: XXXIII SECITAP. Jaboticabal: UNESP, Palestra

BNDES. Circular SUP/AOI n. 18/2017. **Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura – Programa ABC**. Rio de Janeiro: BNDES / Área de Operações Indiretas (AOI), 2017. 17 p.

BNDES. **Folheto explicativo: Apoio a Agroindustria**. Programa ABC. Rio de Janeiro: BNDS, 2019, 7 p.

BORGES, Wander; SILVA, Giane; FREITAS, Rogério; PAZIANI, Solidete; NICODEMO, Maria; SANTOS, Carlos. Integra SP - Integração lavoura-pecuária-floresta no Noroeste Paulista. **Boletim de Indústria Animal**, v.71, p. 192-199. 2014

Digitized by Google

BRACHTVOGEL, Cleide ; FERNANDES, Ana Caroliny de Queiroz ; NIEDACK, Ludmila Osório Castilho; PEREIRA, Zefa Valdivina; PADOVAN, Milton Parron. Sistemas Agroflorestais Biodiversos: Potencial para Sequestro de Carbono. **Cadernos de Agroecologia**. V. 13, N. 2, Dez. 2018

BRASIL. Lei no 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília,DF, 30 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono).** Brasília, DF: MAPA/ACS, 2012. 172 p.

CANUTO, João Carlos. **Sistemas Agroflorestais : experiências e reflexões**. Brasília, DF : Embrapa, 2017. 216 p

CARDOSO, Donizete da Silva . Sistema de integração lavoura-pecuária--floresta: Um Olhar Sustentável. **In: XI Concurso de Artigos de Iniciação Científica da Faculdade La Salle**, 2019. Disponível em <https://www.unilasalle.edu.br/uploads/files/a8557645ff74978c95b40 1953ce-40ced.pdf>. Acessado em 04 de maio de 2020.

CENTRAL FLORESTAL. **As árvores no sistema agroflorestal (SAF's)**. Agosto de 2017. Disponível em <http://www.centralflorestal.com.br/2017/08/o-eng-florestal-e-as-arvores-no-sistema.html>. Acessado em 11 de maio de 2020.

CEPEA. **HF + Floresta = Sistemas Agroflorestais (SAF'S).** Revista Hortifruti Brasil: ESALQ/USP: São Paulo, ano 16, n°169. Jul. 2017. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/sistemas--agroflorestais-saf-s.aspx>, acesso em 12 de julho 2020.

CHAVES, Arthur Guilherme Schirmbeck; SILVA, Camila Souza da; FRANCO, Fernanda Miguel. Planejamento e implantação de um sistema de integração pecuária-floresta (IPF) em pequenas propriedades: um estudo de caso em Cáceres (MT). **ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v.4, n.1, p: 173-193, jan/jun 2017.

Digitized by Google

ClOCCHI, Edson; OLIVEIRA, Hugo Leonardo Marques de. **Integração Lavoura-Pecuária**. Jul. 2018. Disponivel em <http://www.pioneersementes.com.br/blog/48/integracao-lavoura-pecuaria>. Acessado em 5 de maio de 2020.

CONGRO, Christiane. **Consórcio milho-braquiária beneficia o solo e o agricultor**. 2013. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de--noticias/-/noticia/1473003/consorcio-milho-braquiaria-beneficia-o-solo--e-o-agricultor>. Acessado em 05 de maio de 2020.

CORDEIRO, Luiz Adriano Maia *et al*. **Integração lavoura-pecuária--floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF : Embrapa, 2015. 393 p.

CORDEIRO, Luiz Adriano Maia; BALBINO, Luiz Carlos. Políticas de fomento à adoção de Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta no Brasil. In: BUNGENSTAB. Davi José *et al*., editores técnicos. ILPF inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta: 1° Ed. Brasília, DF : Embrapa, 2019, 805 p.

DA MATTA, Fábio Murilo *et al*. **O café Conilon em sistemas agroflorestais** (2015). Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/707/1/livro2007cafeconilon14.pdf>. Acessado em 12 de maio de 2020.

DUBOIS, Jean Clement Laurent. Informações gerais sobre Sistemas Agroflorestais e suas práticas. In: MAY, Peter Herman; TROVATTO, Cássio Murilo Moreira (Coord.). **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008.

EMBRAPA. **ILPF em núm3r05: região 3 Matopiba**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2017. 16 p. 1 folder.

FOLLADOR, Marco *et al*. **Análise da viabilidade econômico-financeira da recuperação florestal em áreas de reserva legal com foco no Programa ABC**. Relatório 3 - Água Brasil do Banco do Brasil. Disponível em < https://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/uds/dwn/AgroProd3.pdf>. Acessado em 08 de maio de 2020.

FORMIGONI, Ivan. **ILPF pode poupar cerca de 2,5 milhões de hectares no Mato Grosso**. Nov 2019. Disponivel em < http://www.farmnews.com.br/historias/ILPF-4/>. Acessado em 05 de maio de 2020.

Digitized by Google

GIROLANDO OG. **Integrar Lavoura e Pecuária**. Disponível em: < https://www.girolandoog.com/wp/integrar-lavoura-e-pecuaria/#>, acesso em 22 de julho de 2020.

INICIATIVA VERDE. **Conheça seis modelos de Sistemas Agroflorestais que promovem uso sustentável do solo**. Disponível em: < https://blog.fastformat.co/como-fazer-citacao-de-artigos-online-e-sites-da-internet/>, acesso em 12 de julho 2020.

JOHN DEERE. ILPF – **Integração Lavou Pecuária Floresta**. Disponível em <https://www.deere.com.br/pt/a-nossa-empresa/sustentabilidade-e-responsabilidade-social/ILPF/>. Acessado em 12 de maio 2020.

JÚNIOR, Lindomar Braz Barbosa *et al*. **Integração lavoura-pecuária como alternativa sustentável de recuperação de pastagens degradadaS**. In: II Congresso Internacional das Ciencias Agrarias COINTER – PDVAgro, 2017. Disponivel em: < https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2018/02/INTEGRA%C3%87%C3%83O-LAVOURA-PECU%C3%81RIA-COMO-ALTERNATIVA-SUSTENT%C3%81VEL-DE-RECUPERA%C3%87%C3%83O-DE-PASTAGENS-DEGRADADAS.pdf>. Acessado em 04 de maio de 2020.

KICHEL, Armindo Neivo *et al*. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro**. In: BUNGENSTAB. Davi José *et al*., editores técnicos. ILPF inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta: 1° Ed. Brasília, DF : Embrapa, 2019, 805 p.

LARCHER, Thamyres Patricia Oliveira. **Construção de um modelo lógico do plano ABC (agricultura de baixa emissão de carbono) como uma proposta de avaliação**. 138 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Brasília-DF 2016.

LAURA, Valdemir Antônio; ALVES, Fabiana Villa; ALMEIDA, Roberto Giolo de. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília : Embrapa, 2015. 208 p.

LIMA. Ana Laura. **O dendê em sistemas agroflorestais enriquece o solo e armazena mais carbono**. (2015). Disponivel em < https://www.ecodebate.com.br/2015/03/18/o-dende-em-sistemas-agroflorestais-enriquece-o-solo-e-armazena-mais-carbono/>. Acessado em 12 de maio de 2015.

LIMA, Maída Cynthia Duca de; GAMA, Dráuzio Correia. **O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: conceitos, desafios e novas perspectivas**. Agroforestalis News, Aracaju, v.3, n.1, jan, 2018

Digitized by Google

LOSS, A.; RIBEIRO, E. C.; PEREIRA, M. G.; COSTA, E. M. Atributos físicos e químicos do solo em sistemas de consórcio e sucessão de lavoura, pastagem e silvipastoril em Santa Teresa, ES. Bioscience Journal, v. 30, n. 5, p. 1347-1357, 2014.

MALIK, Tahir. **Agroflosrestry.** Jan. 2017. Agriinfo- Forestry. Disponível em:< https://agriinfo4u.wordpress.com/2017/01/14/agroforestry/>, acesso em 17 de julho 2020.

MELOTTO, Alex Marcel *et al*. **Espécies florestais em sistemas de produção em integração**. In: BUNGENSTAB. Davi José *et al*., editores técnicos. ILPF inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta: 1° Ed. Brasília, DF : Embrapa, 2019, 805 p.

MENTEN, José Otavio. **Integração lavoura-pecuária-floresta: sustentabilidade**. CCAS – Conselho Cientifico Agro Sustentável. Disponível em < https://agriculturasustentavel.org.br/integracao-lavoura-pecuaria-floresta-sustentabilidade>. Acessado em 05 de maio de 2020.

MORAIS, Stheffany Rocha de. **Integração lavoura, pecuária e floresta - ILPF: uma nova perspectiva pelo desenvolvimento sustentáve**l. Monografia (Graduação), 32 p. 2017 Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

NASCIMENTO, Jaqueline Silva. **Estudos multidisciplinares em arranjos agroflorestais biodiversos na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul**. 127 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia. Dourados-MS, 2016.

NETO, Miguel Marques Gontijo *et al*. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em minas gerais. **B. Indústr. Anim., Nova Odessa**,v.71, n.2, p.183-191, 2014

OLIVEIRA, Fabiana Lopes Ramos .; *et al*.; Crescimento inicial de eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de integração lavoura-pecuária-floresta**. CERNE**. Lavras-MG, v. 21, n. 2, p. 227-233, Jun. 2015

OLIVEIRA, Patrícia Perondi Anchão, *et al*. Balanço e emissões de gases de efeito estufa em sistemas integrados. In: JAMHOUR Jorge; ASSMANN Tangriani Simioni. Palestras: intensificação com sustentabilidade. Pato Branco: UTFPR Câmpus Pato Branco, 2017. 165 p.

OLIVEIRA, Vianney Reinaldo de; *et al*. Corn-tree proximity effects in agroforestry experiments. **Rev. Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 648 –655, jul. –set., 2016

Digitized by Google

PLANETA ORGÂNICO. **Sistemas Agroflorestais (SAFs): realizando o casamento entre agricultura e floresta**. Disponível em < http://planeta-organico.com.br/site/index.php/sistemas-agroflorestais-safs-2/>. Acessado em 06 de maio de 2020.

REDE ILPF. IABS - **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade. O que é ILPF.** Disponível em <https://www.redeILPF.org.br/index.php/rede-ILPF/o-que-e-ILPF>. Acessado em 05 de maio de 2020.

REDE ILPF. IABS - **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade**. Disponível em < https://www.redeILPF.org.br/index.php/rede-ILPF/o-que-e-a-rede-ILPF>. Acessado em 10 de maio de 2020a.

REIS, Júlio Cesar dos. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative. **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, n. 1, p. 58-73, jan/abr 2016

RESENDE, Francisco Vilela. **Manejo orgânico. Agencia Embrapa de Informação Tecnológica.** Ageitec. Disponivel em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cebola/arvore/CONT000gn9eurvn02wx5ok0liq1mqsbf1sud.html>, acesso em 17 de julho de 2020.

REVISTA SAFRA. **ILP-gado-na-pastagem** Abr. 2020. Disponível em < http://revistasafra.com.br/sustentabilidade-ILP-aumenta-renda-do-produtor-em-50/ILP-gado-na-pastagem-2/>, acessado em 05 de maio de 2020.

RIBASKI, Jorge; MONTOYA, Luciano Javier; RODIGHERI, Honorino Roque. **Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos**. Ambiente Brasil. Disponível em <https://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuario/artigo_agropecuario/sistemas_agroflorestais_aspectos_ambientais_e_socio-economicos.html>. Acessado em 11 de maio 2020.

RODRIGUEZ, Carla Andrea Sandoval. **Serviços ambientais em sistemas agroflorestais**. In: RIGHI, Ciro Abbud; BERNARDES, Marcos Silveira. Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais. Piracicaba, 2015. 108 p.

SCHEMBERGUE, Altamir *et al*. Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v.55, n. 1, p.9-30. Jan. de 2017.

Digitized by Google

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Sistemas Agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico**. 1. ed. Brasília: SENAR, 2017.140 p. il.

SILVA, Paulo Henrique Muller; ANGELI, Aline. **Implantação e Manejo de Florestas Comercias.** Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais-IPEF. Documentos Florestais, n. 18. 2006. 16 p.

SILVA, Pedro Victor Castro *et al*. Análise de diversidade de espécies arbóreas nativas em sistemas agroflorestais. VII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Unilab. 2018

SILVA, Ricardo & CRESTE, José & MEDRADO, Moacir & RIGOLIN, Isabela. Sistemas integrados de produção – o novo desafio para a agropecuária brasileira. **Colloquium Agrariae**. v. 10, n.1, Jan-Jun. 2014.

SUELEIMAN, Kadijah. ILPF: Escolha de espécie e manejo de árvores são essenciais para qualidade da madeira. **Agroenergia em revista**, v. 9. p. 42-45, Dez. de 2015.

SYNGENTA. **Sistemas integrados de produção agropecuária sustentáveis e produtivos**. Mar. De 2019. Disponível em: <https://blogsyngenta.com.br/sistemas-integrados-de-producao-agropecuaria-sustentaveis-e-produtivos/>. Acessado dia 20 de abr. de 2020.

TEIXEIRA. César Pereira. **Sistemas agroflorestais experiências no estado do Espírito Santo**. Projeto Bioma - Senar e Incaper. Disponivel em<http://ead.senar.org.br/wp-content/uploads/capacitacoes_conteudos/bioma_mata_atlantica/INSER%C3%87%C3%83O%20DA%20%C3%81RVORE%20NA%20PROPRIEDADE%20RURAL%20DO%20BIOMA%20MATA%20ATL%C3%82NTICA/AULA%2020_SISTEMAS%20AGROFLOR_EXPERIENCIAS%20ES.pdf>. Acessado em 12 de maio de 2020.

TOMAZ, Gabriella Agapito; BORGES, Alexandre De Sousa; WANDER , Alcido Elenor; SOUZA, Cleonice Borges de. Como viabilizar a adoção do sistema ILPF. **Revista SODEBRAS**. V. 12, n. 144, p. 55-60. Dez. de 2017.

TOMCHINSKY, Bernardo; SANTOS, Dayane Graziella Pereira de Oliveira dos; ADAMO, Pedro Eugênio. **Agronomia: ciência e profissão** – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016. 232 p.

Digitized by Google

TONINI, Helio; FALAVINHA, Alan Felix; MAGALHÃES, Ciro Augusto de Souza. **Dimensionamento de um sistema de Integração Lavoura--Pecuária-Floresta.** Comunicado Técnico 100: Bagé-RS. Out. 2019.

UMRANI, Ramesh; JAIN, CK. **Agroforestry Systems and Practices.** Oxford Book Company: Jaipur - Índia , 2010. 298 p.

VALERI, Sérgio Valiengo; SOUZA, Wallace Leite de. **Estrutura e Classificação de Modelos Agroflorestais.** 2016. Disponível em < https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/producaovegetal/SERGIOVALIENGOVALERI/silvic_modulo-21-saf-rev-04_01_17.pdf>. Acessado em 12 de maio de 2020.

WRUCK, Flávio Jesus; BEHLING, Maurel; LANGE, Anderson. **Produção da lavoura em sistemas de ILPF**. In: BUNGENSTAB. Davi José *et al*., editores técnicos. ILPF inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta: 1° Ed. Brasília, DF : Embrapa, 2019, 805 p.

Digitized by Google

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA E FERTILIZANTE: O PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES NO TOCANTINS.

Resumo

No Brasil a produção de carne de frango tem crescido a cada ano, o que o coloca hoje em 3º lugar no *ranking* mundial. Com o aumento da produção, proporcionalmente, aumenta a geração de resíduo gerado em granjas, sendo o principal a cama de frango. Estudos foram desenvolvidos e concluiu-se que a forma mais vantajosa de seu descarte seria no biodigestor. Tal destinação tem três vantagens principais: solução para saneamento, produção de energia e de biofertilizante, gerando renda e evitando a degradação do meio ambiente. A metodologia utilizada foi à bibliográfica, a descritiva, a explanatória e a explicativa. A Secretaria de Agricultura e Pecuária do Estado do Tocantins está desenvolvendo na região de Paraíso do Tocantins, um projeto de mapeamento, capacitação e implantação de um sistema de tratamento de efluentes com biodigestores nas granjas do centro do Estado. Constatou-se que este tipo de empreendimento pode gerar em torno de 30 a 40% de economia na conta de energia elétrica e significar um acréscimo na renda da granja com a venda do biofertilizante, além de ser uma maneira ecologicamente correta de destinar seus dejetos.

1. Introdução

A humanidade desde que surgiu o fogo vem cada dia mais dependendo da produção de energia para manter seu conforto, segurança e outros benefícios. Porém, a partir do século XX está dependência se

Digitized by Google

tornou inexorável, principalmente do petróleo e seus derivados. Estes últimos são causadores de diversos danos ambientais ao Planeta e consequentemente aos seres humanos. No entanto, neste mesmo espaço de tempo a sociedade tomou consciência que precisava desenvolver outras fontes de energia e diminuir, ao máximo, o uso de fontes de energia fósseis, principalmente do petróleo.

Os empresários do setor avícola, objeto de estudo deste trabalho, também, observaram que tinham a necessidade de diminuir sua dependência de energia externa e assim diminuir seus custos. Pensou-se no aproveitamento dos resíduos do próprio processo de produção dentro da avícola para geração de energia elétrica própria e na diminuição do custo para descarte e da compra de energia elétrica. Os resíduos gerados neste setor são preocupantes se despejados no ambiente sem tratamento adequado.

Este trabalho tem como objetivo descrever e analisar a utilidade econômico-ambiental de resíduos do setor avícola para produção de energia e fertilizante. A meta é analisar a possibilidade da diminuição dos custos do setor com a implantação de biodigestores.

> A utilização de biodigestores para o tratamento de resíduos orgânicos com o objetivo de gerar energia térmica e elétrica, já consolidou-se muito nos últimos anos. A biodigestão da cama de frango, mostra-se uma perfeita alternativa para o avicultor transformar seu problema ambiental em geração de renda, através da utilização do biogás e do biofertilizante. (CATARINO *et al.*, 2009, p. 213)

A metodologia utilizada foi a bibliográfica, descritiva, explanatória e explicativa. O estudo bibliográfico, que é desenvolvido de material já elaborado (Gil, 1999, p. 71) centrar-se-á nas contribuições de vários autores de livros, artigos e teses. A pesquisa explicativa "são aquelas que têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos" e a explanatória e descritiva "constituem etapa prévia indispensável para que se possam obter explicação cientifica" (Gil, 1999, p. 46).

O presente texto está dividido em três partes, sendo esta a primei-

Digitized by Google

ra. A segunda parte dividiu-se em três sub itens onde na introdução apresenta-se um panorama geral do setor avícola no Brasil e no Tocantins, sendo abordados assuntos referentes a produção brasileira e tocantinense de carne de frango e normas técnicas de produção segundo a união Brasileira de Avicultura. No primeiro sub item detalha-se sobre a cama de frango, o qual é um resíduo do setor avícola, que tanto pode ser um risco ambiental se mal utilizado como de agregar renda ao setor se bem aproveitado; a segunda parte, aborda-se sobre o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC), objetivos e desafios para sua implantação e políticas públicas que vem sendo desenvolvidas no Estado do Tocantins que visam o desenvolvimento sustentável e proteção do meio ambiente com destaque ao projeto de mapeamento, capacitação e implantação de um sistema de tratamento de efluentes com biodigestores nas granjas do centro do Tocantins e finalizando a segunda parte apresenta-se a alternativa para o aproveitamento da cama de frango através da instalação de biodigestores para produção biogás e biofertilizante.

A terceira parte é iniciada com a apresentação do projeto acima citado, seu executor e agentes envolvidos e no sub item primeiro aborda-se sobre a rentabilidade econômica do biodigestor de cama de frango segundo o caso de uma granja do Tocantins.

2. Avicultura no Brasil e no Tocantins

Em 2009 a avicultura brasileira, representou quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) e emprega cerca de 3,6 milhões de pessoas, direta e indiretamente. O Brasil encontra-se em 3º lugar em produção de carne de frango no mundo, ficando atrás da China e dos EUA. Foram exportados 3.918 milhões de toneladas em 2012, sendo região Sul responsável por cerca de 75%, seguida região Centro-oeste em torno de 15% e região Sudeste responsável por cerca de 12% (UBA, 2009).

Diante do total de produção de 12,645 milhões de toneladas de carne de frango produzidas no país, 69,% destinou-se ao mercado interno, onde o consumo per capta da carne de frango é em média 45kg

Digitized by Google

anuais dados de 2012 e 31% a exportação. (UBA, 2013)

Segundo a UBA (2009) o sucesso da avicultura brasileira foi resultado dos programas de qualidade implementados pelo setor, com destaque para a genética, nutrição, manejo, biosseguridade, boas práticas de produção, rastreabilidade e programas de bem estar animal e de preservação do meio ambiente.

A União Brasileira de Avicultura (UBA) firmou junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) um convenio para elaboração do documento de Norma Técnica de Produção Integrada de Frango, com o objetivo de oferecer aos avicultores brasileiros um completo conjunto de diretrizes estabelecidas para nortear o fluxo de trabalho das granjas, independente do seu porte (UBA, 2009). Esta norma não tem caráter obrigatório, porém, em virtude da imposição ambiental e sanitária, foi importante estabelecer regras para que os resíduos sejam manejados de forma correta e seu destino seja feito de modo adequado ambientalmente, entre outras boas práticas de produção de frango de corte. O documento conta com treze itens, que aborda todo processo de produção, desde as instalações físicas propícias para crescimento das aves como apanha e transporte. Também, foi considerado a questão ambiental, de saúde, segurança e bem estar do trabalhador.

Apesar dos Estados do Sul e Sudeste do Brasil serem tradicionais e bem organizados no que tange a avicultura e liderarem o *ranking* nacional, a produção de frangos apresenta uma tendência de expansão para as regiões Centro-oeste e Norte, a procura de economia de escala e escopo (HELFAND & REZENDE, 1999).

Localizado no centro do país, o Estado do Tocantins, criado em 1988 a partir do desmembramento do Estado de Goiás. Foi incorporado à região Norte do Brasil e segundo dados do IBGE ocupa uma área de 277.720,520 km² e vem a cada dia destacando-se por sua logística favorável e investimentos (TOCANTINS, 2011).

A produção avícola no Tocantins, segundo dados do relatório anual da UBA de 2013 tem participação de 0,23% da nacional, ainda é tímida, mas com perspectiva de crescimento. No Estado, em 2013, a população total de aves, comerciais e de subsistência (agricultura fami-

Digitized by Google

liar) era de 7.223.820. (O GIRASSOL, 2013)

Atualmente, conta-se com apenas uma empresa, de abate de frango, a Frango Norte, localizada na cidade de Paraíso do Tocantins, região central do Estado, abatendo hoje, em média, 60 mil aves/dia, segundo pesquisa dos autores dessa monografia.

As granjas localizadas no centro do Estado e que fornecem os frangos a empresa Frango Norte localizam-se nos municípios de Paraíso do Tocantins, Barrolândia, Pugmil, Oliveira de Fátima, Fátima, Nova Rosalândia, Barrolândia, Monte Santo, Chapada de Areia e Miracema (CHAVES, 2014). Segundo o coordenador do projeto de biodigestores da Secretaria de Agricultura e Pecuária do Tocantins (SEAGRO), Reginaldo Novaes Rocha, totalizam 33 propriedades, cuja quantidade de aves produzidas não consegue atender à demanda da empresa. Ainda, segundo o presidente da Associação dos Avicultores do Centro do Tocantins (AACT), Sr Geraldo Candido da Silva Filho, 20 destas são associadas.

2.1 Resíduos da Avicultura – Cama de Frango

Como nas demais atividades agropecuárias, a avicultura de corte, gera uma quantidade muito grande de resíduos como cama de frangos e outros, que apresentam o potencial de ser tanto um recurso que pode ser aproveitado para gerar outros bens e serviços ou como um poluente. Quando adequadamente manejados apresentam riscos ambientais mínimos, por outro lado, impropriamente manipulados, irão degradar o ambiente. (SEIFFERT, 2000)

O termo "Cama de frango" é todo material distribuído sobre o piso de galpões para servir de leitos para às aves, sendo uma mistura de excreta, penas das aves e o material utilizado sobre o piso, de acordo com a Figura 01. Vários materiais são usados na cama, como: maravalha, casca de arroz, casca de amendoim, casca de café, capim seco, sabugo de milho picado, entre vários outros materiais (GRIMES, 2004 *apud* AIRES, 2009). A escolha do material irá depender da disponibili-

Digitized by Google

dade na região de criação, qualidade e custo.

Segundo UBA (2009) a espessura da cama deve ser no mínimo cinco cm e esta quantidade é aumentada ao passar das semanas para manter a baixa umidade da superfície e necessita ser bem manejada para permitir a diluição da excreta (fezes e urina). Mantendo-se assim em condições adequadas garantindo o bem estar das aves, proporcionando um ambiente sanitariamente seguro, segundo as normas técnicas de produção integrada de frangos.

Figura 01: Galpão de criatório de aves de corte e sua cama de frango.

FONTE: (MORGAN, 2010)

Considerando que a ave excrete de 20 a 30% de matéria seca em relação à sua ingestão de alimento e que um frango ingere de 4,5 a 5,0 kg de alimento durante sua criação (42 a 47 dias), a produção de excretas oscilará em torno de 1 a 1,5 kg de matéria seca. Porém, na geração de resíduos considerando a adição de 0,5-0,6 kg de material de cama/ave e levando-se em conta outros fatores como desperdício de ração e água, duração do ciclo, queda de penas, etc., a produção total de cama pode chegar a 2 kg Matéria Natural por ave (MN/ave) (LUCAS JR *et al.*,1998).

Durante muito tempo a cama de frango foi fornecida como alimentação para ruminantes, mas o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa nº 15, de 17 de julho de

Digitized by Google

2001 (MAPA, 2001), proibiu os avicultores de vender esse resíduo como insumo nutricional, gerando também mal-estar aos pecuaristas que a baixo custo o adquiriam. O destino desses dejetos passou então a ser uma preocupação, o que gerou várias discussões em torno do assunto, pois além do grande volume produzido, as excretas das aves comerciais podem contaminar o meio ambiente em decorrência da má utilização dos mesmos (PALHARES, 2004).

Profissionais do ministério, órgãos representativos dos avicultores de corte e representantes de instituições de pesquisa e ensino fizeram inúmeras reuniões técnicas a fim de buscarem destino para a cama que não fosse alimentação. Esse destino teria que além de solucionar o problema ambiental, gerar renda. Concluíram que o biodigestor seria das alternativas analisadas a mais vantajosa, a fim de obter energia alternativa, saneamento rural e produzir fertilizante para uso na atividade agrícola, gerando renda e evitando a contaminação e degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo. (PALHARES, 2004)

2.2 O Plano ABC e o Programa de Biodigestores no Tocantins

Durante a 15ª Conferência das Partes (COP-15), o governo brasileiro divulgou o seu compromisso voluntário de redução entre 36,1% e 38,9% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) projetadas para 2020, estimando o volume de redução em torno de um bilhão de toneladas de CO_2 equivalente (t CO_2 eq) (MAPA,2012).

Nesta conferência, as seguintes ações foram propostas: 1) Reduzir em 80% a taxa de desmatamento na Amazônia, e em 40% no Cerrado; 2) Adotar intensivamente na agricultura a recuperação de pastagens atualmente degradadas; 3) promover ativamente a integração lavoura-pecuária (iLP); 4) ampliar o uso do Sistema Plantio Direto (SPD) e da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN); e 5) ampliar a eficiência energética, o uso de bicombustíveis, a oferta de hidrelétricas e de fontes alternativas de biomassa, de energia eólica e de pequenas centrais hidrelétricas, assim como ampliar o uso na siderurgia de carvão de florestas plantadas.

Digitized by Google

O Plano de Agricultura de Baixa emissão de Carbono (ABC), aprovado em maio de 2011, é uma política pública, que apresenta o detalhamento das ações de mitigação e adaptação às mudanças do clima para o setor agropecuário. A abrangência é nacional e o período de vigência é de 2010 a 2020, com previsão de revisões e atualizações caso ocorra necessidade. Ao ser elaborado, algumas ações ora propostas para a agricultura na (COP-15), foram alteradas e/ou detalhas. Este plano é composto por sete programas, um referente a ações as mudanças climáticas e seis referentes às tecnologias de mitigação de gases do efeito estufa (GEE). Dentre esses seis está o programa de Tratamento de Dejetos Animais que visa a ampliação do uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de toneladas de dejetos de animais até 2020 para geração de energia e produção de composto orgânico. Para incentivo à implantação dessa ação, existem financiamentos aos produtores, bem como assistência técnica, informação e capacitação. (MAPA, 2012)

Alguns desafios existem para a implantação do programa Tratamento de Dejetos Animais, podendo destacar a conquista da adesão dos produtores em função da vantagem da biodigestão; incentivar a eficiência alocativa e aproveitamento dos resíduos para produção de energia elétrica nas propriedades rurais, viabilizar e articular mecanismos de transferência de tecnologia para implantação de biodigestores e composteiras e consolidar cientificamente o biogás como combustível.

Com a implantação deste programa, além de melhorias na questão ambiental, busca-se também, o incremento de renda nas unidades produtoras, contribuindo para a fixação do homem no campo e melhor qualidade de vida aos seus moradores, com intuito de atingir a um dos objetivos do Plano ABC que é o de incentivar a adoção de Sistemas de Produções Sustentáveis que assegurem a redução de emissões de GEE e elevem simultaneamente a renda dos produtores.

Os resultados terão como indicadores o volume de biogás processado, volume de metano utilizado na geração de energia; energia elétrica gerada a partir do uso do biogás e toneladas geradas de composto orgânico. (MAPA, 2012)

O governo do Estado do Tocantins, por meio da Secretaria da

Digitized by Google

Agricultura e Pecuária (SEAGRO), está investindo em políticas públicas que visam o desenvolvimento sustentável e proteção do meio ambiente, tendo como meta reduzir em 50 mil m^3 a emissão de gases do efeito estufa no Estado. Para este fim, três programas encontram-se em andamento na Secretaria de Agricultura e Pecuária, através do departamento de Agroenergia: Incentivo a Florestas Plantadas, Biocombustíveis e Biomassa e Resíduos Energéticos. Dentro deste último vem sendo desenvolvido o projeto de mapeamento, capacitação e implantação de um sistema de tratamento de efluentes com biodigestores nas granjas do centro do Tocantins, em consonância com o Plano ABC, que tem como um dos objetivos incentivar o uso de Tratamento de Dejetos Animais para geração' de biogás e de composto orgânico. O projeto a ser desenvolvido pela SEAGRO, propõe-se as seguintes ações: mapear as granjas existentes no centro do Estado; capacitar técnicos e granjeiros no uso e manutenção de um biodigestor; auxiliar no acesso as linhas de créditos para instalação de biodigestores nas granjas; instalar um sistema de tratamento de efluentes em uma das granjas da Associação; estudar mecanismos de comercialização do gás e do biofertilizante excedente na produção.

Busca-se com o mapeamento e a realização de capacitação, uma conscientização dos granjeiros quanto à importância do uso de biodigestores em suas propriedades, evitando assim a contaminação do lençol freático, odores e emissão de GEE, bem como informá-los sobre a agregação de renda que o mesmo pode proporcionar.

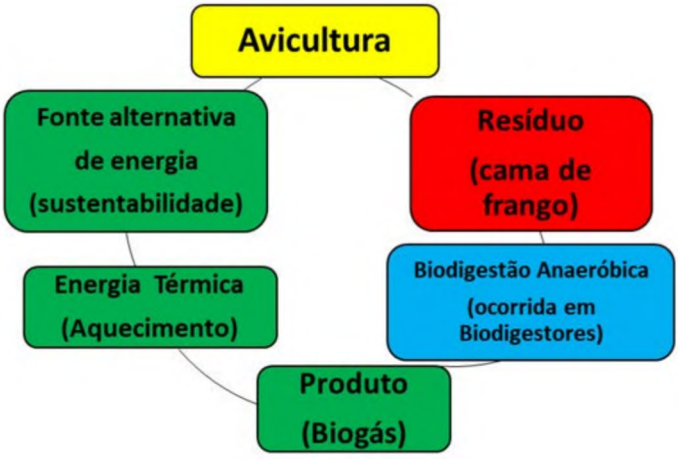
2.3. Ciclo da produção de energia e fertilizante sustentável, a partir da cama de frango.

Uma alternativa para o aproveitamento do resíduo da cama de frango é a utilização de biodigestores. A biodigestão anaeróbia é um sistema de tratamento no qual a matéria orgânica é degradada até a forma de metano CH_4 e dióxido de carbono CO_2 em condições anaeróbias (DEMIRER & CHEN, 2005, *apud* ORRICO JUNIOR *et al*, 2010). Na

Digitized by Google

figura 02 pode-se visualizar o ciclo de produção de energia por meio da biodigestão anaeróbica do resíduo (cama de frango) proveniente do setor avícola. Neste processo o metano produzido pode ser utilizado como fonte de energia, na substituição de combustíveis fósseis e, deste modo, agrega valor à produção e diminui a emissão de dióxido de carbono (ORRICO *et al.*, 2007 *apud* ORRICO *et al.*2010). Para o meio rural existem alguns modelos de biodigestores que se tem mostrado atrativo devido à pouca tecnologia associada, facilidade operacional e baixo custo. Existem dois tipos de biodigestores, com produção contínua e os de produção descontínua, ou batelada. Os modelos devem ser estudados, em busca do mais apropriado de acordo com as características dos resíduos a serem utilizados.

Figura 02: Ciclo da produção de energia sustentável, a partir da cama de frango.



Fonte: (PALHARES, 2004)

A instalação de biodigestores no meio rural pode obter três vantagens principais: saneamento, produção de energia e de biofertilizante. O saneamento é onde os resíduos são aproveitados, isolando odores e parasitas prejudiciais ao homem e animais, surgindo daí o biogás.

O biogás produzido pode ter seu conteúdo energético possível de ser aproveitado na própria atividade agrícola em substituição a outras fontes energéticas, em aquecimento, refrigeração, iluminação, incuba-

Digitized by Google

dores, misturadores de ração, geradores de energia elétrica, entre outros, substituindo outras fontes energéticas e reduzindo os custos de produção configurando como uma atividade economicamente apreciável para os produtores (STEIL, 2003).

O biofertilizante é o produto final do biodigestor, sendo um produto com grande quantidade de nutrientes para uso agrícola, é considerado um benefício a mais para o setor, pois pode ser substituto de insumos adquiridos pelo avicultor que a partir dessa substituição poder ter desde uma diminuição do seu custo de produção a uma geração de renda extra (PALHARES, 2004).

> O biofertilizante não possui odores desagradáveis, característicos dos dejetos que abastecem o biodigestor, é isento de micro-organismos patogênicos e no solo favorece a multiplicação de bactérias que fixam o nitrogênio. Contribuindo assim para aumentar a produtividade e fertilidade dos solos (SGANZERLA, 1983, *apud* PEDERIVA 2012, p. 7).

A utilização de resíduos para produção de energia térmica e elétrica é importante por contribuir para a questão da destinação do lixo, uma vez que os resíduos orgânicos são as matérias-primas, reduzindo o poder poluente que o despejo *in natura* dos resíduos causa ao meio ambiente e principalmente gerar retorno financeiro.

3. Implantação de Biodigestores em Granjas da Região Central do Tocantins

O projeto de Mapeamento, Capacitação e Implantação de um Sistema de Tratamento de Efluentes com Biodigestores nas Granjas do Centro do Tocantins, tem como executor a SEAGRO, por meio da diretoria de Agroenergia, sendo seu coordenador Reginaldo Novaes Rocha. O objetivo principal é a realização de um mapeamento dos granjeiros e capacitação sobre os mais modernos sistemas de biodigestores visando a promoção e sustentabilidade dos sistemas aviários do Estado.

Digitized by Google

Para alcançar o objetivo foram propostas as seguintes ações: 1) Elaborar e imprimir material didático e de mídia; 2) Mapear as granjas do centro do Estado; 3) Realizar um seminário sobre uso do biodigestor de cama de frango; 4) Criar grupo de trabalho para auxiliar no acesso aos meios de financiamento e 5) Realizar o monitoramento do projeto (SEAGRO, 2014).

Esse projeto servirá como base de estudos os quais possibilitarão a implantação em outras propriedades do Estado. Hoje encontra-se em fase de mapeamento e segundo o Reginaldo, após a coleta dos dados coletados, estes serão enviados para empresa que irá instalar os biodigestores e essa fará o estudo da viabilidade das 33 granjas, com resultado esperado até final de maio.

Os produtores da região estão animados, segundo o presidente da AACT, Sr Geraldo Candido da Silva Filho, os granjeiros só têm a ganhar com o projeto. "Os aquecedores, por exemplo, poderão funcionar com a energia gerada na própria granja. A geração de mais emprego e renda também é uma possibilidade" (Chaves, 2014).

O biodigestor a ser instalado custa em média R$ 12.000,00 e com toda a instalação serão gastos em torno de R$10.500,00. Para fazer o local onde será depositado o biofertilizante, chamado de lagoa de decantação, serão gastos em torno de R$ 4.500,00 (SEAGRO, 2014).

3.1 Rentabilidade do biodigestor de cama de frango: o caso de uma granja do Tocantins.

Segundo O JORNAL GIRASSOL (2013), a avicultura é a segunda maior produtividade pecuária do Estado do Tocantins, com o envolvimento de médios e grandes produtores. Dados de 2013 contavam com um plantel de aproximadamente 7,3 milhões de aves destinadas ao abate. Por meio da ADAPEC e a RURALTINS os avicultores recebem suporte técnico, informações sobre incentivos fiscais, cursos de treinamento, qualificação e capacitação técnica. O foco do Governo do Estado é tornar o Tocantins uma referência na produção nacional e

Digitized by Google

internacional da atividade pecuária.

Com o apoio do Sebrae e de técnicos da empresa Recolast, a primeira propriedade rural a ser beneficiada no Estado do Tocantins com o biodigestor, foi a do avicultor Raimundo Alves Ferreira, na sua Fazenda Pedra Furada localizada no município de Palmeiras do Tocantins. O avicultor inseriu-se no programa para que pudesse implantar uma alternativa aos seus altos gastos com energia elétrica para climatização especial das suas granjas devido ao clima da região (SEBRAE TO, 2008).

Para alimentar o biodigestor da Fazenda Pedra Furada, representado pela figura 3, utiliza-se somente a cama de frango, cujo material é a palha de arroz e água. Há no mercado produtos que prometem aumentar a produção de biogás, mas é preciso avaliar o custo deles.

Figura 03: Biodigestor que utiliza cama de frango como fonte de energia

Fonte: (PALHARES, 2014)

A quantidade de material para a cama é na proporção de 0,5 kg por ave, o que em um galpão de 20 mil aves, utilizam-se 10 mil kg de casca de arroz. Sobre a cama, em sua vida média de 45 dias (1 ciclo), cada ave deposita de 1,2 kg a 1,3 kg de fezes, o que pode ser aumentado conforme a conversão alimentar. Portanto no galpão analisado, gera-se de excreta de 24 a 26 mil kg que somados a cama tem-se de 34 a 36 mil

Digitized by Google

kg, ou seja, em média, 35 toneladas de resíduo por ciclo. Com esses dados pode-se gerar a seguinte equação: Resíduo Total em quilogramas (R.T) é igual a meio quilo (0,5) de material da cama de frango multiplicado pelo número de aves (a) mais a média da quantidade de excreta por ave em quilogramas (1,25) multiplicado pelo número de aves (a), onde matematicamente escreve-se:

$$R.T.(a) = 0{,}5 \cdot a + 1{,}25 \cdot a$$

Os técnicos da empresa fabricante do biodigestor e o proprietário depois de alguns testes chegaram a um consenso que a proporção ideal de resíduo e água foi de 10% de resíduo para 90% de água. A cada dia o biodigestor é abastecido com 4 m^3 da mistura resíduo/água, o que pela conversão estipulada na propriedade gira em torno de 400kg de resíduo. Esta não é uma conversão exata, porque se sabe que para converter kg em litros, depende da densidade dos materiais envolvidos. Fazendo-se os cálculos, utilizando a quantidade estipulada de resíduo, seria utilizado em 1 mês 12000 kg e para um ciclo, em torno de 18000 kg. Observa-se que não foi utilizado todo o resíduo gerado, somente em torno de 50% do total de um galpão, sendo o destino dos outros 50% passível de estudos. Para este caso e que servirá de modelo para os outros do projeto de implantação de biodigestores na Região de Paraíso do Tocantins, o biodigestor adquirido possui capacidade para um volume total de 180 m^3, dimensionado para um galpão de 20 mil aves, sendo que deste total tem-se que 120m^3 compõe-se da parte sólido-líquido e 60 m^3 destina-se a produção do biogás. Para transformação deste gás em energia elétrica, é necessário um gerador, onde a quantidade de kWh irá depender do porte deste e do motor. O gerador utilizado na Fazenda Pedra Furada é de 40 kVA que é acionado por um motor que consome 20 m^3 por hora. Nesta proporção, o galpão recebe energia elétrica por 3 horas produzindo 40kWh. Essa energia renovável é utilizada principalmente para acionar os equipamentos de refrigeração da avícola.

De acordo com dados acima, fornecidos pela granja, em um mês, é produzido 1800 m^3 de biogás e 3600 kW de energia. Simbolicamente,

Digitized by Google

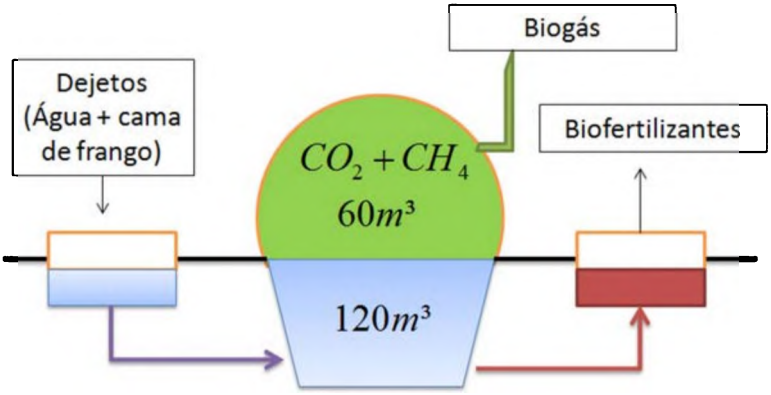
pode-se montar a função matemática que represente quanto de biogás é necessário para se produzir um kW gerado por um motor de 40 kW do avicultor. Toma-se B, como sendo a variável representativa do volume de biogás em m³, e a variável E simbolizando a quantidade de energia em kW. Assim, temos:

$$B(E) = 2E$$

Pode-se explicar o rendimento da seguinte forma, suponha que o avicultor em sua granja possua um gasto de 9000 kW/mês, ou seja, 300 Kw/dia. Como o rendimento por dia é de 120 kW há uma economia mensal de energia elétrica em torno de 40%.

Na mesma proporção do abastecimento diário do biodigestor de 4 m³ de cama/água, tem-se a vazão de biofertilizante, como pode ser visualizado na figura 4.

Figura 04: Biodigestor que utiliza cama de frango como fonte de energia



Fonte:(ANDRADE, 2014)

A energia é um dos componentes que mais influi no custo final do produto já a destinação dos resíduos é uma preocupação constante e, também, tem pesa nos custos finais. Ao utilizar estes resíduos para a produção de energia, tem-se uma diminuição do custo da energia elétrica, ainda pode-se obter renda com a venda do biofertilizante e ainda

Digitized by Google

se pode ter uma possível venda de créditos de carbono, portanto diminuindo os custos e ainda aumentando a renda da avícola (MAPA, 2006).

4. Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo a utilização de resíduos da avicultura para produção de energia e biofertilizante tendo como meta diminuir os custos da empresa avícola. Assim pode-se observar que o manejo sustentável dos dejetos avícolas trazem vantagens para saneamento rural com o adequado descarte, diminuição da demanda energética para a concessionária de energia da região dana propriedade, diminuição dos custos finais do produto e possibilitou uma economia em torno de 40% na conta de energia elétrica e a produção de biofertilizante que pode ser vendido e gerar renda e evitar a degradação do meio ambiente. Estes dados foram comprovados quando se analisou por meio de modelos matemáticos, gerados a partir dos dados fornecidos pelo avicultor da Fazenda Pedra Furada (TO), onde foi implantado o primeiro biodigestor de cama de frango em funcionamento do Estado do Tocantins e do projeto do governo de biodigestores. Mediante o exposto ficou provado que a utilização de resíduos de frango em biodigestores para produção de energia e fertilizante, podem propiciar um descarte destes de modo sustentável economicamente para a empresa e ambientalmente para a sociedade.

Referências bibliográficas

AIRES, A.M.; LUCAS JR, J.; **Biodigestão anaeróbica da cama de frango de corte para produção de biogás (revisão)**. UNESP - Universidade Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal-SP / Brasil.02 Jul 2009.

ANDRADE, A.A. Biodigestor que utiliza cama de frango como fonte de energia. 2014.

Digitized by Google

CATARINO, R.P.; GONZÁLEZ, A.P.N.; OLIVEIRA, L.R.P. **Otimização da produção de metano na biodigestão da cama de frango**. In: I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Animais. Florianópolis, SC, 2009.

CHAVES, A. Seagro faz levantamento em granjas para instalação de biodigestores. IN: Ascom Seagro. 24 mar 2014. Disponível em: <http://seagro.to.gov.br/noticia/2014/3/24/seagro-faz-levantamento-em-granjas-para--instalacao-de-biodigestores/> Acesso em 25 mar. 2014.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 206p.

HELFAND, S. M; REZENDE, G. Castro de. **Mudanças na Distribuição Espacial da Produção de Grãos, Aves e Suínos no Brasil: o papel do Centro-Oeste**. Planejamentos e Políticas Públicas. Nº 19 – jun de 1999.

IBGE. Instituo Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área Territorial Brasileira.** Consulta por Unidade da Federação. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm> Acesso em 18/03/2014

LUCAS JR., J.; SILVA, F. M.; SANTOS, T. M. B.; OLIVEIRA, R. A. Aproveitamento de resíduos agrícolas para a geração de energia. In: SILVA, M. S.; BRAGA JR., R. A. **Energia, Automação e Instrumentação.** Poços de Caldas: SBEA/UFLA, 1998. p.63-135.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2001. Instrução Normativa nº15, de 17 de julho de 2001. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Diário Oficial nº 138, Seção 1, de 18.7.2001.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2006. **Plano Nacional de Agroenergia**

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2012: Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura.

MORGAN A. **Cama de frango é incentivada como adubo orgânico**. 2010. Disponível em: <http://www.cpt.com.br/noticias/cama-de-frango-e--incentivada-como-adubo-organico>Acesso em:25 Março De 2014

Digitized by Google

O GIRASSOL. Avicultura se desponta como segunda maior atividade pecuária no tocantins.28 ago.2013. disponível em: <http://www.ogirassol.com.br/materia.php?u=avicultura-se-desponta-como-segunda-maior-atividade-pecuaria-no-tocantins> Acesso em: 02 mar. 2014.

ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO A.C.A.; LUCAS JUNIOR, J. **Biodigestão anaeróbia dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças**. Jaboticabal: UNESP, 2010. p. 546-554.

PALHARES, J. C. P. **Energia Renovável Reduz o Gasto na Produção de Aves**. Disponível em: <http://www.recolast.com.br/meio-ambiente/artigos/energia_renovavel.php> Acesso em: 22 de março de 2014.

_____. J.C.P. **Uso da cama de frango na produçãode biogás**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.12p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 41).

PEDERIVA, A. C. *et al*., Gestão Ambiental: Análise de viabilidade e dimensionamento de um biodigestor para geração de energia elétrica e biofertilizante. **2ª SIEF – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR, outubro 2012. Horizontina, RS**

SEAGRO. Secretaria de Agricultura e Pecuária do Tocantins. Projeto de Mapeamento, Capacitação e Implantação de um Sistema de Tratamento de Efluentes com Biodigestores nas Granjas do Centro do Tocantins. *2014*

SEBRAE TO. Avicultor Tocantinense investe em desenvolvimento sustentável. *05 Dez .2008. Disponível em: < http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/avicultor-tocantinense-investe-em-desenvolvimento-sustentavel/20081205121008_37131> Acesso em: 02 mar. 2014.*

SEIFFERT. N. F. **Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental.** In: Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola. 2000 – Concórdia, SC

STEIL, L.; LUCAS JR., J.; OLIVEIRA, R.A. **Eficiência de reatores anaeróbios modelo batelada alimentados com resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos na redução de coliformes totais e fecais**. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.Joinville, SC, 2003.

TOCANTINS. **Portal de informações e Serviços**. 2011. <http://portal.to.gov.br/to/tocantins/criacao-do-estado-do-tocantins—1988/74>. Acesso em 04/04/2014

Digitized by Google

UBA. União Brasileira de Avicultura. **Norma Técnica de Produção Integrada deFrango**. União Brasileira de Avicultura, 2009, 64 p., São Paulo-SP.

_____. União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual**. União Brasileira de Avicultura, 2013, 57 p., São Paulo- SP.

Digitized by Google

FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA: PROBLEMAS DE ASSIMETRIAS DE INFORMAÇÕES E DE EFICIÊNCIA ALOCATIVA DOS RECURSOS, POR PARTE DA AGÊNCIA REGULADORA DO SETOR ELÉTRICO

Resumo

Este estudo teve como objetivo discutir como a assimetria de informação do poder concedente do Setor Elétrico, em relação aos agentes do setor, está prejudicando o suprimento de energia elétrica. Este setor é considerado de indústria de rede porque para que possa entregar a energia elétrica gerada ao consumidor final precisa-se usar um sistema de transmissão e de distribuição. Chegou-se à conclusão, que em parte, os atrasos da entrega da energia elétrica, por parte dos investidores em geração e em transmissão programados para entrar em funcionamento até 2014, ocorreram por assimetria de informação do poder concedente aos diversos agentes do setor, inclusive os investidores.

1 Introdução

No Brasil, as agências reguladoras, foram constituídas na forma de pessoa jurídica de direito público, autarquias em regime especial, portadoras de autonomia administrativa, independentes financeiramente e não subordinadas hierarquicamente ao órgão ao qual se vinculam (Pimenta, 2007). Sendo suas funções, regular o mercado por meio da edição de normas, além de fiscalizar e mediar conflitos entre agentes (Pimenta, 2012).

Para Santos (2010) o processo de assimetria de informação acontece quando dois ou mais agentes econômicos estabelecem uma tran-

Digitized by Google

sação econômica com uma das partes envolvidas, detendo informações qualitativa ou quantitativamente superiores a outra parte. Segundo Danni (2007), o acesso desigual às informações importantes para a tomada de decisões por diferentes agentes é um fenômeno já conhecido e que, também, originam assimetria de informações. Porém, quando existe assimetria de informação entre concessionários de serviço públicos e a agência reguladora do setor, limita a eficiência alocativa dos recursos, prejudicando toda a sociedade.

Para a ANEEL (2005), reduzir a assimetria de informações é uma meta importante a ser enfrentada, porém essa posição fica difícil ser resolvida por ser notória a falta de troca de dados e informação entre os diversos níveis do Estado de forma eficiente. Segundo Santana (2004), a assimetria de informações é fonte da ineficiência da indústria de energia elétrica no Brasil. Nota-se, também, que não existe um acordo comum devido à falta de transparência nas informações, que são apresentadas de forma segmentada e na maioria das vezes incompletas, no que diz respeito aos empreendimentos em suas diversas fases, tanto existentes como a serem implantados e os que são ofertados em leilões públicos.

A meta é discutir a importância e a responsabilidade da assimetria de informação pelo lado do Agente Regulador do Sistema Elétrico Brasileiro e de outras instituições governamentais ligadas a este, em relação aos empreendimentos de energia elétrica ofertados nos leilões; os investidores ou concessionários e suas consequências. O objetivo geral é caracterizar, como a assimetria de informações, que ocorre entre a agência reguladora e os demais agentes regulados, afeta a oferta de energia elétrica no Brasil.

Os processos metodológicos utilizados foram os bibliográficos, exploratório, explicativos e descritivos. Os dados utilizados foram obtidos do Ministério de Minas e Energia (MME,2014); da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL,2013); Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS,2014); Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE,2014).

Este estudo se torna importante porque mostra que os atrasos nas obras previstas, acarretam atrasos na oferta de quantidades significativas

Digitized by Google

de energia. A maioria destes problemas estão relacionados a erros que poderiam ser evitados, caso houvesse uma transparência maior nas informações prestadas pelo Governo Federal, nos leilões de energia nova ou nas outorgas dos empreendimentos, aos investidores ou priorizasse a sua meta na eficiência dos processos de outorga, quanto ao cumprimento dos prazos de entrega da energia.

Por exemplo, nas informações contidas nos levantamentos a campo que algumas vezes já estão defasados, como os dos inventários hídricos e, por vezes, inexistentes para algumas fontes de energia como a eólica, solar e as alternativas, nas concepções das licitações, nas metodologias aplicadas nos leilões e no planejamento estratégico. As atitudes e direcionamentos do agente regulador, às vezes podem conduzir o setor de forma inconsistente com relação aos dados apresentados, tornando o sistema ineficiente e onerando o agente regulado.

Pode-se citar outra consequência da assimetria de informação e da falta de entendimento e troca de informação entre as diversas Instituições Governamentais do Setor Elétrico como o aproveitamento, em benefício próprio por alguns concessionários, para obter lucros de modo improprio ou obter autorização de construção de empreendimentos que demostram problemas de acesso a transmissão e distribuição, deste modo lesando toda a sociedade. Para que se possa apresentar a grandeza das consequências deste tipo de comportamento por parte do poder concedente, foi realizado um levantamento do andamento atual dos empreendimentos para descobrir as raízes da criação de barreiras à entrada da oferta de energia leiloada, alocada e não entregue conforme o previsto.

2 Assimetria Entre o Agente Regulador e os Agentes Regulados.

A assimetria de informação permeia o ambiente regulado e, embora reconhecida pelos reguladores, ainda muito pouco se viu para que tal problema pudesse ter seu efeito minimizado. O treinamento e as discussões com os agentes representativos da sociedade civil organizada

Digitized by Google

poderiam ser ferramentas poderosas nesse embate desproporcional, em que se encontra a sociedade face aos recursos dos regulados.

Conforme Leite (2009), a informação assimétrica presente na atividade de geração de energia elétrica tem o condão de prejudicar seriamente todo o sistema regulatório a que está sujeito o setor elétrico. Um dos pilares do modelo atual é a modicidade tarifária, sendo a informação assimétrica nos leilões de energia um elemento nocivo e prejudicial à consecução desse intento. Ainda segundo este autor, a assimetria de informação entre os agentes prestadores dos serviços e o órgão regulador revela-se um empecilho considerável a ser superado na busca da construção de um aparato regulatório eficiente. Portanto, este assunto se encontra na origem de complexos problemas regulatórios e o regulador deve, continuamente, buscar formas de mitigar esse problema.

Segundo Pinto Jr (2000), para o regulador exercer suas atividades de forma eficiente, buscando alcançar seus objetivos de zelar e manter para a população serviços públicos com qualidade, preço razoável e condições de operação em ambiente competitivo é necessária a existência de uma boa base de informações. Entretanto, a obtenção das informações ocorre mediante custos: quanto maior for a assimetria de informações entre os agentes mais oneroso será o processo de acesso às informações relevantes para o agente regulador setorial.

Entre os fatos e distorções que podem levar a assimetria de informação sobre os empreendimentos leiloados, que são identificadas a seguir:

- Processo de revogação da autorização pela ANEEL;
- Usinas com suspensão do processo de licenciamento ambiental ou declaração de inviabilidade ambiental;
- Demandas judiciais ou problemas que impeçam a implantação da usina.
- Existem Atos de outorga, emitidos pela ANEEL e, também, pela Casa Civil, podendo ter critérios de análises diferenciadas.
- Ausência de sinais locacionais nos leilões, ocasionam distorções e descolamento entre o planejamento da expansão e da transmissão.

Digitized by Google

- Os projetos eólicos e térmicos estão se concentrando na Região Nordeste, com uma expressiva capacidade instalada. Porém, percebe-se que o investimento no sistema de Transmissão existente nesta região não é compatível com o aumento da geração, travando a entrega da energia ao consumidor final.

2.1 Análise da Assimetria Quando Relacionada Com o Suprimento de Energia

A Agência Reguladora de Energia Elétrica (ANEEL), por meio de seu Banco de Dados da Geração (BIG) disponibiliza informações sobre as usinas regularizadas em operação, construção e as outorgadas no período de 1998 a 2013, tanto hidrelétricas como pequenas centrais hidrelétricas, termelétricas, nucleares, eólicas e outras fontes alternativas. Entende-se por empreendimentos outorgados aqueles que foram autorizados com direito exclusivo a uma entidade ou a uma pessoa física ou jurídica, para realizar o aproveitamento em um determinado local (ANEEL,2014b).

No BIG no período entre 1998 e 2013, constatou que existem empreendimentos outorgados, com as seguintes posições:

- Não iniciaram sua construção
- Em construção
- Atrasados
- Prontos, porém sem linha de transmissão para acessar a energia gerada.

Observa-se que as informações sobre a real posição dos empreendimentos são ambíguas, uma vez que o empreendimento pode estar apresentando problemas que não serão resolvidos dentro dos próximos anos e mesmo assim encontra na posição em construção. Outra situação é que praticamente quase todos têm algum problema de assimetria de informação.

Somando todas as outorgas deste período (1998 a 2013) que ainda não iniciaram sua construção somam a quantia de 526 empreendimen-

Digitized by Google

tos, com uma potência de 15.438.195 kW. Tais valores corresponderiam a uma potência em operação maior que a Itaipu Binacional (com 20 unidades geradoras e potência de 14.000 MW), fornecendo cerca de 17% da energia consumida no Brasil (ITAIPU,2014), a tabela 1, a seguir, demonstra esses dados.

Tabela 1: Empreendimentos outorgados 1998 a 2013 que ainda não iniciaram sua construção.

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	44	29.524	0,19
CGU	1	50	0
EOL	187	4.698.871	30,44
PCH	146	1.998.509	12,95
UHE	14	2.835.442	18,37
UTE	134	5.875.799	38,06
Total	526	15.438.195	100

Obs.: CGH-Central Geradora Hidrelétrica; CGU-Central Geradora Undi-elétrica (ondas); EOL-Central Geradora Eólica; PCH-Pequena Central Hidrelétrica/UHE-Usina Hidrelétrica; UTE-Usina Termelétrica.

Fonte: ANEEL (2014b).

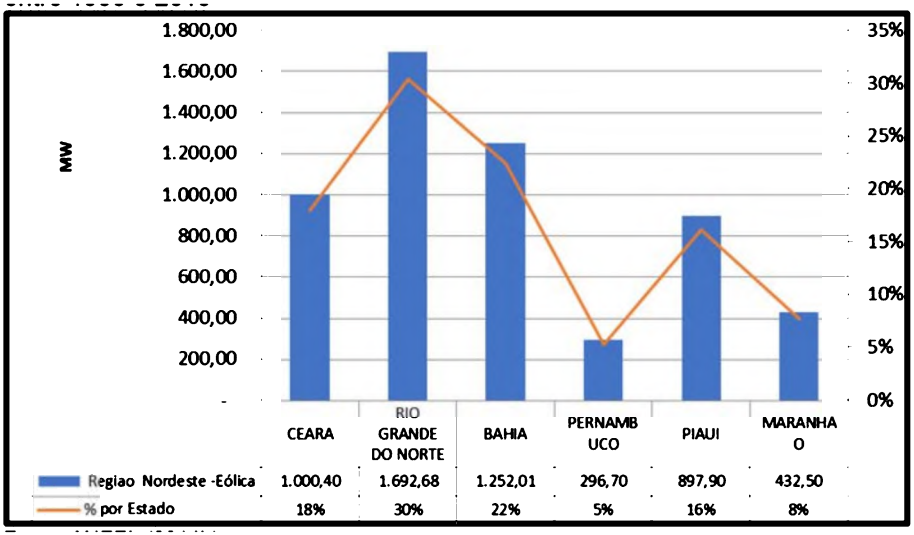
Os dados da tabela 1, obtidos do BIG indicam que houve algum tipo de entrave para que não iniciassem sua construção, com uma expressiva concentração nas centrais de geração de energia elétrica Eólicas, Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e Usinas Termoelétricas (UTE), dentre estes sobressaem os de fonte eólica, possivelmente devido ao valor normativo que lhe foi atribuído.

O Gráfico 1 demonstra o montante desta fonte de energia, com valores de potência em MW e a suas respectivas porcentagens, focou-se a Região Nordeste por ser a que proporciona melhor desempenho para a geração de energia de fonte eólica.

A classificação por estado, além de indicar o melhor local para a implantação do empreendimento, também indica a precariedade ou falta de linhas de transmissão e distribuição da região geo-elétrica a que estão localizados, e em função deste fato os empreendimentos não iniciaram sua construção.

Digitized by Google

Gráfico 1 – Região Nordeste-Eólica (MW- %) - não construídas, outorgados entre 1998 e 2013



Fonte: ANEEL (2014b)

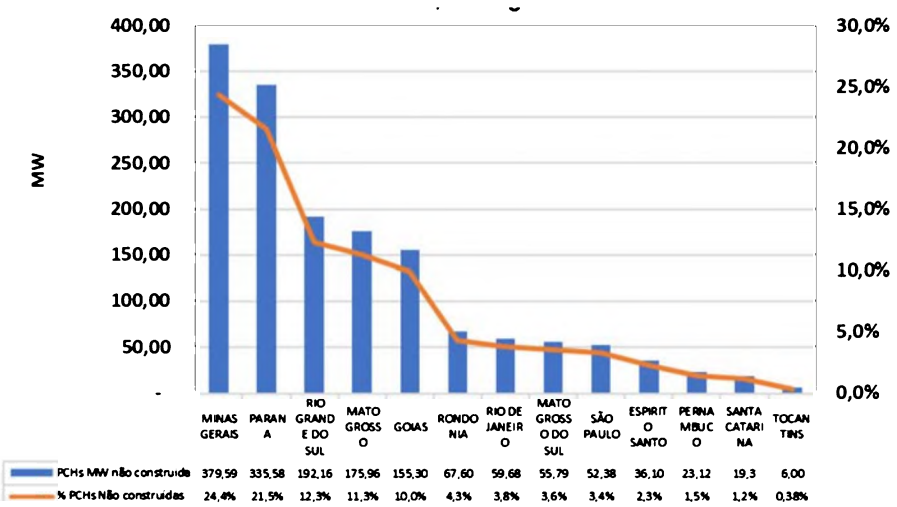
O Gráfico 1 indica que a maior concentração de empreendimentos se encontra no estado do Rio Grande do Norte com 30%. Porém, as linhas de transmissão no estado do Rio Grande do Norte são muito deficitárias, sendo que a única Linha de Transmissão de 230 kV, contemplada no PAC 2, que liga Extremoz- João Câmara, foi entregue em abril de 2014. Os demais Estados desta região encontram no mesmo patamar deficitário de Linhas de Transmissão para a conexão destes geradores ao Sistema Interligado.

As Pequenas Centrais Hidrelétricas, atualmente são muito procuradas, principalmente pela fácil implantação, não demandando vultuosos investimentos, não exigem grande volume de água pois funciona a fio d´água, com rotas tecnológicas totalmente desenvolvidas e de fabricação nacional. Tem como principais vantagens, a exploração não onerosa, descontos não inferiores a 50% nas tarifas do uso do sistema de distribuição, livre comercialização de energia com consumidores cuja carga seja igual ou superior a 500 kW no Sistema interligado e com consumidores com carga igual ou superior 50 kW nos Sistemas Isolados, isenção relativa na compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos.

Digitized by Google

As PCH´s são apresentadas no Gráfico 2, nota-se que as mesmas estão dispersas em várias regiões do país, sendo as maiores concentrações em Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Goiás.

Gráfico 2 – PCH- MW - não construídas, outorgados entre 1998 e 2013



Fonte: ANEEL (2014b)

A ANEEL, faz uma denominação geral para empreendimentos em construção não indicando as particularidades do estado em que se encontra, os problemas podem ser os mais variados, sendo principalmente problemas de ordem técnica, não cumprimento de cronograma, falta de carta de aceite de conexão pela concessionaria e licenças ambientais . A tabela 2 indica que todos os empreendimentos outorgados e que estão em construção, já solicitaram a conexão. Porém, como estão em construção ainda correm o risco de não entrar em operação comercial devido a externalidades e que a quantidade de energia elétrica vendida e contratada não poderá ser entregue no prazo estipulado.

Digitized by Google

Tabela 2: Empreendimentos em Construção.

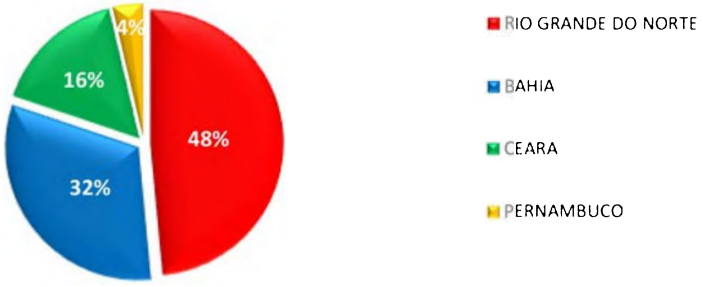
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	1	848	0
EOL	138	3.529.039	17,2
PCH	30	328.073	1,6
UHE	7	14.060.800	68,53
UTE	14	1.249.452	6,09
UTN	1	1.350.000	6,58
Total	191	20.518.212	100

Fonte: ANEEL (2014b)

Os empreendimentos que constam na Tabela 1 e que ainda não estão em construção, produziram um déficit de 15.438.195 kW na Matriz Energética. Tal fato ocorre devido a empreendimentos outorgados com sua construção não iniciada, acrescentando os que estão em construção 20.518.212 kW, perfazem o total de uma potência reprimida de 35.956.407 kW, representando 26,35% da capacidade total instalada do Brasil, observa-se que estes empreendimentos já deveriam estar em operação comercial.

O Gráfico 3 demonstra os empreendimentos das centrais de geração de fonte eólica da Região Nordeste em fase de construção.

Gráfico 3 – Região Nordeste- Eólica- %- em construção.



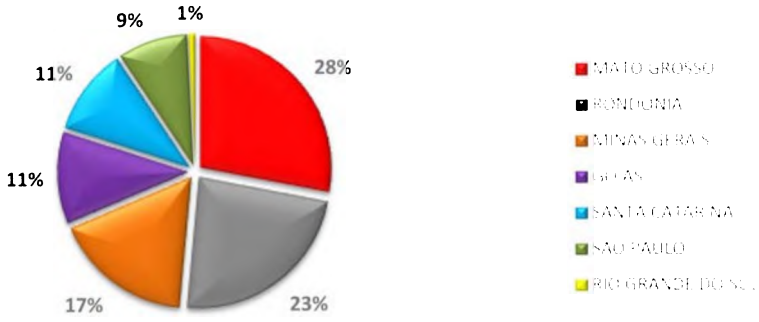
Fonte: ANEEL (2014b)

O Gráfico 4 indica as Pequenas Centrais Hidrelétricas-PCH´s em construção, que devido as suas especificidades se encontram espalhadas

Digitized by Google

pelas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, distribuídas conforme o gráfico 4.

Gráfico 4 – PCH- % em construção.



Fonte: ANEEL (2014b)

3 Os Leilões de Energia e a Assimetria de Informações.

Segundo o MME (2014), os leilões de energia ocorrem em dois ambientes, sendo um de Contratação Regulada (ACR) e o outro de Contratação Livre (ACL). No ACR tem-se a presença exclusiva de agentes vendedores (geradores, comercializadores e autoprodutores) e os compradores. As distribuidoras estabelecem contratos com vendedores de novos empreendimentos com antecedência para início de suprimento de 3 (três) anos- Leilão A-3 e 5 (cinco) anos- Leilão A-5.

Os leilões de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração têm por objetivo o atendimento às necessidades de mercado das distribuidoras mediante a venda de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos e, também dos empreendimentos existentes (CCEE,2014).

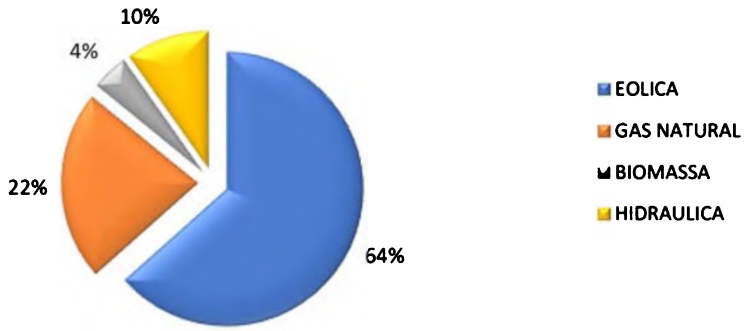
Para analisar as assimetrias dos leilões de energia foi considerado, como exemplo básico, o 12º Leilão de Energia Nova A-5, realizado em 2011, com fontes Hidro para início de suprimento em 03/2014, com 30 anos de duração e outras fontes, com o mesmo início e com 15 anos de duração.

Digitized by Google

Segundo CCEE (2014) os seguintes empreendimentos foram negociados neste leilão de 2011, e que já deveriam estar em pleno funcionamento:

- Total 45 - Utilizando fonte de Energia Eólica è potência = 2.909,7 MW; investimentos R$ 4,3 bilhões, situação em obras.
- Total 4 – Utilizando fonte de Energia da Biomassa (bagaço de cana) è potência= 197,8 MW; investimentos= R$139,4 MM, situação em obras
- Total 2 – Utilizando fonte de Energia a gás Natural è potência = 1029,2 MW; investimentos = 2,09 bilhões, situação em obras
- Total 1 – Utilizando a fonte de Energia Hidro è potência = 450 MW; investimentos = 1,5 bilhões, em obras.

Gráfico 5 – Empreendimentos negociados Leilão 2011- % que estão em obras.



Fonte: ANEEL (2014b)

Em virtude dessas informações sobre os empreendimentos, conclui-se que toda a energia que deveria ser entregue em 03/2014, ainda não foi entregue e as obras ainda estão em construção. Os resultados da oferta de energia destes Leilões, que já estão afetando o suprimento para menor nas seguintes porcentagens: Energia Eólica representando 63%; Energia da Biomassa representando 4%; Energia à gás Natural representando 22%, e Energia Hidro representando 10%. Analisado o andamento das obras destes empreendimentos concluiu-se que todas estão com atrasos, não sendo possível identificar o real motivo. Resultando

Digitized by Google

em dados totais com uma potência de 4.587 MW e com investimentos alocados da ordem 7,93 bilhões de reais.

Ao analisar os resultados de fiscalização da ANEEL, várias assimetrias de informação evidenciam os entraves na implantação da usina, como por exemplo, adequação às mudanças da regulação, a autorização da Conexão Sistemas de Transmissão/Distribuição, disponibilizando essa conexão muito distante do local onde o empreendimento se viabiliza; estudos de viabilidade incompletos, equívocos no projeto básico, mudança no arranjo da usina por solicitação do regulador, discussões técnicas, não renovação da Licença ambiental, liminar judicial, entraves na emissão de outorga de uso dos recursos hídricos; ou contrato de fornecimento de combustível.

Tabela 3: Resumo da situação das obras.

FONTE	SITUAÇÃO OBRAS- 2014	POTÊNCIA (MW)
Eólica	Atrasado	2294,6
Bagaço de Cana	Atrasado	197,8
Gás Natural	Atrasado	1029,2

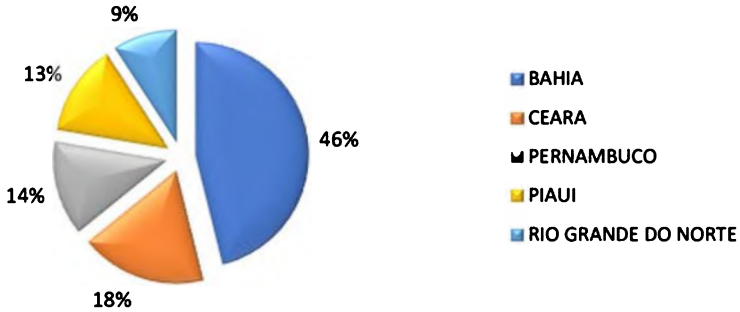
Fonte: ANEEL (2014b)

A Agência Reguladora considera obras em atraso, o não cumprimento do contrato de entrega de energia elétrica conforme cronograma.

O Gráfico 6 disponibiliza a situação dos empreendimentos em atraso descritos na Tabela 3 especificamente para a Região Nordeste, da qual a disponibilidade de Linhas de Transmissão com capacidade para escoar toda a energia produzida é insuficiente; até mesmo sendo um fator impeditivo para a implantação das unidades geradoras.

Digitized by Google

Gráfico 6 – Região Nordeste= Eólica- % com problemas de conexão à rede de transmissão



Fonte: ANEEL (2014b)

A classificação da viabilidade da implantação é outro parâmetro que indica que o empreendimento está cumprindo o cronograma, independentemente de sua veracidade de andamento da obra. Porém, ao investigar quais fatos e atos poderiam ter comprometido a entrega desta energia, conforme prazo estipulado no leilão nota-se fortes indícios de distorções do processo de informação sobre os empreendimentos leiloados, que vão deste a aprovação do relatório de impacto ambiental, a autorização de funcionamento, demanda judiciais por parte de comunidades ou de concessões em duplicidade no mesmo local por diferentes agências reguladoras, locais inadequados para o empreendimento, falta de linha de transmissão e outros.

Destaca-se que quando houve a oferta de energia no leilão de novos empreendimentos, por parte dos investidores, os mesmos se encontravam no estágio de projeto básico (viabilidade de construção), ou seja, somente no papel e que ainda iriam iniciar as obras.

3.1 A Indústria de Rede e a Assimetria, Analisadas Sob o Aspecto da Transmissão de Energia.

Segundo Araújo Jr (2005) o setor de energia, assim como transporte, telecomunicações e saneamento, tem características estruturais comuns em virtude de sua complementariedade e graus de interdepen-

Digitized by Google

dência com os segmentos de suas cadeias produtivas, assim são denominadas indústrias de rede. Um caso particular de indústria de rede é o setor de energia elétrica, onde a tecnologia da cadeia produtiva requer a impossibilidade de estocar energia e a segurança operacional da rede. Estas peculiaridades elevam os riscos de condutas abusivas por parte das empresas verticalizadas, que podem controlar os sistemas de transmissão e distribuição, extraindo rendas e excluindo do mercado os competidores que atuam nos segmentos de geração e comercialização.

A indústria de rede, quando relacionada a mercadoria energia elétrica, tem como característica não possuir, ainda, tecnologia para que possa ser armazenada em grandes blocos. Portanto, necessita ser gerada ou produzida e ser entregue imediatamente ao sistema de transmissão, depois ao sistema de distribuição para que possa chegar ao consumidor final. Partindo deste conceito, tem-se que todos os empreendimentos de geração ou produção de energia, participantes dos leilões ou não, para vender a sua mercadoria (energia elétrica) necessita de uma linha de transmissão para chegar ao consumidor final.

Na Tabela 4, pode-se observar os empreendimentos que venderam sua energia nos Leilões (A-5/A-3/FA/LER), com suprimentos a partir de 2011 até 2016. Dados obtidos na ANEEL, no resumo de licitações da geração para novos empreendimentos decorrentes de leilões de geração de 2005 a 2012.

Tabela 4: Empreendimentos leiloados com suprimento de 2011 a 2016

FONTE	QUANTIDADE	POTÊNCIA (MW)	%
Bagaço de Cana-de-Açúcar	13	669,8	6,3
HIDRO	15	9777,4	92,1
DIESEL	1	174	1,6
TOTAL	29	10.621,20	100

Fonte: ANEEL (2014b)

Levando-se em conta os dados observados da tabela 4, entende-se

Digitized by Google

que os empreendimentos estão aptos a realizar o suprimento no Sistema Interligado Nacional. No entanto, estão aguardando a finalização das Linhas de Transmissão para efetuarem a conexão ao sistema. As linhas de transmissão que deveriam atender a estes empreendimentos, foram licitadas em 2008 (ANEEL,2014c). Essas foram licitadas para atender as usinas do Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira ao Sistema Interligado Nacional (SIN) com 2.400 km; conectando 27 usinas de biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul ao SIN. O prazo estipulado para a operação comercial, foi de 36 a 48 meses a partir do leilão (28/11/2008); ou seja, em 2012, portanto há um atraso de aproximadamente 2 anos, sem que as usinas interessadas pudessem se conectar.

Assim, como este exemplo, inúmeras situações em que os geradores estão prontos para entregar energia e não tem sistema de transmissão, sendo a sociedade onerada pela falta de planejamento. É inegável que uma potência de 10.621,20 MW é expressiva no contexto da matriz de energia elétrica, equivalente a uma usina do porte de Belo Monte com custo da ordem de 21 bilhões. Portanto, a assimetria de informação contribuiu para tal situação que prejudicou toda a sociedade brasileira. Como o sistema é composto de geração, transmissão e distribuição, deveria ser planejado em conjunto e de modo sincronizado, nenhum empreendimento deveria ser autorizado a vender energia, sem a respectiva possibilidade de conectar na rede de transmissão e distribuição. Alguns empreendimentos são autorizados e ofertam energia, a preço FOB, ou seja, preço na porta da sua fábrica, usina ou indústria. Esta energia é vendida e comprada, sendo que toda a sociedade tem que arcar com este custo, porém algumas estão recebendo o valor da venda de energia e esta não está chegando ao consumidor final, porque não tem como conectar à rede de transmissão e distribuição. Esse, também, é um problema de assimetria de informação que toda sociedade está arcando com os custos.

Digitized by Google

4 Conclusão

A meta neste trabalho foi discutir a importância e a responsabilidade da assimetria de informação do Regulador com os demais regulados, caracterizando a forma com que a assimetria afeta o suprimento energético.

Concluiu-se que a assimetria de informação foi, em parte, responsável pelo déficit de oferta de energia. Na Matriz de Energia Elétrica este representou 26,35%. Tal situação deve-se ao montante de empreendimentos que não entraram em operação comercial, sendo os outorgados com potência igual a 15.438 MW e os em construção igual a 20.518 MW, afetando o suprimento com uma potência total de 35.956 MW em 2014.

Outra situação é a potência de 10.621,2 MW, que está disponível para ser utilizada pela sociedade, porém por falta de linhas de transmissão não pode ser entregue ao consumidor final. Tal situação decorre da falta de um planejamento conjunto entre as diversas instituições do governo federal, ligados ao setor de energia, uma vez que é de conhecimento de todos que o setor elétrico é uma indústria de rede.

As assimetrias de informação e as lacunas regulatórias do setor elétrico estão colaborando para que os empreendimentos relacionados a produção e geração de energia elétrica atrasem a entrega de energia e por outro lado colaborando para o aumento dos apagões. Os agentes do setor tentam a se comportar levando em consideração a regulamentação do setor e as falhas nele existentes. Porém, o investidor que for prejudicado, pela assimetria de informação, irá buscar uma reparação e outros irão utilizar as falhas do sistema de regulamentação ou do poder concedente para tirar benefícios às custas de prejuízos para toda a sociedade.

A conclusão é que a sociedade está sendo onerada pela ineficiência e falhas que permeiam os processos regulatórios e de certa forma ocasionando apagões, tarifas mais caras e deixando de ter um aproveitamento energético ótimo.

Digitized by Google

Referências Bibliográficas

ANEEL (2005) - Agência Nacional de Energia Elétrica- **CADERNOS TEMATICOS 1 Descentralização de atividades.** Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/caderno1capa.pdf.

ANEEL (2014a) - Agência Nacional de Energia Elétrica- **Glossário**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/biblioteca/glossario.cfm?att=G

ANEEL (2014b) - Agência Nacional de Energia Elétrica- **Banco de Informações da Geração**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm

ANEEL (2014c) - Agência Nacional de Energia Elétrica- **Espaço do Empreendedor**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/editais_transmissao/edital_transmissao.cfm

ANEEL (2014d) - Agência Nacional de Energia Elétrica- **Fiscalização**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=37&idPerfil=2

ARAUJO JR, José Tavares. **Regulação e concorrência em setores de infraestrutura**. 2005.

CCEE (2014) - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Disponível em http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/

Danni, Luciano, e Rodrigo Moita. ***O Método da Empresa de Referência nas Revisões Tarifárias da Aneel e uma Proposta de Retorno à Prática Regulatória Tradicional***. No. wpe_94. Insper Working Paper, Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, 2007.

ITAIPU (2014)- ITAIPU BINACIONAL, Geração. Disponível em: https://www.itaipu.gov.br/energia/geracao

Leite, Alexandre Carlos. "**Assimetria de informação, competição e leilões de energia.**" *República Federativa do Brasil*: 15 (2009).

MME (2014) - Ministério de Minas e Energia. Disponível em http://www.mme.gov.br/programas/leiloes_de_energia/menu/inicio.html

ONS (2014) - 0PERAD0R NACI0NAL D0 SISTEMA. Disponível em http://www.ons.org.br/home/

Digitized by Google

Pimenta, Shirley Guimarães. "**Assimetria da informação e a gestão do conhecimento estratégico em processos regulatórios**." *Transformação* 21.2 (2012).

Pimenta, Shirley Guimarães. ***Impacto da assimetria de informação na atuação de estrategistas e decisores nos procedimentos de revisão tarifária das distribuidoras de energia elétrica***. Diss. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2007.

Pinto Jr, Helder Q., e Melissa Cristina Pinto Pires. "**Assimetria de informações e problemas regulatórios**." *Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Nota Técnica* 10 (2000).

Pires, José CL, e Maurício S. Piccinini. "**A regulação dos setores de infra-estrutura no Brasil**." *A economia brasileira nos anos* 90 (1999): 217-60.

SANTANA, EA. "**Estratégia de geração ao mínimo custo e assimetria de informações: o caso da operação do mercado de energia elétrica do Brasil**. "*Encontro Nacional de Economia* 32 (2004).

SANTOS, Sérgio Luiz dos. **Contribuição ao estudo do papel da controladoria nos processos de demandas informacionais: problemas de comunicação e assimetria informacional**. 2010.

Digitized by Google

www.lifeeditora.com.br

Adquira mais livros agora mesmo em nosso site.

Esta obra foi composta em ELECTRA
em fevereiro de 2021.

Digitized by Google

Os pesquisadores do Núcleo em Interinidades em Desenvolvimento Econômico, Social e Energético da Universidade Federal do Tocantins (TO-BR), do Mestrado em Agroenergia, tiveram a iniciativa de lançar este livro tendo como alvo os pesquisadores, estudantes e profissionais da área de Economia da Energia. O mesmo está dividido em quatro capítulos, sendo que o primeiro tratou de explanar sobre a produção de cana-de-açúcar e etanol no Estado do Tocantins, no segundo, o assunto principal foi mostrar a importância dos sistemas de integração ILP, IPF, ILP, ILPF e os Sistemas Agroflorestais (SAFs) para o meio ambiente e a sociedade, no terceiro apresentou um estudo de caso de utilização de resíduos agrícolas para a produção de energia e fertilizante na avicultura, no quarto e último realizou-se uma análise do problema de assimetria de informação e de eficiência alocativa dos recursos por parte dos agentes do setor elétrico e de sua Agência Reguladora.

LIFE EDITORA

ISBN 978-65-5887-060-9

Digitized by Google