

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS- UFGD**  
**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA**  
**CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

LIZANDRA DUARTE DA SILVA

**BIOELETRICIDADE A PARTIR DA CANA-DE-AÇÚCAR: UMA ANÁLISE**  
**PARA O ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

DOURADOS/MS

2016

LIZANDRA DUARTE DA SILVA

**BIOELETRICIDADE A PARTIR DA CANA-DE-AÇÚCAR: UMA ANÁLISE  
PARA O ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Professora Dra. Madalena Maria Schindwein

Banca Examinadora

Professor Msc. Alexandre de Souza Corrêa

Professor Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos

Dourados/MS

2016

# **BIOELETRICIDADE A PARTIR DA CANA-DEAÇÚCAR: UMA ANÁLISE PARA O ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

LIZANDRA DUARTE DA SILVA

Esta monografia foi julgada adequada para aprovação na atividade acadêmica específica de Trabalho de Graduação II, que faz parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas pela Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia – FACE da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

Apresentado à Banca Examinadora integrada pelos professores:

Presidente: Professora Dra. Madalena Maria Schindwein

Avaliador: Professor Msc. Alexandre de Souza Corrêa

Avaliador: Professor Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, meus sobrinhos e minha irmã que são minha força e paz. Aos professores e técnicos que me deram todo o suporte necessário. Aos amigos que me apoiaram. E aos meus sonhos que nunca me deixaram desistir.

*Sem sonhos, a vida não tem brilho.  
Sem metas, os sonhos não tem alicerce.  
Sem prioridades, os sonhos não se tornam  
reais (Augusto Cury).*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pois consegui por honra e glória ao seu nome. A minha mãe, Luzeni Aparecida Duarte, que sempre foi meu símbolo de força e de amor, que me trouxe a paz quando eu precisei e que em meus momentos de fraqueza durante os cinco anos da faculdade e principalmente na elaboração deste trabalho eu fui insensível ou até mesmo grossa, mas mesmo assim ela compreendeu o meu nervosismo, meu medo e foi doce. Que quando eu pensava comigo em desistir, que não possuía mais força, ela acreditava em mim e dizia para todos se orgulhar da filha, portanto não me dando oportunidade de fracassar, me ajudando a conseguir realizar este nosso sonho. Sendo minha melhor amiga, chorando comigo minhas derrotas, comemorando minhas vitórias e sonhando os meus sonhos, sem nunca deixar de me apoiar e de estar ao meu lado. Agradeço também ao meu pai, Jesuino Bandeira da Silva, meu exemplo de fé e de amor. Que mesmo sem saber, muitas vezes me incentivou e me deu palavras de confiança que me trouxeram paz e calma neste período tão complicado, nunca deixando de acreditar em mim, sendo algo fundamental para que eu conseguisse concluir esse objetivo.

Agradeço em especial a minha orientadora e professora Dra. Madalena Maria Schlindwein, que sempre esteve pronta para me ajudar, sempre com palavras dóceis, que tanto me motivaram e incentivaram, se tornando um referencial para mim, um exemplo de profissional e pessoa, assim como agradeço ao prof. Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos e ao professor Msc. Alexandre de Souza Corrêa por todas as suas contribuições e disposição em me ajudar.

Agradeço ao Afonso Vitali Granado Vieira, por todo companheirismo, carinho, apoio e compreensão durante o andamento deste trabalho. Aos meus amigos, que transpassaram a barreira da faculdade e que levarei em meu coração, Luana dos Santos Bortot, Gregory Luiz Takeo Hitomi, Renata da Costa Pereira, Raul Augusto Cunha, César Henrique Gonçalves, Samara Santos Rodrigues e Mateus Bomfim Moreno. Agradeço também a minha tia Tica (Leonilde), e a Franscislene Barros que muito me apoiaram, sempre acreditando em mim. São tantas pessoas importantes para agradecer, que nasce o medo de esquecer alguém, portanto paro por aqui. Obrigada a todos que direta ou indiretamente me ajudaram!!!

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo central analisar de forma descritiva explicativa a produção da cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, para isso estudou-se a evolução da agroindústria canavieira no estado entre o período de 2005 a 2015 e a evolução da cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar, embasados em pesquisas bibliográficas, institutos de pesquisa. A agroindústria canavieira foi analisada por meio da quantidade produzida e a área plantada de cana-de-açúcar, e em ambas a expansão foi significativa. Como principais resultados, destaca-se, que o estado de Mato Grosso do Sul aumentou sua produção de cana-de-açúcar no período analisado em 440,48%, e passou a participar com 8,04% da produção brasileira total de cana-de-açúcar. A área plantada do estado aumentou em 387,35% entre 2005 a 2015, passando a responder em 2015 por 7,54% de toda a área nacional plantada de cana-de-açúcar. A evolução da cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, assim como a produção e a área plantada de cana-de-açúcar, também apresentou crescimento significativo, demonstrando a importância que a mesma apresenta para o estado. Embora o tempo analisado tenha sido menor (2009 a 2015), devido a cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado começar a se dar somente na safra de 2009/2010, o aumento da quantidade cogorada de energia elétrica foi de 830,20% até a safra de 2014/2015. Em 2014, a quantidade cogorada de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar em Gwh já era suficiente para suprir 35,15% do consumo elétrico total do estado de Mato Grosso do Sul.

Palavras-chave: Bioeletricidade; energia renovável; cana-de-açúcar; Mato Grosso do Sul

## **ABSTRACT**

This work had as main objective the analysis of explanatory descriptive production of electric energy cogeneration from sugarcane in the state of Mato Grosso do Sul, for that studied the evolution of the sugar cane industry in the state between the period 2005-2015 and evolution of the electric energy cogeneration from sugarcane, based on literature searches, research institutes. The sugarcane industry was analyzed by the quantity produced and the area planted with sugarcane, and both the increase was significant. As main results, it is emphasized, that the state of Mato Grosso do Sul increased its production of sugarcane in the period analyzed at 440.48%, and went on to participate with 8.04% of Brazil's total production of sugarcane of sugar. The acreage in the state increased by 387.35% from 2005 to 2015, rising to account in 2015 for 7.54% of the national area planted sugarcane. The evolution of energy cogeneration from sugarcane in the state of Mato Grosso do Sul, as well as the production and the area planted with sugarcane, also showed significant growth, demonstrating the importance it presents to the state. Although the weather has been less analyzed (2009-2015), due to energy cogeneration from sugarcane in the state begin to give only the harvest of 2009/2010, the increased amount of co-generated electricity was from 830.20% to the harvest of 2014/2015. In 2014, the amount of co-generated electricity from sugarcane in GWh was enough to cover 35.15% of the total electricity consumption of the state of Mato Grosso do Sul.

Key words: bioelectricity; renewable energy; sugar cane; Mato Grosso do Sul

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa do estado de Mato Grosso do Sul por mesorregião e microrregião.....	29
FIGURA 2 – Produção em mil toneladas de cana-de-açúcar entre os estados da região Centro-Oeste no período de 2005 a 2015.....	31
FIGURA 3 – Área plantada em mil hectares de cana-de-açúcar entre os estados da região Centro-Oeste no período de 2005 a 2015.....	32
FIGURA 4 – Número de unidades produtoras de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2005 a 2015.....	34
FIGURA - 5 Evolução da cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul.....	35
FIGURA - 6 Potência outorgada em (kW) por município produtor de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul.....	37
FIGURA – 7 Comparação entre o consumo elétrico por setor em Gwh e o número de cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar exportado no período de 2010 a 2014.....	38



## LISTAS DE TABELAS

TABELA – 1 Comparação da quantidade produzida (toneladas) de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, Centro-Oeste e o Brasil no período de 2005 a 2015.....31

TABELA - 2 Comparação da área plantada (hectares) de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul com o Centro-Oeste e Brasil no período de 2005 a 2015.....33

TABELA 3: Unidades produtoras de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar nos municípios do estado de Mato Grosso do Sul.....36

TABELA 4: Comparação entre o consumo elétrico total em Gwh e a cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2010 a 2014.....39

TABELA 5: Comparação de custos para geração de energia elétrica no Brasil.....40

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 O PROBLEMA, SUA IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA .....	12
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 ENERGIA ELÉTRICA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO .....	14
2.2 ENERGIA ELÉTRICA NÃO RENOVÁVEL .....	15
2.3 ENERGIA ELÉTRICA RENOVÁVEL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL....	17
2.4 ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA BIOMASSA.....	19
2.5 PANORAMA DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO BRASIL E NO MUNDO...	21
2.6AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL.....	23
2.7 BIOELETRICIDADE A PARTIR DA BIOMASSA NO MUNDO, BRASIL E NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL.....	24
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	28
3.2 TIPO DE PESQUISA E FONTE DE DADOS .....	29
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
4.1 EVOLUÇÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL .....	30
4.2 CARCTERIZAÇÃO DA BIOELETRICIDADE A PARTIR DA CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL .....	34
4.3 CUSTO DE PRODUÇÃO DA GERAÇÃO DE BIOELETRICIDADE A PARTIR DA CANAD-DE-AÇÚCAR, VANTAGENS INCENTIVOS E ENTRAVES .....	40
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A peça que faz a engrenagem para o desenvolvimento de uma nação moderna funcionar é a energia, fora assim desde os primórdios, em que se aprendeu o domínio do fogo. Após a Revolução Industrial, ocorrida no final do século XVIII, se torna difícil imaginar a vida dos seres humanos sem uma fonte energética. As fontes de energia advinda dos combustíveis fósseis somam em torno de 85% do consumo de energia mundial, apesar de a *International Energy Agency* - IAE, prever que esse consumo se reduzirá para 75%, o uso de combustíveis fósseis continuará crescendo até 2035, embora com uma taxa menor (*BP ENERGY*, 2016). Em contrapartida, há muitas críticas relacionadas a essa fonte de energia devido ao seu impacto negativo ao meio ambiente. As constantes críticas ao uso da energia produzida através dos combustíveis fósseis se dão devido a mesma ser responsável por uma quantidade elevada das emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), gás esse que é responsável por 80% do efeito estufa (BITTENCOURT, 2008).

Em 2012 a matriz energética mundial apresentou mudanças, apesar de não muito significativas em comparação com o ano de 1973. Em 1973 as principais fontes para o abastecimento de energia mundial, eram o petróleo, que representava 46,1%, seguido do carvão com 24,6%, gás natural com 16,0%, biocombustíveis e resíduos com 10,5%, hidroeletricidade com 1,8%, fontes nucleares com 0,9% e outros que representavam apenas 0,1%. Em 2012, o uso do petróleo diminuiu, apesar de continuar sendo ainda a principal fonte de abastecimento de energia, passando a representar 31,4%, seguido do carvão com 29,0%, gás natural com 21,3%, biocombustíveis e resíduos com 10,0%, fonte nuclear com 4,8%, hidroeletricidade com 2,4% e as outras fontes com 1,2% (*INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA*, 2014).

Um estudo feito pela *International Renewable Energy Agency* – (IRENA, 2014), para o remapeamento das energias renováveis até 2030, mostrou que 18% do Consumo Total Final de Energia - TFEC em 2010, foram oriundas de energias renováveis, e que 75% das energias renováveis mundiais são compostas pela biomassa. Dos 18% das energias renováveis mundiais, em TFEC, 9% são oriundas de energia renovável moderna, e 9% advinda da biomassa tradicional.

De acordo com o Balanço Energético Nacional – (BEN 2015), 60,6% da energia produzida no Brasil é oriunda de fontes não renováveis, em que 39,4% advêm do petróleo e seus derivados, 13,5% de gás natural, 5,7% de carvão mineral e 1,3% de urânio e outros não renováveis somam 0,6%. No que tange as fontes renováveis, a energia a partir da

biomassa da cana-de-açúcar é a que tem a maior representatividade na produção brasileira, sendo responsável por 15,7%. Em segundo lugar se destaca a energia hidráulica com 11,5%. Também são representativas a lenha e o carvão vegetal com 8,1% e outras fontes renováveis que somam 4,2%, totalizando 39,4% de uso de fontes de energia renováveis no país.

Em termos de energia elétrica, no Brasil a principal fonte de energia é obtida através das hidrelétricas, o que atribui ao país o título de maior produtor mundial de energia limpa. A usina de Itaipu instalada no país, no estado do Paraná, é a segunda maior hidrelétrica do mundo, ficando atrás somente da usina Três Garganta instalada na China. A usina Itaipu responde por 20% do consumo brasileiro de energia e 95% da energia consumida no Paraguai, país vizinho ao Brasil. Apesar dessa fonte de energia apresentar o menor custo, bem como um baixo impacto ambiental, se faz necessário promover investimentos em novas fontes energéticas, alternativas e renováveis, pois o país enfrenta dificuldades na obtenção de licenças ambientais para construções de mais hidrelétricas, principalmente na construção de novos reservatórios (BITTENCOURT, 2008, CASTRO; BRANDÃO; DANTAS, 2013).

Entre os dez países que mais investem em energia sustentável em termos monetários em 2014, o Brasil ficou em sétimo lugar do *ranking* mundial. A produção de energia via fonte de biocombustíveis foi à segunda fonte de energia renovável a receber maiores recursos financeiros do Brasil, com US\$ 574 milhões (UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA - UDOP, 2015a).

A bioenergia através da biomassa da cana-de-açúcar no Brasil, se destaca entre as fontes energéticas renováveis, principalmente, pois dentro de um parâmetro mundial, o país é o maior produtor da cana-de-açúcar segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2015). Na safra 2015/2016, o país produziu 655.158,9 mil toneladas de cana-de-açúcar, em uma área de 8.954,8 mil hectares, apresentando uma produtividade de 73.163 kilos/hectares, de acordo com a COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB (2015a). Segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar – ÚNICA (2014), o Brasil é o 1º Produtor Mundial de Açúcar, ficando com uma parcela de 20% da produção mundial e 40% das exportações mundiais. Além de ser o 2º maior Produtor Mundial de Etanol, sendo responsável por 20% da produção mundial e 20% das exportações mundiais.

O Brasil possui potencial bioenergético que lhe permite vantagens comparativas em relação aos outros países, bem como, uma grande extensão territorial, que pode ser

utilizada para a agricultura de energia, sem que se reduzisse a área utilizada para a agricultura de alimentos, com baixo impacto ambiental. Além disso, possui áreas com capacidade de múltiplos plantios sem a necessidade de irrigação, sendo que, quando se utiliza da técnica, essa capacidade aumenta. Tais potenciais qualificariam o Brasil para liderar a agricultura de energia bem como o mercado de bioenergia mundial. Entretanto o país não investe o necessário em novas fontes energéticas (BITTENCOURT, 2008; MAPA, 2006).

O estado de Mato Grosso do Sul, vem apresentando grande expansão na produção de cana-de-açúcar desde a safra de 2007. Na safra de 2015 superou o estado do Paraná e se tornou o quarto maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil. Com 22 usinas operando no ano de 2015, o estado processou 43,55 milhões de toneladas de cana-de-açúcar na safra de 2015/2016, caracterizando um volume de 4,95% a mais que a safra anterior, tornando seu índice de crescimento maior que o crescimento do Centro-Sul, que recuou 4,30% no período (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA DE MATO GROSSO DO SUL - BIOSUL, 2015a).

Devido a matriz energética brasileira ser predominantemente baseada nas usinas hidrelétricas que dependem dos reservatórios, a instabilidade do período chuvoso que causa grandes períodos de seca, conseqüentemente levando a uma baixa nos reservatórios, tem elevado de maneira significativa as tarifas na conta de energia. Apenas entre janeiro e fevereiro de 2015 o custo da conta de luz aumentou em 8% devido à falta de chuva, pois com os reservatórios baixos foi necessário ativar a bandeira tarifária amarela, na tentativa de diminuir o consumo de energia. Como os reservatórios baixaram ainda mais foi necessário ligar as termelétricas, que causaram um aumento no custo da energia elétrica (G1, 2015). Portanto a incerteza da falta de energia e o seu custo elevado é o que reforça a necessidade de aumento da produção de energia e a biomassa é uma alternativa.

## **1.1 O problema, sua importância e justificativa**

Mato Grosso do Sul, está entre os estados brasileiros, que apresentam maiores avanços no que tange ao aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar para transformação em energia elétrica. Entregou ao Sistema Integrado Nacional – SIN 1.879 GWH em 2014, o que equivale a quase 10% do total do Brasil, e obteve um crescimento na safra de 2014/2015 de 23% em relação à safra anterior. Para a safra de 2015/2016, o

excedente cogeração de energia elétrica deverá atingir 2.405 GWh, 27,99% superior à safra de 2014/2015 (BIOSUL, 2015a).

Vários autores apresentam trabalhos sobre a bioenergia a partir da cana-de-açúcar para o Brasil, entre eles destacam-se Lobo (2013), que demonstrou a importância que a utilização do bagaço da cana-de-açúcar possui para diversificar a matriz energética brasileira, devido ao seu potencial, que ultrapassa a autossuficiência energética das indústrias sucroalcooleiras, e geram excedentes que podem ser comercializados. Bittecourt (2008) apresentou, em seu estudo, perspectivas sobre o uso do bagaço da cana-de-açúcar para a geração de energia, e concluiu que a grande ascensão do setor sucroalcooleiro, somada aos benefícios da energia advinda do setor, irá contribuir nos períodos de escassez de chuva, para aumentar a oferta de energia.

Apesar da expansão na produção da cana-de-açúcar e da geração de energia elétrica oriunda da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, há poucos estudos sobre o tema no estado, fator esse que dificulta o acesso à informação pela comunidade científica, órgãos públicos e privados, e pela população em geral. A falta de informação pode acarretar em diminuição no fomento do setor.

Neste contexto, tem-se o seguinte questionamento: Quais são as perspectivas para a produção de bioeletricidade a partir do bagaço de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul? Questão essa que embasou a realização deste estudo.

## **1.2. Objetivos**

Como objetivo central deste trabalho pretende-se estudar a importância da agroindústria canavieira no estado de Mato Grosso do Sul em relação ao seu potencial bioenergético.

Especificamente pretende-se:

- Caracterizar a evolução da agroindústria canavieira em Mato Grosso do Sul, em termos de expansão da área de cultivo e quantidade produzida, no período de 2005 a 2015.
- Analisar a produção de bioenergia em Mato Grosso do Sul e as perspectivas do setor, no período de 2009 a 2015.

### 1.3. Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em cinco sessões, incluindo esta breve introdução. Na segunda sessão expõe-se a revisão bibliográfica, destacando a agroindústria canavieira, bem como a energia renovável e não renovável, com ênfase na bioenergia a partir da cana-de-açúcar. A seguir apresenta-se a metodologia utilizada no estudo. Na quarta seção apresentam-se os resultados e a discussão dos mesmos. Por fim, constam as considerações finais e as referências que embasam o estudo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na revisão bibliográfica apresenta-se uma discussão acerca de fontes de energia renovável e não renovável e seu papel no desenvolvimento econômico. Além disso, destaca-se o processo histórico da expansão canavieira e a bioenergia a partir do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil, no Centro-Oeste e em Mato Grosso do Sul.

### 2.1 Energia elétrica e desenvolvimento econômico

O conceito de desenvolvimento econômico está intimamente ligado ao crescimento econômico, porém o significado não é o mesmo. Enquanto o crescimento é mensurado de forma quantitativa, o desenvolvimento é qualitativo. Souza (2007) p. 6, define o desenvolvimento como: *“transformação de uma economia arcaica em uma economia moderna, eficiente, juntamente com a melhoria do nível de vida do conjunto da população”*.

O desenvolvimento econômico está intimamente ligado a crescimento econômico, assim se torna imprescindível demonstrar a sua relação com a energia elétrica. Gadelha e Cerqueira (2013), ao fazer uma análise de causalidade no período de 1952 a 2010, sobre o consumo de energia elétrica e crescimento econômico, concluíram que a energia elétrica é um fator determinante para que haja crescimento econômico nas economias modernas, e que esse crescimento influencia diretamente no desenvolvimento econômico. Pois, além de melhorar a produtividade do trabalho e do capital e ser um serviço necessário para que haja crescimento constante do produto agregado, o consumo de energia elétrica também é uma *proxy* de bem estar da população.

Em parceria a Associação Brasileira de Ciências e a Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de São Paulo, traduziram e apresentaram no ano de 2010 o relatório “Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho” que em sua versão original é intitulado por “*Lighting the way: Toward a sustainable energy future*”. No qual logo no início já demonstram a importância que há na relação entre a energia elétrica e o crescimento econômico, ao relatar que desenvolvimento econômico de um país, sempre cria demanda por energia elétrica e trás como exemplo a comparação do consumo de energia elétrica entre os países. Enquanto o consumo de eletricidade nos países desenvolvidos chega a 10 mil kWh por pessoa, nos países em desenvolvimento não atinge 2 mil kWh por pessoa, e concluindo que “(...) *a aspiração ao desenvolvimento da maior parte da população mundial só poderá ser realizada se houver um aumento notável na eficiência do uso de energia e na criação de novas fontes de energia que sejam sustentáveis*” (FAPESP, 2007, p. 5).

De acordo com o Plano Nacional de Energia para o ano de 2030, lançado em 2007, o Brasil foi um exemplo da relação entre desenvolvimento econômico e consumo de energia elétrica, pois, durante o século XX, o país se desenvolveu economicamente de forma muito significativa. Esse desenvolvimento levou a um aumento na demanda por energia elétrica, que pode ser explicado pelo somatório do processo de industrialização, expansão demográfica e um elevado aumento nas taxas de urbanização do país. Tais relatos demonstram a importância que o aumento na oferta de energia elétrica, tem para o desenvolvimento dos países, portanto a necessidade de expandi-la, porém de forma sustentável (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, 2007).

## **2.2 Energia elétrica não renovável**

A definição exata do que é a energia elétrica é algo extremamente complexo, então se torna muito mais eficiente a descrever pelo que ela é capaz de fazer, do que pelo que ela é em si. Portanto, seu valor não está em sua definição, mas sim em sua capacidade, no que ela permite aos seres humanos fazerem. As fontes de energias elétricas podem ser classificadas em dois grupos, sendo eles, fontes de energia renovável e fontes de energia não renovável. As fontes energéticas não renováveis, podem se tornar escassas, devido ao fato de serem empregados em uma velocidade bem maior do que o tempo necessário para serem formadas (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2015).



A maioria dos países industrializados tem sua matriz energética baseada grande parte em energia não renovável, predominantemente nos combustíveis fósseis, como o petróleo, carvão e gás naturais, por parecerem abundantes, baratos e prontamente disponíveis (GELLER, 2003). O petróleo já é conhecido desde tempos remotos, e no ano de 1271 já era produzido em escala comercial pelo Azerbaijão, porém as indústrias petrolíferas só surgiram em meados do século XIX (COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG, 2012). Após a II Revolução Industrial, na década de 1930, com a invenção do motor a explosão, o uso de petróleo aumentou mais do que significativamente, fazendo com que seus derivados, como a gasolina e o óleo diesel passassem a ser usados como fontes de combustíveis nos meios de transportes (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, 2002; CEMIG, 2012).

Tempos depois e mesmo com todas as descobertas de novas reservas petrolíferas, avanços tecnológicos na extração, refino e utilização do petróleo, a demanda ainda continua ascendente, consumindo nos primeiros anos deste século (XXI) 85 milhões de barris por dia. Desta forma pressionando a fronteira da capacidade global de produção, sendo um indicativo de crise no setor, que pode acabar por acarretar em uma ameaça a existência do atual paradigma energético mundial (PIMENTEL, 2011).

Murphy Jr. (2013), um dos escritores do livro “Sustentabilidade ainda é possível?” assim como Pimentel (2011), argumentam que os combustíveis fósseis são finitos, e que estão próximos de atingir o seu ápice, destacam ainda que no longo prazo a era atual será conhecida como “*A ERA DOS COMBÚSTIVEIS FÓSSEIS*”. A era que permitiu a humanidade crescer e se desenvolver de maneiras inimagináveis no passado, discorrem argumentando que há dois cenários possíveis para o futuro com a extinção dos combustíveis fósseis

“(…) o cenário otimista, em que os combustíveis fósseis são apenas catalisadores de uma sociedade tecnológica em contínuo crescimento e melhoria, e a visão pessimista de que a sociedade fracassará em encontrar substitutos adequados para os combustíveis fósseis entrará em declínio e voltará a níveis populacionais e modos de vida pré-industriais” (MURPHY JR., 2013, p. 107).

Além da ameaça de exaustão do setor petrolífero, o mesmo continuará existindo, porém com um uso mais nobre, há outros fatores que tornam o uso em excesso do petróleo preocupante, como o ambiental e o econômico, pois até a década de 1970, seu uso para gerar energia elétrica não era tão oneroso à balança de pagamentos dos países em desenvolvimento. Porém, a partir de 1970, os choques do petróleo em conjunto com um

aumento das taxas de juros internacionais, fizeram com que os países passassem a estudar fontes alternativas de energia (JANNUZZI; SWISHER 1997).

Apesar de os combustíveis fósseis serem a principal matriz energética mundial, seu uso vem sofrendo confrontos por seu altíssimo grau de impacto ambiental. Isso porque os meios que têm sido empregados para utilizá-los acarretam em emissão de dióxido de carbono, sendo este o mais significativo gás do efeito estufa que é gerado pelas atividades humanas (FAPESP, 2007). Os impactos ambientais em conjunto com os fatores econômicos e de possível esgotamento do petróleo, podem levar a restrição no longo prazo no uso dos combustíveis fósseis.

### **2.3 Energia elétrica renovável e desenvolvimento sustentável**

Devido aos vários fatores já citados, a matriz elétrica mundial está entrando em uma nova era, na qual as fontes de energia elétrica derivada do petróleo estão abrindo espaço às fontes renováveis de energia elétrica. Jannuzzi e Swisher (1997) afirmam que nenhuma fonte deve ser considerada como inesgotável, porém consideram que as fontes de energia renováveis são as que, ao serem usadas pela humanidade, não impactam em uma variação muito significativa em seu potencial, bem como a probabilidade de reposição no curto prazo é praticamente garantida. Hinricks, Kleinbach e Reis (2015), denominaram as energias renováveis como fontes que são repostas pela natureza de maneira mais rápida do que seu uso energético, apresentando impactos ambientais muito menores quando comparadas com as fontes energéticas não renováveis.

Com as mudanças climáticas, as nações passaram pouco a pouco a se conscientizar da necessidade de preservar o meio ambiente e da importância de fontes energéticas alternativas que sejam sustentáveis e renováveis. Com tal percepção, houve uma sucessão de conferências entre os países para debater o tema. Em 1987 o termo sustentabilidade torna-se mais popular, por meio do “Relatório Brundtland”, no qual se definiu o termo desenvolvimento sustentável como “*o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades*” (UCZAI; TAVARES; QUEIROZ, 2012, p. 24). Em 1992, no Rio de Janeiro (Brasil), ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, que ficou conhecido como a Rio 92, em que se estabeleceram os indicadores para que haja um desenvolvimento sustentável, sendo eles desenvolvimento econômico, equidade social e proteção ambiental (UCZAI; TAVARES; QUEIROZ 2012).

Em 1988, foi constituído o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), com o objetivo de promover pesquisas científicas sobre o nível de significância entre as interações das mudanças climáticas com as ações praticadas pelo homem. Após a primeira publicação do relatório do IPCC, foi concluído que a vida dos seres humanos estava ameaçada com as mudanças que o clima vinha apresentando. Impulsionados pelo resultado apresentado pelo relatório, em 1992 os representantes de todos os países foram convocados para a Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), na qual fora feito um tratado que estabelecia diretrizes internacionais para que houvesse uma redução da emissão dos gases causadores do efeito estufa na atmosfera para um nível seguro para o sistema climático. O tratado vigora desde 1994, e 189 países o assinaram, o mesmo ficou em aberto possibilitando que mais países assinassem posteriormente (URSAIA; GUERRA; YOUSSEF, 2012).

Com a emergência em se reduzir os gases causadores do efeito estufa, em 1997, foi instaurado no Japão o Protocolo de Kyoto, um acordo que foi assinado por 160 países, objetivando essa redução, em que os países industrializados concordaram em reduzir em 5,2% as emissões, em relação aos níveis de 1990, no decorrer do período de 2008 a 2012. Para os países que estavam em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, o acordo não previu compromissos de reduções nas emissões desses gases (MARCOVITCH, 2012). No protocolo de Kyoto foi instituído também o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). As ações que foram propostas para atingir o objetivo eram de reformas nos setores de energia e transporte, com o estímulo para o uso de fontes de energia renováveis, limitação do uso de gás metano, administrar o uso de resíduos e os sistemas de energia elétrica, preservação das florestas e eliminação dos mecanismos financeiros e econômicos que não se adequassem aos fins do tratado (SIMONETTI, 2011).

Pela definição de desenvolvimento sustentável, Ursaia; Guerra; Youssef (2012), argumentam que as fontes energéticas fósseis não se adéquam aos requisitos propostos, tornando necessária a adoção de fonte renovável de energia elétrica, pois a mesma abrange todos os requisitos do desenvolvimento sustentável. Como condições de auxiliar para o desenvolvimento social e econômico, dar vazão ao acesso a energia, bem como segurança energética, reduzir as mudanças climáticas, acarretando em redução dos problemas ambientais e de saúde, que são causados pela poluição do ar.

No Brasil, várias políticas vêm sendo adotadas com a finalidade de desenvolver incentivos energéticos renováveis, para assim assegurar o abastecimento de energia do país e como consequência manter o título de o “maior produtor de energia limpa”. O marco

regulatório no país, de incentivos a energia renovável, foi dado com a lei 10.438. de 26 de abril de 2002, pelo então presidente Fernando Henrique Cardoso, em que foi instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA (PROINFA, 2015).

O PROINFA foi instituído objetivando aumentar a participação de energia elétrica, no Sistema Elétrico Interligado Nacional, proveniente de fonte eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa. O objetivo específico inicial era de implantar 3.300 MW de capacidade instalada, por meio das fontes incentivadas pelo programa. Possuía objetivos estratégicos, como, diversificar a matriz elétrica brasileira, para assim não incorrer em risco de falta de oferta, reduzir as emissões de gás carbônico e valorizar o potencial das regiões brasileiras, criando emprego, capacitação e formação de mão de obra (PROINFA, 2015).

#### **2.4 Energia elétrica a partir da biomassa de cana-de-açúcar**

Muitas são as fontes alternativas de energia, Murphy Jr (2013) classificou alguns tipos como possíveis substitutos aos combustíveis fósseis, sendo elas: Energia Solar Fotovoltaica, Solar Térmica, Energia Hidrelétrica, Biocombustíveis/Algas, Geotérmica/Eletricidade, Energia Eólica, Fotossíntese Artificial, Energia das Marés, Fissão Convencional, Reator Reprodutor de Urânio, Reator Reprodutor de Tório, Geotérmica/Esgotamento, Geotérmica/Aquecimento e Biocombustíveis/Vegetais.

Entre as várias fontes de energia renováveis, a energia advinda da biomassa têm apresentado notória expansão, e é definida segundo Hinrichs; Kleinbach e Reis (2015, p 667-668.) como:

“(…) aquela derivada da matéria viva como os grãos (milho, trigo), as árvores e as plantas aquáticas; esta matéria viva também é encontrada nos resíduos agrícolas e florestais (incluindo os restos de colheitas e estrumes), bem como nos resíduos sólidos municipais. A biomassa pode ser descrita como “energia solar armazenada”. Ela pode ser utilizada em três formas: combustíveis sólidos, como lascas de madeira; combustíveis líquidos produzidos a partir da ação química ou biológica sobre a biomassa sólida e/ou da conversão de açúcares e vegetais em etanol ou metanol; e combustíveis gasosos produzidos por meio do processamento com alta temperatura e alta pressão”.

A energia elétrica advinda da cana-de-açúcar é gerada a partir da biomassa residual, que ocorre na produção do etanol e do açúcar, portanto é uma energia cogenerada. O que a torna altamente eficiente, sendo classificada como uma fonte de energia renovável,

eficiente e sustentável, pois utiliza como insumo energético o resíduo (SOUZA; MACEDO, 2010). O potencial de sua produção energética está condicionado ao montante disponível de biomassa, conseqüentemente quanto maior for a produção de cana-de-açúcar, maior será a capacidade do setor sucroalcooleiro em cogear energia elétrica (CASTRO; BRANDÃO; DANTAS, 2013).

O setor sucroalcooleiro vem sendo fomentado há décadas pelo governo brasileiro. Nos anos 1930, o Estado brasileiro passa a intervir no controle e direcionamento da cultura canavieira, com a criação da Comissão de Defesa da Produção do Açúcar e do Álcool, transformado posteriormente em Instituto do Açúcar e do Álcool – IAA, extinto nos anos 1990, pelo então presidente Fernando Collor de Mello. Para dinamizar a produção açucareira e alcooleira do país o Estado cria nos anos de 1940 o Estatuto da lavoura canavieira. No início dos anos 1970 cria o Programa de Melhoramento da Cana-de-açúcar - PLANALSUCAR, e o Programa de Modernização e Racionalização da Agroindústria Canavieira Nacional, que teve extrema relevância para o desenvolvimento do capital monopolista no setor. Em 1975 foi criado o Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL, com o objetivo de impulsionar a produção de álcool para veículos automotivos (BRAY; FERREIRA; RUAS, 2000).

Com a crise do petróleo em 1973, quando os países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo – OPEP, supervalorizaram o preço do petróleo, o Brasil, em apenas um ano, quadruplicou seus gastos referentes à importação com o produto. Sendo essa uma das razões para implementação do PROÁLCOOL, que criou incentivos para a substituição dos combustíveis derivados do petróleo pelo etanol (ÚNICA, 2014).

O PROÁLCOOL tinha como objetivo, aumentar as produções das safras agro energéticas e também alavancar a capacidade industrial de transformação do Brasil. O programa era de competência Federal, sendo administrado pelo Ministério da Indústria e Comércio, por meio da Comissão Executiva Nacional do Álcool – CENAL. Foi composto de três fases, sendo a primeira em 1975 a 1979, onde se previa chegar a 3,0 bilhões de litros de álcool. Na segunda fase de 1980 a 1985 a meta estabelecida era atingir 10,7 bilhões de litros de álcool. E por fim a terceira fase, que começou a partir de 1986, momento no qual o governo federal suspendeu os financiamento e subsídios ao PROALCOOL (BRAY; FERREIRA; RUAS, 2000).

Após os investimentos brasileiros na fabricação do etanol, o país assinou em 1987 o primeiro contrato de venda de excedente de energia elétrica, em que a mesma era transmitida de uma usina canavieira para uma companhia distribuidora de energia. A usina

pioneira foi a São Francisco, localizada no interior de São Paulo, que passou a vender seus excedentes para a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, tornando possível a comercialização de bioeletricidade (ÚNICA, 2015).

A comercialização de bioeletricidade, para a rede nacional de distribuição de energia do país, é feita através de leilões. O primeiro leilão de energia renovável no país foi feito no ano de 2005, na cidade do Rio de Janeiro, e em 2010, o uso da bioeletricidade advinda da cana-de-açúcar já representava, no país, mais de 2% do consumo de energia elétrica nacional, o suficiente para atender 5 milhões de residências no período de um ano. Apesar deste valor já ser surpreendente, o país possui um enorme potencial ainda não explorado, que equivaleria a três usinas de Belo Monte (ÚNICA, 2015).

## **2.5 Panorama da Agroindústria canavieira no Mundo e no Brasil**

A cana-de-açúcar é consagrada como uma das principais culturas do mundo, e seu cultivo se dá em mais de 100 países. Porém, 80% de sua produção estão centralizadas em apenas dez países, sendo eles respectivamente em ordem de maior produção: Brasil, Índia, China, México, Tailândia, Paquistão, Colômbia, Austrália, Indonésia e Estados Unidos. Sozinhos o Brasil e a Índia respondem por mais da metade da produção mundial de cana-de-açúcar (NOVACANA, 2015a).

A Índia possui 1,2 bilhões de habitantes, sendo a segunda maior produtora mundial de cana-de-açúcar, ficando atrás apenas do Brasil, e é a maior consumidora global de açúcar, possuindo em 2015 em torno de 290 usinas operando. Entre o período de outubro a fevereiro, da safra de 2014/2015, sua produção de açúcar aumentou em 14% em comparação com a safra de 2013/2014, alcançando uma produção de 19 milhões de toneladas de açúcar (CANAONLINE, 2014; NOVACANA, 2015b).

A produção da cana-de-açúcar no Brasil, dentro de um contexto histórico, tem início com os portugueses, que a trouxeram para o país como uma política de exploração agrícola, para proteger as novas terras descobertas de invasão dos demais países europeus. A colonização agrícola brasileira trás excelentes resultados financeiros e o Brasil passa a ter monopólio da produção de açúcar no mercado europeu, que só acaba com a guerra entre a Espanha e a Holanda, em que os holandeses passam a ocupar a região produtora de açúcar no Brasil, assim aprendendo todos os aspectos técnicos e organizacionais da indústria açucareira, e que por sua vez desenvolvem uma indústria concorrente e de grande escala ao Brasil (FURTADO, 1980).

Conforme os dados do Ministério da Agricultura - MAPA (2014), O Brasil deve alcançar uma taxa média de elevação na produção de 3,25%, até 2018/19, e colher 47,34 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que se evidenciará em um acréscimo de 14,6 milhões de toneladas em relação ao período 2007/2008. No que se refere às exportações, o volume previsto para 2019 é de 32,6 milhões de toneladas. Tais fatos reforçam o potencial de geração de energia através da biomassa da cana-de-açúcar.

A região Centro-Oeste brasileira tem impressionado em termos de expansão da agroindústria canavieira, uma vez que a região, mesmo tendo sido inicialmente ocupada no século XVI, era até 1970 considerada como exemplo de vazio demográfico. O que foi mudando por meio de intensas atividades políticas para a modernização agrícola e ocupação das áreas do cerrado, que encobrem a maior parte do Centro-Oeste (VIEIRA, *et al.*, 2000).

A princípio, a economia da região Centro-Oeste era baseada na sua maioria em mineração, sendo explorados os garimpos de metais preciosos. Após, se introduziu a pecuária, seguida das agroindústrias do setor alimentício, em sua maioria carnes e grãos, assim como produtos para fertilização de terra, adubos e rações animais (SHIKIDA, 2013).

Segundo Castro (2014), essa expansão se caracterizou inicialmente, com a incorporação de extensas áreas para o cultivo de soja, o que liderou esse processo de ocupação do Centro-Oeste em primeira instância. Depois vieram outras culturas como o milho e feijão; e, mais recentemente, a cana-de-açúcar começou a se expandir pela região.

Para Andrade (1994), os programas adotados pelas políticas públicas permitiram a expansão canavieira em regiões brasileiras, de terras ainda não aproveitadas ou com uso em atividades de baixo retorno financeiro. Sendo a região Centro-Oeste uma dessas terras, que tinha uma produção de cana-de-açúcar inexpressiva e passou a ser grande plantadora, através dos incentivos públicos.

Nesse contexto o avanço da produção da cana-de-açúcar na região Centro-Oeste ainda é recente, principalmente quando comparada com a produção agroindustrial canavieira do Brasil, que já se faz centenária. Porém, tal fator não diminuiu a sua importância para o país, visto que a região possui dois dos quatro maiores estados produtivos de cana-de-açúcar, sendo eles Goiás e Mato Grosso do Sul (SHIKIDA, 2013).

Mesmo sendo o estado de São Paulo o maior produtor brasileiro de cana-de-açúcar, a taxa de crescimento do setor canavieiro de 2003 a 2012 no Centro-Oeste superou significativamente a taxa de crescimento do estado de São Paulo que contou com um crescimento de 83,6% da área plantada, e com uma média anual de 8,3% no período.

Enquanto que a região Centro-Oeste teve no estado de Mato Grosso do Sul um crescimento de 363,5%, com uma taxa anual de 20,4%, e no estado de Goiás a elevação foi de 336,2%, sendo esses, respectivamente, os dois estados com maior nível de produção da região Centro-Oeste (WISSMANN, *et al.*, 2014).

Shikida (2013), considera que a expansão da cana-de-açúcar na região Centro-Oeste brasileira vem sendo impulsionada por diversos fatores, entre eles destaca a segurança alimentar e energética, saturação das áreas tradicionais, condições endofoclimáticas propícias para o desenvolvimento da cana, grande extensão de terras, e terras férteis ainda não utilizadas pela prática da pecuária extensiva, entre outros. Porém o autor também limita a expansão pelo fato de que a infraestrutura de transporte da região não é suficiente para o escoamento do açúcar e do etanol, assim como a instabilidade no mercado de etanol, e a pouca experiência da região no setor sucro alcooleiro.

Após explicar as várias teorias de diversos autores sobre a agroindústria canavieira no Brasil e no mundo, conclui-se que o Brasil apesar de já ser o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, ainda possui potencial e terras para expandir ainda mais sua produção em cana-de-açúcar. A região Centro-Oeste está considerada considerada como fronteira agrícola e sua participação na produção brasileira de cana-de-açúcar, por todos os fatores já abordados pelos autores citados, tende a aumentar cada vez mais.

## **2.6 Agroindústria canavieira no estado de Mato Grosso do Sul**

No estado de Mato Grosso do Sul a cultura da cana-de-açúcar foi introduzida na década de 1980, motivada pela política do governo de incentivos à produção agro energética brasileira, o PROÁLCOOL. O estado que tinha como principal base econômica a extração de produtos primários e recursos naturais, em meados do século XX vê seu modelo de desenvolvimento econômico ir se degradando aos poucos, fator esse que gerou oportunidade para que outras atividades produtivas fossem produzidas no estado, passando a predominar na região o agronegócio, com culturas como soja e milho, pecuária extensiva, cana-de-açúcar, entre outros (DOMINGUES, 2011).

O estado de Mato Grosso do Sul tem se destacado nacionalmente pelo aumento significativo na produção de cana-de-açúcar ano após ano. Fato esse, que vem sendo impulsionado pela posição estratégica do estado, dada sua proximidade com os grandes centros produtores e consumidores do país, como a região Sul e Sudeste. Possui também boa infraestrutura viária que o qualifica como centro distribuidor, além do sistema



ferroviário, a Ferronorte, que faz a ligação entre as cidades de Cuiabá (MT) Santarém (PA) e Porto Velho (RO), interligando-se também a malha ferroviária paulista pela ponte rodoferroviária sobre o rio Paraná na divisa entre Mato Grosso do Sul e São Paulo (LEAL *et al*, 2014). No entanto, é importante resaltar, que ainda existem muitas deficiências em termos de logística no estado e muitas melhorias ainda precisam ser realizadas.

Castilho (2013), em seu estudo sobre a expansão da agroindústria canavieira no estado de Mato Grosso do Sul, demonstrou que as instalações de unidades produtoras de açúcar e/ou etanol, após a inserção do PROALCOOL no estado, tiveram expressivo aumento. Nas safras de 1979/80 havia duas unidades produtoras em Mato Grosso do Sul, passando para nove já em 1983/84, no período que sucedeu até a safra de 2007/08 o número de unidades se estagnou, mantendo se em dez. A partir de 2008/2009, houve um salto na implantação de novas unidades produtoras, apresentando neste período catorze unidades, passando para 24 na safra de 2013/2014. Dado o aumento na produção de açúcar e etanol, o estado passou a ofertar esses produtos, tanto para o mercado interno como para o externo.

Em 2014, o Estado de Mato Grosso do Sul passa a ser detentor de 25 agroindústrias canavieiras, porém com três desativadas. A mesorregião Sudoeste do estado concentra a maior parte das agroindústrias canavieiras, totalizando 16 unidades, seguida da mesorregião Leste com sete, e Pantanaís Sul-Mato-Grossense assim como Centro-Norte com um. A participação do estado também vem apresentando grande expansão, em 2000, Mato Grosso do Sul participava com 23,84% da produção de cana-de-açúcar da região Centro-Oeste, passando a participar em 2012 com 33,34%, caracterizando como um aumento de 39%. A participação do estado na produção nacional aumentou 192,56% no período, passando de 1,79% em 2000, para 5% em 2012 (BALBINO, 2014).

## **2.7 Bioeletricidade a partir da biomassa no Mundo, Brasil e Mato Grosso do Sul**

A geração de energia elétrica mundial por fontes alternativas (geotérmica, eólica, solar, das marés, das ondas, biomassa e resíduos), apresentou uma variação positiva no período de 1980 a 2011. Entre as fontes alternativas para a geração de energia elétrica, as que apresentaram maior crescimento entre 1980 a 2011 foram, respectivamente, a energia solar e a energia advinda da biomassa e resíduos, que em 1980, seu uso era de apenas 0,2%, passando em 2011 para 1,7%. As regiões do mundo vêm apresentando diversificação em suas matrizes energéticas, sendo que o Oriente Médio, aumentou em

89% sua geração de energia através de fontes alternativas, no período, seguido da Ásia e Oceania com 40%, Europa com 18,50%, América do Norte com 16,50%, Eurásia com 14,60%, América do Sul e Central com 6,90%, África com 6,80%. Em termos de participação mundial de geração de energia elétrica por fontes alternativas, a Europa foi a região que apresentou a maior participação, com 42,20%, seguida da América do Norte com 26,20%, Ásia e Oceania com 24,50%, América do Sul e Central com 5,70%, África com 0,70%, Eurásia com 0,60%. O Oriente Médio que, apesar de ter apresentado o maior crescimento no uso da geração elétrica por fontes alternativas, em termos de representatividade sua participação foi de apenas 0,1% (Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2014).

Na América do Sul há grande potencial para a geração de bioeletricidade, a partir da biomassa advinda da cana-de-açúcar, devido a grande extensão territorial entre os trópicos. Os principais produtores da cultura no Cone Sul são o Brasil, que é o maior produtor mundial, Argentina, Bolívia, Colômbia, Equador e Peru. Devido à safra de cana-de-açúcar começar em abril período que corresponde ao início do período de seca na maior parte da América do Sul, torna a geração de eletricidade via bagaço de cana-de-açúcar como um excelente complemento entre os insumos de energia. Entretanto, o único país da região que possui projetos para a expansão da geração de energia elétrica por essa fonte é o Brasil, visando diversificar sua matriz energética, aumentando assim a segurança no sistema elétrico do país (CASTRO; GOLDENBERG, 2008).

A geração de energia elétrica através da biomassa vem apresentando aumento expressivo, e dentre as várias possibilidades de biomassa para conversão em energia elétrica, a cana-de-açúcar é a matéria prima mais adequada para a realização de bioeletricidade. O que é possível pela sua excelência em conversão de luz e água em matéria verde, e pelo aproveitamento de dois terços da energia da planta que são encontradas no bagaço e palha da cana-de-açúcar, que antes eram descartados (ÚNICA, 2009). O bagaço da cana-de-açúcar, que contém de 25% a 30% do peso do produto, processada com 50% de umidade, se deu primeiramente como geração de calor, em substituição a lenha. Porém, tal situação vem mudando, pois o bagaço apresenta também grande potencial para ser transformado em formas de energia, seja como o calor, eletricidade ou tração através do vapor (BITTENCOURT, 2008).

Para Silva (2009), devido à necessidade que o Brasil apresenta de complementar a sua oferta de geração de energia, que é predominantemente hídrica, o país está passando

por um processo de transição em sua matriz energética, para regular a oferta nos períodos de seca. O autor conclui que a geração de energia por meio do uso da cana-de-açúcar se adequa perfeitamente como complemento, pois o período da safra brasileira de cana-de-açúcar é o mesmo em que ocorre a seca no país. Em paralelo, argumenta que o setor sucroenergético segue em expansão, e com o fim da queima de canaviais no país garante que haverá produção de biomassa suficiente para gerar bioeletricidade.

Ricardo (2010), em seu trabalho sobre o uso da biomassa da cana-de-açúcar para gerar eletricidade, assim como Silva (2009), concorda que a geração de eletricidade advinda da cana-de-açúcar, é um excelente complemento para a oferta de energia do país. Ainda discorre, que a cogeração de energia na matriz energética do país ainda é muito pequena e que tal fato não pode ser aceito, visto que, traria tanto eficiência energética como eficiência econômica, pois além de aumentar a oferta de eletricidade de forma segura, tal aumento não ocasionaria elevação nos custos com combustíveis.

Cardoso (2012), ao analisar o uso da biomassa como alternativa energética, usando como parâmetro a biomassa de cana-de-açúcar, argumenta que o Brasil é o país que possui o maior número de vantagens comparativas para a exploração do uso da biomassa como fonte de energia. Isso porque o país possui uma grande extensão de terras agricultáveis, além de clima e solo propícios para esse fim.

Lobo (2013), ao discutir sobre a importância que a cogeração de energia usando o bagaço da cana-de-açúcar tem para diversificar a matriz energética no Brasil, conclui que o país utiliza muito pouco essa fonte energética para fins comerciais, sendo elas mais restritas a autossuficiência energética das próprias indústrias. A autora ainda argumenta que apesar de geração de eletricidade não ser o foco das indústrias sucroalcooleiras o uso para esse fim, além de reduzir os custos com a energia elétrica, também pode ser um fato de geração de renda ao ser comercializado à rede distribuidora de energia elétrica .

De acordo com Domingues (2011), o estado de Mato Grosso do Sul é considerado como uma das novas fronteiras de bioenergia no Brasil. Fato que ilustra esse dado é que entre os anos de 2010 e 2011, a cogeração Sul Mato-Grossense de bioeletricidade a partir da cana-de-açúcar aumentou seu percentual em 66% passando de 660 GWh (Giga Watts hora) em 2010 para 1.100 GWh em 2011 (REIS, *et al.*, 2013).

Santos *et al.* (2014), descrevem que no estado de Mato Grosso do Sul, apesar do aumento expressivo de indústrias sucroalcooleiras, não são todas que produzem cogeração de energia, dado esse que aponta um potencial a mais para o crescimento do setor no estado. Somado a isso cerca de 408200 KW da energia gerada em Mato Grosso do Sul, é

advinda de investimentos estrangeiros, que apresentam uma participação de 50% dos empreendimentos energéticos instalados no estado. Os quais visam, cada vez mais, investir nesse segmento para aumentar seu lucro operacional, bem como, aperfeiçoar seu processo produtivo.

Num *ranking* entre a capacidade instalada da cogeração de energia elétrica via biomassa da cana-de-açúcar dos estados brasileiros, Mato Grosso do Sul se encontra no ano de 2015 na oitava posição, com um percentual de 6,55%. Com uma capacidade de 9.050.996 KW, o que posiciona o estado como líder do *ranking* quando comparado com os demais estados da região Centro-Oeste (UDOP, 2015b).

Na safra de 2013/2014, o estado de Mato Grosso do Sul exportou para o sistema elétrico 1.292 GWh, de energia, caracterizando um aumento de 17% em comparação a safra passada, sendo o estado, sendo porcentualmente o primeiro estado em toneladas de cana-de-açúcar moída por exportação de bioeletricidade do país. Tamanha expansão da bioenergia a partir do bagaço da cana vem sendo comemorada, pois antes o bagaço era visto como um problema para o estado, dado que o mesmo não possuía tecnologia capaz de converter o bagaço em energia (AGRON, 2013).

Aranha *et al* (2013), concluiu que a cogeração de energia elétrica por meio da biomassa de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul é sustentável, não somente no que tange ao meio ambiente, como também no contexto social e econômico. O autor justifica que é ambientalmente sustentável, pois na safra de 2013/2014 o índice de mecanização na colheita do estado era de 89%, quando o marco legal de mecanização no estado é estabelecido em 50%, tamanha mecanização faz com que apenas 11% da área colhida seja feita através da queima da palha. O alto índice de mecanização se torna sustentavelmente social, pois diminui o número de mão de obra explorada com condições de trabalho insalubre. O aumento na geração de empregos e a receita marginal advinda da bioenergia torna a produção economicamente sustentável, pois na safra referida à receita marginal foi da ordem de R\$ 288,9 milhões.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Área de estudo**

A área geográfica do estudo é o estado de Mato Grosso do Sul, pertencente a macro região do Centro-Oeste brasileiro (Figura 1). Possui uma população estimada, em 2015, de 2.651.235 habitantes e um rendimento médio nominal mensal *per capita* da população

residente de R\$ 1.053,00. O estado de Mato Grosso do Sul é dividida em 79 municípios e têm como capital a cidade de Campo Grande. Sua área corresponde a 357.145,534 km<sup>2</sup> e apresenta 6,86 (hab/km<sup>2</sup>) de densidade demográfica (IBGE, 2016).

De acordo com a Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico – SEMADE (2015), do governo do estado de Mato Grosso do Sul, o setor sucroenergético é o terceiro maior empregador do estado, gerando em torno de 30 mil empregos diretos, além de pelo menos 3 empregos indiretos para cada posto criado pela indústria no estado.

Em um *ranking* dos municípios que geraram maior número de emprego no primeiro semestre de 2015, no estado de Mato Grosso do Sul, destacam-se, respectivamente, Angélica, Nova Andradina, Rio Brilhante, Maracaju, Costa Rica e Chapadão do Sul. Todas as seis cidades que apresentaram o maior número de empregos gerados no período analisado, possuem unidades de processamento de cana-de-açúcar (BIOSSUL, 2015b).

O estado de Mato Grosso do Sul é dividido em quatro mesorregiões e subdividido em onze microrregiões, como demonstrado na Figura 1.



Figura 1: Mapa do estado de Mato Grosso do Sul por Mesorregiões e Microrregiões.  
Fonte: BALBINO (2014, p. 42).

### 3.2. Tipo de pesquisa e fonte de dados

A pesquisa é de caráter descritivo explicativo. Segundo Gil, (2008), a pesquisa explicativa tem como objetivo principal, identificar os fatores que determinam ou colaboram para o acontecimento de fenômenos. Devido a maior chance de erro é o tipo de pesquisa mais complexa e delicada. Ela é a que mais adentra o conhecimento na realidade.

Para a realização deste trabalho serão utilizadas fontes como: *sites* da Internet – BIOSUL, UDOP, PROINFA, CONAB, BEN, ANEEL, Ministério da Agricultura, Ministério do Desenvolvimento Agrário, União da Indústria de Cana de Açúcar e Revistas Científicas.

A caracterização da evolução da produção e área plantada de cana-de-açúcar, assim como, a bioeletricidade através da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, foi realizada por meio de coleta dos dados em sites da internet e livros, bem como pesquisa bibliográfica.

Para analisar as perspectivas de crescimento da produção de bioenergia no estado de Mato Grosso do Sul, foi realizada uma análise histórica do setor, bem como, uma análise descritiva das normas e políticas governamentais que vem sendo implementadas para o setor com o objetivo de incentiva-lo.

As variáveis analisadas foram a produção de cana-de-açúcar e de bioenergia no estado de Mato Grosso do Sul, no período das safras de 2005 a 2015. Os dados estão apresentados na forma de Tabelas, Gráficos, seguidos de suas análises.

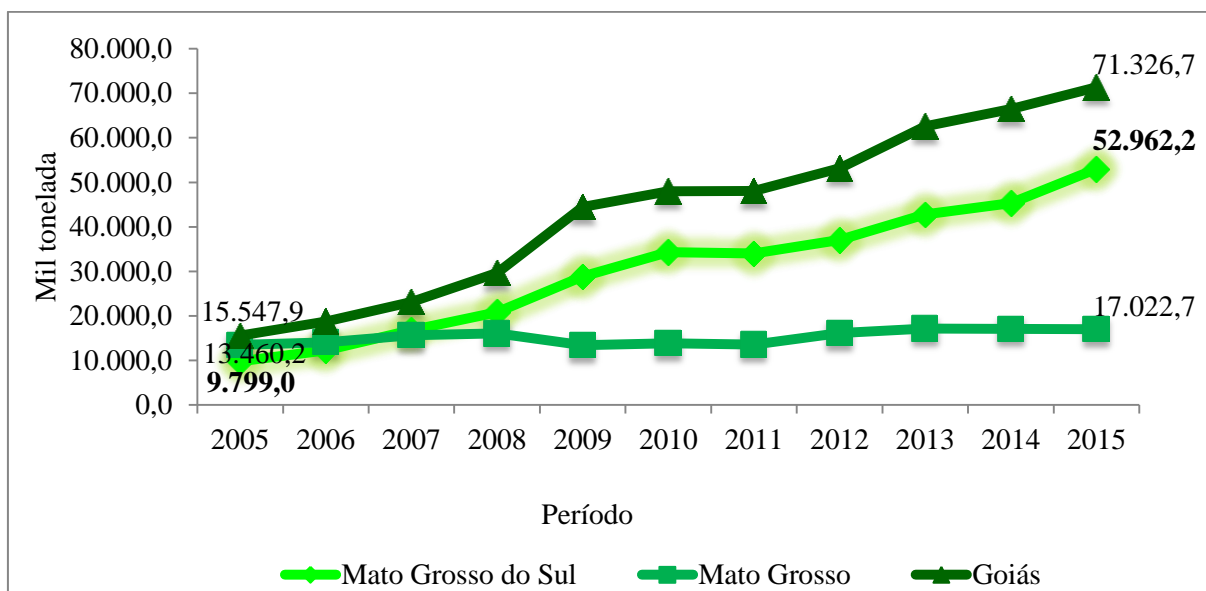
#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados seguem caracterizando a evolução da agroindústria canavieira no estado de Mato Grosso do Sul, seguida da análise e perspectivas da produção de bioeletricidade no estado. Posteriormente se destaca brevemente a eficiência econômica da bioeletricidade em termos de custo de geração.

##### **4.1 Evolução da agroindústria canavieira no estado de Mato Grosso do Sul**

A produção de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul apresentou um crescimento mais que expressivo no período de 2005 a 2015 conforme demonstra a Figura 2. Com os incentivos públicos que o estado recebeu sua produção cresceu 440,48% no período retratado, sendo, esse resultado o maior entre todos os estados da região Centro-Oeste. Goiás expandiu sua produção em 358,75% e Mato Grosso apresentou um crescimento pequeno em comparação aos estados citados, de 26,47%.

O principal fator gerador do crescimento da produção de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul em 440,48% entre o período de 2005 a 2015 foram os incentivos públicos cabendo aqui ressaltar o PROÁLCOOL, que apesar de extinto no período analisado, serviu de alicerce. Entre os demais fatores, destacam-se a favorável condição climática, solos propícios, posição geográfica entre outros.



**Figura 2 - Produção em mil toneladas de cana-de-açúcar entre os estados da região Centro-Oeste no período de 2005 a 2015.**

Fonte: Elaboração própria baseada nos dados da CONAB (2015b).

Quando comparado o crescimento da quantidade produzida de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2005 a 2015, com o crescimento da região Centro-Oeste e do Brasil, no mesmo período, se torna ainda mais notória a significância dessa expansão. Enquanto Mato Grosso do Sul aumentou em 440,48% a sua produção, passando de 9.799,0 toneladas para 52.962,2 toneladas, o Centro-Oeste totalizou um aumento de 264,14%, passou de 38.807,1 toneladas produzidas de cana-de-açúcar, para, 141.311,6 toneladas. O Brasil apresentou um crescimento de 50,81% (Tabela 1).

**Tabela 1 – Comparação da quantidade produzida (toneladas) de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, Centro-Oeste e o Brasil no período de 2005 a 2015**

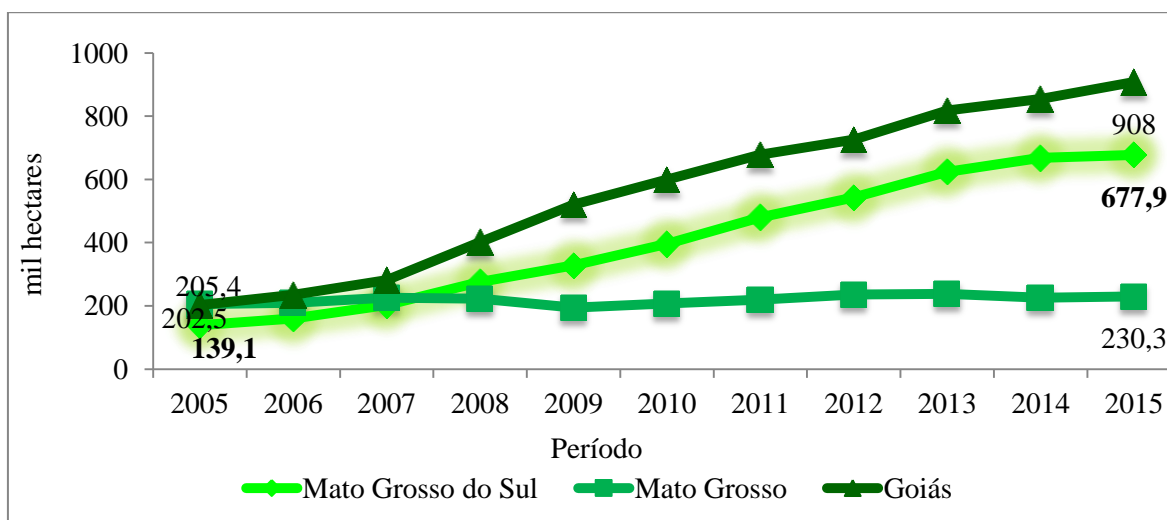
Período	Mato Grosso do Sul	Centro-Oeste	Brasil	Participação da produção de MS/CO (em percentual)	Participação da produção de MS/BR (em percentual)
2005	9.799,0	38.807,1	436.781,2	25,25	2,24
2006	12.236,2	45.015,6	475.725,9	27,18	2,57
2007	16.732,7	55.540,3	549.905,4	30,13	3,04
2008	20.755,0	66.510,1	571.370,7	31,21	3,63
2009	28.811,9	86.740,1	612.211,2	33,22	4,71
2010	34.333,2	96.149,1	624.991,0	35,71	5,49
2011	33.988,1	95.566,1	571.471,0	35,57	5,95
2012	36.998,6	106.257,5	595.126,6	34,82	6,22
2013	42.751,5	122.484,2	659.850,1	34,90	6,48
2014	45.293,3	128.860,2	642.095,2	35,15	7,05
2015	52.962,2	141.311,6	658.701,8	37,48	8,04

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da CONAB (2015b).



A participação do estado de Mato Grosso do Sul na produção de cana-de-açúcar tanto para a região Centro-Oeste como principalmente para o Brasil, no período de 2005 a 2015, também demonstrou crescimento expressivo. Enquanto que no ano de 2005 a produção de cana-de-açúcar do estado correspondia a 25,25% da produção total do Centro-Oeste, no ano de 2015 sua participação foi de 37,48%, ou seja, um aumento de 48,43% em sua participação. No que tange ao Brasil, o crescimento da participação na produção de cana-de-açúcar se torna ainda mais importante, enquanto em 2005, Mato Grosso do Sul representava 2,24% de toda a produção de cana-de-açúcar nacional, no ano de 2015 sua participação aumentou para 8,04%, o que na prática, demonstra um crescimento efetivo de 258,92%.

Da mesma forma que ocorreu o crescimento da produção de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2005 a 2015, pelos mesmos fatores, como os incentivos públicos, a área plantada de cana-de-açúcar no estado expandiu-se significativamente no período analisado. Em 2005 a área plantada de cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul era de 139,1 mil hectares, passando em 2015 para 677,9 mil hectares, um crescimento de 387,35%, conforme demonstra a Figura 3. Dentre um comparativo entre os estados da região Centro Oeste, Mato Grosso do Sul que em 2005 possuía a menor quantidade em área plantada da região, apresentou durante o período o maior crescimento dos estados do Centro-Oeste, seguido de Goiás que expandiu sua área plantada em 348,40% e Mato Grosso, que se destacou pelo fato que em 2005 era o estado da região com a maior área plantada de cana-de-açúcar, com 205,4 mil hectares, apresentando em 2015, 230,3 mil hectares, uma expansão de apenas 12,12% no período.



**Figura 3: Área plantada em mil hectares de cana-de-açúcar entre os estados da região Centro-Oeste no período de 2005 a 2015.**

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da CONAB (2015b).

A expansão da área plantada no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2005 a 2015, não foi significativa somente entre os estados da região Centro-Oeste. Tamaña expansão do estado em 387,35% contribuiu para o crescimento da área total plantada na região, que passou de 546,9 em 2005 para 1.816,20 em 2015, uma expansão de 232,09% no período analisado. Já o Brasil, no mesmo período, expandiu a área plantada de cana-de-açúcar em 53,06%, conforme demonstra a Tabela 2.

**Tabela 2 – Comparação da área plantada (hectares) de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul com o Centro-Oeste e Brasil no período de 2005 a 2015.**

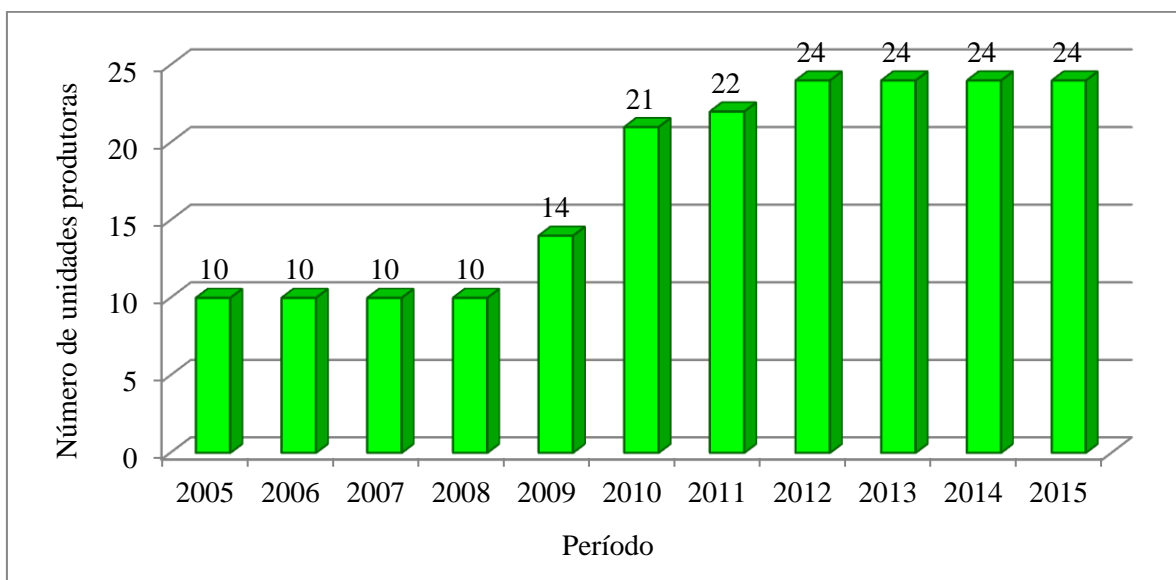
Período	Mato Grosso do Sul	Centro Oeste	Brasil	Participação da área plantada de MS/CO (em percentual)	Participação da área plantada de MS/BR (em percentual)
2005	139,1	546,9	5.877,20	25,43	2,37
2006	160	604,5	6.188,60	26,47	2,59
2007	202,8	710,1	6.963,60	28,55	2,91
2008	275,8	900,8	7.010,21	30,62	3,93
2009	328,2	1.042,70	7.531,00	31,48	4,36
2010	396,16	1.202,50	8.033,60	29,55	4,93
2011	480,86	1.379,40	8.368,40	34,86	5,75
2012	542,7	1.504,11	8.520,54	36,08	6,37
2013	624,11	1.680,36	8.810,79	30,55	7,08
2014	668,3	1.748,50	9.004,50	38,22	7,42
2015	677,9	1.816,20	8.995,50	37,33	7,54

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da CONAB (2015b).

A participação da área plantada de cana-de-açúcar do estado de Mato Grosso do Sul na região Centro-Oeste entre 2005 a 2015, aumentou em 46,75%, passando de 25,43% em 2005 para 37,33% em 2015. Ao retratar o aumento da participação na área plantada nacional, o crescimento da área plantada de cana-açúcar no estado se torna muito mais significativo, pois sua participação no montante total do Brasil passou de 2,37% em 2005 para 7,54% em 2015, o que a princípio pode aparentar ser um valor pequeno, porém o aumento da participação de forma efetiva foi de 218,40%.

Como causa e/ou efeito do aumento tanto da área plantada como produção da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2005 a 2015, o número de unidades produtoras da cultura, mais que dobrou no respectivo período, como bem retrata a Figura 4. Em 2005 o estado possuía 10 unidades produtoras, passando em 2010 para 24 unidades produtoras, estando estável desde então. Tal fato é explicado por Castilho (2013), como consequência fundamental de diretrizes ambientais, assim como direcionamento das

atividades econômicas, ressaltando o Manual de Licenciamento Ambiental (2004), e o Zoneamento Ecológico Econômico (2009) como fatores de suma importância para que houvesse incentivos tanto das instituições públicas como privadas para a expansão de algumas atividades econômicas, entre elas a agroindústria canavieira.



**Figura 4: Número de unidades produtoras de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2005 a 2015.**

Fonte: Elaboração própria com base no trabalho de Castilho (2013); BIOSUL (2015c).

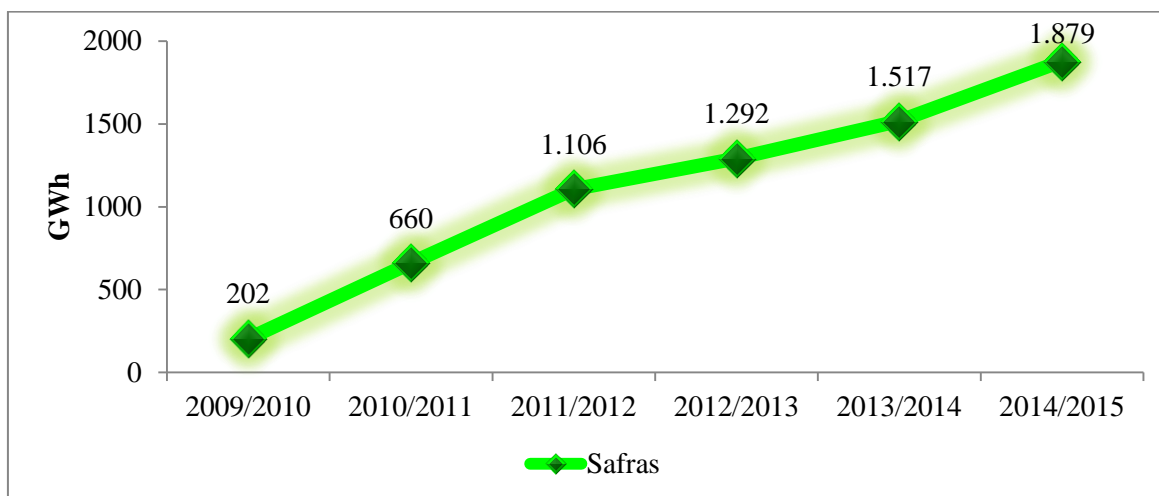
O fato de o número de unidades produtoras de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul ter apresentado tamanho crescimento após 2009, corrobora com o exposto por Castilho (2013) de que a expansão se deu devido a políticas de fomento no estado, sendo essa também a explicação do fator gerador de crescimento tanto da produção, área plantada no período de 2005 a 2015.

#### **4.2 Caracterização da energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul**

Algumas usinas do estado de Mato Grosso do Sul começaram a cogeração de energia elétrica advinda do bagaço de cana-de-açúcar na safra de 2009/2010, apesar de, antes disso, as usinas já serem autossuficientes em eletricidade. Desde que passaram a comercializar energia elétrica, o número cogorado em GWh de energia já aumentou, conforme bem ilustra a Figura 5, em 830,20% até a safra de 2014/2015.

Mato Grosso do Sul expandiu rapidamente sua quantidade cogorada de energia elétrica a partir do bagaço de cana-de-açúcar, e já em 2014 se tornou o terceiro maior

gerador de bioeletricidade do país, sendo responsável por 13,4% de toda a geração de energia elétrica advinda de biomassa que foi comercializada para o Sistema Elétrico Nacional (BIOSUL, 2015d).



**Figura 5: Evolução da cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, (GWh)**

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Biosul (2015d).

Entre a primeira e a segunda safra em que passou a ser cogerar energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, houve um aumento de 226,73%, conforme retratou a Figura 5. Em que a cogeração de energia elétrica passou de 202 GWh para 660 GWh. Nas safras seguintes esse aumento continuou de forma ascendente, porém em menor número, tendo em média um aumento de 31,41%.

No ano de 2016, de acordo com dados da ANEEL (2016), há no estado de Mato Grosso do Sul, vinte e três usinas produtoras de energia elétrica advinda da cana-de-açúcar distribuída entre dezessete municípios, dos quais os municípios de Maracaju e Rio Brillhante se destacam por possuir o maior número de usinas instaladas, sendo três unidades produtoras de energia elétrica através da cana-de-açúcar em seus municípios. O município de Maracaju possui 43.078 mil habitantes e Rio Brillhante possui 34.776 mil habitantes, ambos municípios apresentam um contingente populacional pequeno, quando contraposto, por exemplo, com o município de Dourados, que possui 212.870 mil habitantes. Apesar de Dourados ter um contingente populacional maior que os municípios apresentados, o município possui duas usinas produtoras de energia elétrica advinda da cana-de-açúcar, assim como as cidades de Ponta Porã e Nova Alvorada do Sul, que possuem respectivamente 86.717 e 19.656 mil habitantes, conforme retrata a Tabela 3.

O município de Vicentina se destacou entre os demais municípios do estado de Mato Grosso do Sul, por ser o menor município em números de habitantes a possuir uma usina produtora de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar, possuindo apenas 6.027 mil habitantes. Seguido do município de Angélica que também possui uma usina produtora de energia elétrica advinda da cana-de-açúcar e apresenta um número populacional de 10.149 mil habitantes.

**Tabela 3: Unidades produtoras de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar nos municípios do estado de Mato Grosso do Sul**

Município	Quantidade de usina instalada	Número de habitantes*
Sidrolândia - MS	1	51.355
Naviraí - MS	1	51.535
Maracaju - MS	3	43.078
Rio Brillhante - MS	3	34.776
Aparecida do Taboado -MS	1	24.414
Iguatemi - MS	1	15.637
Nova Andradina - MS	2	50.893
Nova Alvorada do Sul - MS	1	19.656
Angélica - MS	1	10.149
Ponta Porã - MS	2	86.717
Costa Rica - MS	1	19.508
Caarapó - MS	1	28.437
Ivinhema - MS	1	22.928
Chapadão do Sul - MS	1	22.620
Vicentina - MS	1	6.027
Dourados - MS	2	212.870

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da ANEEL (2016); IBGE (2016).

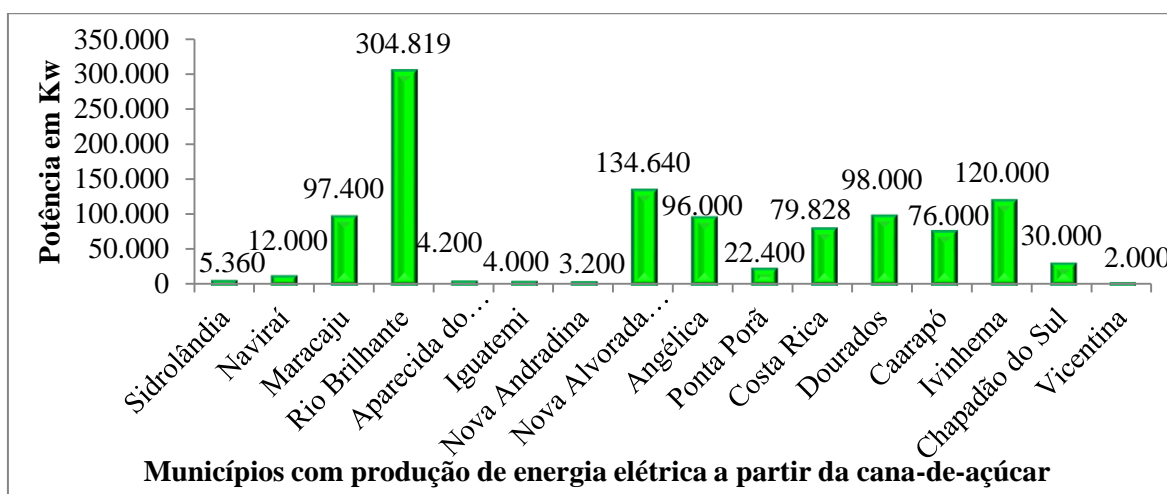
\*População estimada 2015

Dividido entre dezesseis municípios produtores de energia elétrica a partir do bagaço de cana-de-açúcar, o estado de Mato Grosso do Sul possui em 2016 uma totalidade em potência outorgada de 1.089.847 (kW). Cinco municípios do estado se destacam em termos de maior potência outorgada em (kW), sendo elas Rio Brillhante, Nova Alvorada do Sul, Ivinhema, Dourados e Angélica. O município de Rio Brillhante se destaca entre os demais do estado, por ser o produtor do estado com maior potencialidade em (kW), conforme retrata a Figura 6, apresentando um potencial de 304.819 (kW) distribuído entre as três usinas instaladas no município, esse valor representa 27,96% da potência total outorgada no estado.

Nova Alvorada do Sul é o segundo município maior produtor em termos de potencialidade de energia elétrica via biomassa de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, o município possui duas usinas instaladas e totaliza 130.000 (kW) em

potência outorgada, esse valor representa 12,35% do total de potência outorgada a partir da cana-de-açúcar no estado. O município de Ivinhema se destaca como o terceiro do estado com maior potência outorgada em (kW) de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar, apresentando um total de 98.000 (Kw) e representado 11,01% de toda a potência outorgada do estado.

Dourados se destacou entre os municípios de Mato Grosso do Sul que possuem potência outorgada em (kW) de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar, por possuir a quarta maior potência em (kW) do estado, apresentando um total de 98.000 (kW), representando assim, 8,92% do total do estado. Por fim, o município de Angélica, apresentou um total de 96.000 de potência em (kW), e participando com 8,80% da potência outorgada em (kW) a partir da cana-de-açúcar no estado, como demonstra a Figura 6.



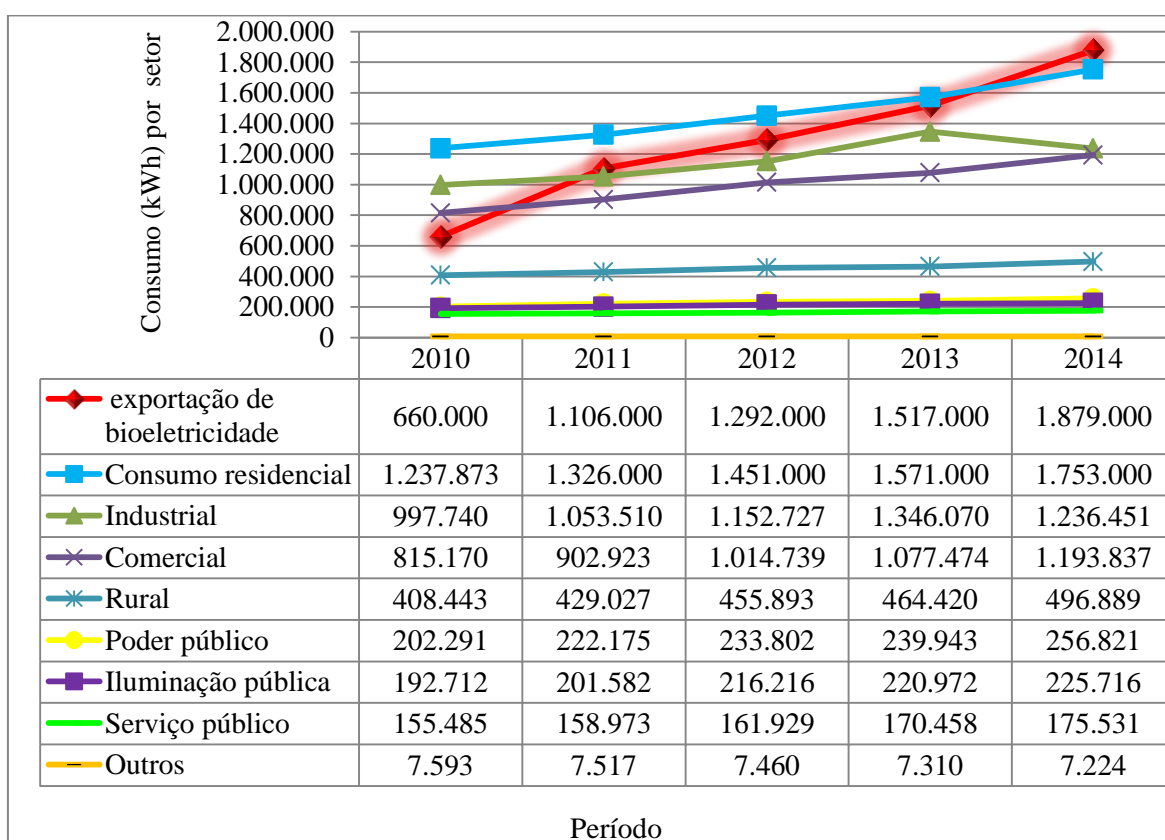
**Figura 6: Potência (kW) outorgada por município produtor de energia elétrica a partir de cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul**

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da ANEEL (2016).

Os municípios de Vicentina, Nova Andradina, Iguatemi, Aparecido do Taboado e Sidrolândia, se destacaram respectivamente entre os municípios do estado de Mato Grosso do Sul, que apresentaram o menor potencial outorgado em (kW) a partir da cana-de-açúcar conforme retratou a Figura 6. O município de Vicentina apresentou o menor potencial outorgado, com 2.000 kW, representando portanto, um pequena porcentagem de 0,18% do potencial outorgado em (kW) a partir da cana-de-açúcar em todo o estado. Seguido de Nova Andradina que possui um potencial outorgado de 3.200 kW, e representa 0,29% do total do estado. Iguatemi apresentou um potencial outorgado de 4.000 kW, portanto representando 0,36% do potencial de todo o estado. Aparecida do Taboado se destacou em quarto lugar, com um potencial outorgado de 4200 kW e participando com 0,38% do total

outorgado no estado. Por fim, o município de Sidrolândia, apresentou um potencial outorgado de 5.360 kW, representando 0,49% do potencial outorgado em (kW) a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul.

Ao comparar a quantidade cogera de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul para o Sistema Elétrico Nacional no período de 2010 a 2014, com o consumo energético por setor no mesmo período, fica claro, conforme retrata a Figura 7, o quão significativo e crescente tem sido essa cogeração. No ano de 2010, o segundo ano em que o estado cogera energia elétrica a partir da cana-de-açúcar, foram despachado 660.00 kWh para o Sistema Elétrico Nacional, essa quantidade já era suficiente para suprir a demanda energética rural no mesmo ano, que era de 408.443 kWh ou até mesmo o somatório da demanda energética do poder público, iluminação pública, serviços públicos e outros que totalizavam 558.083 kWh, e ainda sobriaria.



**Figura 7: Comparação entre o consumo elétrico por setor em GWh e o número de cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar em GWh, no período de 2010 a 2014**

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da (BIOSUL, 2015d; EPE 2015b).

No ano de 2014 a quantidade cogera de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul para o Sistema Elétrico Nacional, foi de 1.879.000

kWh, como retratou a Figura 7, tamanho foi o aumento da cogeração, que essa quantidade já era suficiente para atender todas as residências do estado nesse ano, em que seu consumo fora de 1.753.000 kWh. A quantidade cogorada neste ano também poderia ser utilizada para atender a demanda elétrica de outros setores ao invés do residencial, como as indústrias do estado, ou a do comércio ou até mesmo o somatório da demanda energética rural, do poder público, da iluminação pública, dos serviços públicos e outros, que totalizaram em 2014 um consumo de 1.162.181 kWh, restando ainda 716.819 kWh o que denota a importância que a energia elétrica gerada a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul apresenta.

Ao analisar a evolução de consumo total de energia elétrica em Gwh e comparar com a evolução da cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2010 a 2014, nota-se que a cogeração de energia elétrica aumentou em termos proporcionais muito mais significativamente que o consumo no período, como retrata a Tabela 4. Enquanto que a bioeletricidade expandiu sua cogeração em 184% nesse período, passando de 660 Gwh em 2010 para 1.879 Gwh em 2014, o consumo de energia elétrica aumentou em 33,05%, passou de 4.017 Gwh em 2010 para 5.345 Gwh em 2014.

**Tabela 4: Comparação entre o consumo elétrico total em Gwh e a cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2010 a 2014**

Período	Consumo (Gwh) total	Exportação de bioeletricidade (Gwh)
2010	4.017	660
2011	4.302	1.106
2012	4.693	1.292
2013	5.097	1.517
2014	5.345	1.879

Fonte: Elaboração própria com base nos dados (BIOSUL, 2015d; EPE, 2015b)

A capacidade que a cogeração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar possui para suprir o consumo elétrico total do estado de Mato Grosso do Sul também aumentou no período de 2010 a 2015 como demonstrou a Tabela 4. Em 2010, a quantidade cogorada de energia elétrica para o Sistema Elétrico Nacional representava 16,43% do consumo total de energia elétrica em Gwh do estado. Em 2014, esse valor aumentou para 35,15%, o que equivale a um aumento de 114,09% no período analisado. Portanto em 2014, a energia elétrica gerada a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, já era suficiente para abastecer 35,15% de todo o consumo elétrico do estado.



### 4.3 Custo de produção da geração de bioeletricidade a partir da cana-de-açúcar, vantagens, incentivos e entraves

Ao analisar os custos para a geração de energia elétrica no Brasil entre algumas fontes energéticas e compara-las com os custos para gerar eletricidade por intermédio da cana-de-açúcar, conforme demonstra a Tabela 5, se torna plausível a competitividade que a mesma apresenta em relação às outras. Entre as fontes renováveis aqui analisadas a Biomassa apresenta o menor custo de instalação de R\$ 3.000,00 por cada kW gerado, principalmente quando comparada com as pequenas centrais hidrelétricas, que se destacou por ter o custo mais alto de instalação, no valor de R\$ 5.000,00 por Kw gerados e sem previsão de quedas em seus custos nos próximos dez a quinze anos, apenas de estabilização.

**Tabela 5: Comparação de custos para geração de energia elétrica no Brasil**

Fonte	Custo de instalação (R\$/Kw)	Custo Nivelado Aproximado (R\$/Kw) (desconto de 10%)		Tendência de evolução de custo nos próximos 10-15 anos
		Mínimo	Maximo	
Usina Hidrelétrica de Energia	R\$ 3.450,00	R\$ 60,63	R\$ 101,35	aumentar
Pequenas Centrais Hidrelétrica	R\$ 5.000,00	R\$ 112,47	R\$ 161,96	estabilizar
Eólica	R\$ 3.350,00	R\$ 89,00	R\$ 118,00	baixar
Biomassa (cana-de-açúcar)	R\$ 3.000,00	R\$ 91,00	R\$ 131,00	baixar
Nuclear	R\$ 3.000,00	R\$ 155,00	R\$ 192,68	aumentar
Gás natural em ciclo combinado	R\$ 3.000,00		R\$ 173,58	baixar
Carvão pulverizado nacional	R\$ 2.750,00		R\$ 133,55	Estabilizar

Fonte: Elaboração própria com base no WWF (2012).

O custo nivelado de energia, analisa a média de todos os custos em reais para produzir cada kW de energia elétrica, possuindo uma variação de erro de 10% para mais ou para menos, estes custos englobam o investimento inicial, o custo de manter o empreendimento, assim como o de operação, insumos entre outros (WWF, 2012). As usina hidrelétricas apresentam o menor custo nivelado para produzir um kW, como demonstrou a Tabela 5, sendo R\$ 60,63 o mínimo gasto para a produção e R\$ 101,35 o máximo, em contrapartida seus custos tendem a aumentar nos próximos dez a quinze anos devido as localizações em que são instaladas essas usinas, que em geral estão mais distantes dos centros consumidores e o seu custo de instalação é de R\$ 3.450,00, valor alto quando comparado por exemplo com a biomassa de cana-de-açúcar .

A geração de energia elétrica advinda da biomassa de cana-de-açúcar se destaca por ser entre as fontes energéticas renováveis analisadas a que apresenta o menor custo de instalação (Tabela 5), sendo R\$ 3.000,00 por Kw, apesar de seus custos nivelados não serem os menores, em que o mínimo é R\$ 91,00 e o máximo R\$ 131,00 a tendência é que seus custos baixem nos próximos dez a quinze anos devido ao desenvolvimento do setor, assim como a inserção de novas tecnologias. A energia nuclear apesar de possuir o mesmo custo de instalação que a biomassa de cana-de-açúcar, porém, não é uma fonte renovável, e seus custos nivelados para produzir um Kw são os mais altos, sendo o mínimo de R\$ 155,00 e o máximo de R\$ 192,68 e devido a tendência de maiores restrições para gerar energia por meio dessa fonte e a menores vendas de sistemas nucleares, os seus custos tendem a aumentar nos próximos dez a quinze anos (WWF, 2012).

A principal vantagem ao uso da biomassa de cana-de-açúcar no Brasil, e, por conseguinte, no estado de Mato Grosso do Sul para geração de energia elétrica se dá pelo fato de a mesma ser produzida no período da seca no país, capacitando tal fonte como uma excelente complementaridade a principal fonte de geração de eletricidade nacional, que se dá por meio das usinas hidrelétricas. Fora isso, à contribuição para a diminuição de emissões de gases poluentes que causam o efeito estufa, o fato de o país já possuir experiência na indústria canavieira, a geração de emprego e renda no campo, o incentivo causado à indústria de bens e capital, além de poupar divisas, visto que o coeficiente de importação é quase zero, devido à maturidade do setor (NOVACANA, 2016).

Os incentivos e fomentos as fontes de geração de energia renovável, apesar de ainda carecer, vem aumentando significativamente desde a década de 1990. Para o uso da biomassa, assim como para as demais fontes alternativas renováveis, o governo vem apresentando vários projetos para fomentá-las e aumentar suas participações na matriz energética nacional. Dentre os principais cabe resaltar de forma sucinta o:

- **PROINFA** - Programa de Incentivos as Fontes Alternativas de Energia Elétrica, criado no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, sendo revisado e alterado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, têm como objetivo a instalação de 1.100 MW de projetos de biomassa (além de outras renováveis), sendo essa energia comprada pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) com contratos de 20 anos que serão contados no momento em que começar a operar (PROINFA, 2016).
- **Leilões Específicos:** Processos licitatórios que visam contratar energia elétrica que sejam suficientes para manter o atendimento da demanda futura no Ambiente de

Contratação Regulada – ACR (mercado das distribuidoras). No que tange a energia advinda da biomassa, cabe aqui ressaltar, o leilão específico A-5 2016, que tem por objetivo contratar energia elétrica a ser entregue no mercado a partir de 1º de janeiro de 2021, tendo nesse leilão inscritos 47.618 megawatts, desses 3.019 megawatts são provenientes da biomassa com 63 projetos inscritos. Somente para o estado de Mato Grosso do Sul há 13 projetos inscritos, com oferta de 706 megawatts (EPE, 2015a).

- **Desconto na TUSD/TUST:** Para incentivar a geração de energia elétrica renovável são dados 50 e 100% de desconto nas tarifas de uso dos sistemas de transmissão – TUSD e TUST. No caso da biomassa, será dado o desconto para empreendimentos com potência menor ou igual que 30.000 megawatts, sendo possível receber o desconto de 50%, pois o de 100% só se aplica a empreendimentos que utilizam no mínimo, 50% de biomassa composta de resíduos sólidos urbanos e/ou de biogás de aterro sanitário ou biodigestores de resíduos vegetais ou animais, bem como lodos de estações de tratamento de esgoto (ANEEL, 2011).
- **Instalações Compartilhadas de Geração – ICGs:** permite organizar grupo de geradores na contratação dos serviços de transmissão de eletricidade, para que seja dividido o custo para o acesso a rede básica (ANEEL, 2011).
- **Geração Distribuída – GD:** De acordo com a ANEEL é a fonte pela qual o consumidor brasileiro desde o ano de 2012, pode gerar energia elétrica a partir de fontes renováveis e fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da micro e da minigeração distribuídas de energia elétrica como é o caso da biomassa de cana-de-açúcar (ANEEL, 2016).
- **Contratação com Consumidor Especial:** Têm direito as fontes energéticas incentivadas, como é o caso da biomassa, quando a demanda contratada for entre 500 KW a 3.000KW. Além de possuir desconto no TUSD E TUST, pode retornar para o mercado cativo cinco anos a partir da solicitação da migração (CPFL, 2016).

O entrave que prevalece à expansão da geração de energia elétrica a partir da biomassa de cana-de-açúcar no Brasil consequentemente no estado de Mato Grosso do Sul, é a forma legislativa que é praticada para que essa fonte seja distribuída ao Sistema Elétrico Nacional, que é feito por meio de leilões. Nos leilões a maioria das fontes escolhidas é baseada nos custos de geração da energia, o que causam um equívoco, pois o custo para chegar ao mercado consumidor em muitos dos casos podem ser maior (NOVACANA, 2015c).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo central analisar a produção de bioeletricidade a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, em relação à evolução da agroindústria canavieira no estado, entre o período de 2005 a 2015 e a evolução da bioeletricidade no período de 2009 a 2015. A agroindústria canavieira foi analisada por meio da quantidade produzida e a área plantada de cana-de-açúcar, e em ambas a expansão foi significativa. O estado de Mato Grosso do Sul aumentou sua produção de cana-de-açúcar no período analisado em 440,48%, e passou a participar com 8,04% da produção brasileira total de cana-de-açúcar. A área plantada do estado aumentou em 387,35% entre 2005 a 2015 e passou a responder em 2015 por 7,54% de toda área plantada brasileira de cana-de-açúcar.

A evolução da bioeletricidade a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul, assim como a agroindústria canavieira, também apresentou um crescimento significativo. Embora o tempo analisado tenha sido menor, devido à exportação de bioeletricidade no estado começar a se dar somente na safra de 2009/2010, o aumento da quantidade exportada de bioeletricidade foi de 830,20% até a safra de 2014/2015. Em 2014, a quantidade exportada de bioeletricidade a partir da cana-de-açúcar em Gwh já era suficiente para abastecer 35,15% do consumo energético total do estado de Mato Grosso do Sul.

Com a tendência de contínua expansão da agroindústria canavieira no estado de Mato Grosso do Sul, somada as constantes crises energéticas que o Brasil têm enfrentado, mais as políticas para fomentar a diversificação da matriz energética brasileira, a bioeletricidade a partir da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul tende a crescer cada vez mais, como foi mostrado ao longo do trabalho. Só com o leilão A-5 2016, o estado já possui 13 projetos inscritos, que geraram uma oferta adicional de bioeletricidade de 706 megawatts.

Ao fim deste trabalho, conclui-se que a utilização do bagaço da cana-de-açúcar para gerar energia elétrica no estado do Mato Grosso do Sul, apesar de recente, têm apresentado significativa expansão, com tendência de crescimento no médio prazo. Em que, cabe ao governo promover um número maior de incentivos públicos para fomentar a adoção dessa fonte energética no estado, como já fora feito antes com a agroindústria canavieira e que, como o trabalho demonstrou, obteve êxito

## 6. REFERÊNCIAS

AGRON. **Bioeletricidade a partir da cana é alternativa**. 2013. Entrevista com o presidente da BIOSUL. Disponível em: <<http://www.agron.com.br/publicacoes/noticias/noticia/2013/03/07/032620/bioeletricidade-a-partir-da-cana-e-alternativa.html>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

ANDRADE, Manoel Correia de. **Modernização e Pobreza: A expansão da agroindústria canavieira e seu impacto ecológico e social**. São Paulo - SP: Unesp, 1994. 257 p.

ANEEL. **ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL**. Brasília: Aneel, 2002. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2015.

\_\_\_\_\_. **Uso da Biomassa na Geração de Energia**. 2011. Disponível em: <<http://www.relop.org/eventos/Documents/IV/ANEEL - Rui Altieri Silva.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. **BANCO DE INFORMAÇÃO DE GERAÇÃO: Capacidade de Geração do Estado MATO GROSSO DO SUL**. 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/GeracaoTipoFase.asp?tipo=0&fase=3&UF=MS:MATO GROSSO DO SUL>>. Acesso em: 02 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. **Geração Distribuída**. 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

ARANHA, José Aparecido Moura et al. Cogeração com bagaço de cana-de-açúcar: aspectos da sustentabilidade no Mato Grosso do Sul. In: ECAECO, 6., 2013, Ponta Porã - Ms. **Anais...**. Ponta Porã: Ecaeco, 2013. p. 1 - 15. Disponível em: <<http://periodicos.uems.br/novo/index.php/ecaeco/article/viewFile/4195/1717>>. Acesso em: 01 ago. 2015.

BALBINO, Valdir Antonio. **AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA E DESENVOLVIMENTO LOCAL: UMA ANÁLISE PARA O MUNICÍPIO DE CAARAPÓ (MS)**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronegócio, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2014.

BEN. **Balanco Energético Nacional**. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética - Epe, 2015. 61 p. Síntese. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese do Relatório Final\\_2015\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese do Relatório Final_2015_Web.pdf)>. Acesso em: 18 out. 2015.

BITTENCOURT, Jeison Márcio. **PERSPECTIVA DO USO DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**. 2008. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenheiro de Produção e Sistemas. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville – SC, 2008. Disponível em: <[http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/tgeps/2008-02/2008\\_2\\_tcc05.pdf](http://www.producao.joinville.udesc.br/tgeps/tgeps/2008-02/2008_2_tcc05.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2015.

BIOSUL (Campo Grande) (Ed.). **Mato Grosso do Sul passa a ser o 4º maior Estado produtor de cana no Brasil**. 2015a. Disponível em:

<<http://www.biosulms.com.br/noticias/industria/mato-grosso-do-sul-passa-a-ser-o-4o-maior-estado-produtor-de-cana-no-brasil-95.html>>. Acesso em: 21 maio 2015.

\_\_\_\_\_. **Setor sucroenergético de MS gerou o maior número de empregos no semestre.** 2015b. Disponível em: <<http://www.biosulms.com.br/noticias/industria/setor-sucroenergetico-de-ms-gerou-o-maior-numero-de-empregos-no-semester-134.html>>. Acesso em: 22 out. 2015.

\_\_\_\_\_. **Mapa da bioenergia.** 2015c. Disponível em: <<http://www.biosulms.com.br/bioenergia>>. Acesso em: 13 maio 2015.

\_\_\_\_\_. **EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOELETRICIDADE EM MS (GWh).** 2015. Disponível em: <[http://www.biosulms.com.br/\\_arquivos/resultado/2089124500559145b53a9a89.90379797.pdf](http://www.biosulms.com.br/_arquivos/resultado/2089124500559145b53a9a89.90379797.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2015d.

BP ENERGY. **BP Energy Outlook 2035 mostra crescimento da demanda de energia global em menor ritmo, apesar dos aumentos impulsionados pelas economias emergentes.** 2016. Disponível em: <[http://www.bp.com/pt\\_br/brazil/sala-de-imprensa/noticias/press-release--outlook-2035.html](http://www.bp.com/pt_br/brazil/sala-de-imprensa/noticias/press-release--outlook-2035.html)>. Acesso em: 20 jan. 2015.

BRAY, Sílvio Carlos; FERREIRA, Enéas Rente; RUAS, Davi Guilherme Gaspar. **As Políticas da Agroindústria Canavieira e o Proálcool no Brasil.** Marília: UNESP Marília Publicações, 2000. 104 p.

CANAONLINE. **Colheita de cana na Índia, segundo maior produtor de cana do mundo.** 2014. Disponível em: <<http://www.canaonline.com.br/conteudo/colheita-de-cana-na-india-segundo-maior-produtor-de-cana-do-mundo.html#.VYtJbvlViko>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

CARDOSO, Bruno Monteiro. **Uso da Biomassa como Alternativa Energética.** 2012. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005044.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2015.

CASTILHO, Fabio Roberto. **A EXPANSÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL: CARACTERÍSTICAS E CRESCIMENTO.** 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronegócios, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013. Disponível em: <<http://www.ufgd.edu.br/face/mestrado-agronegocios/downloads/dissertacao-fabio-roberto-castilho>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

CASTRO, César Nunes de. **A AGROPECUÁRIA NA REGIÃO CENTRO-OESTE: LIMITAÇÕES AO DESENVOLVIMENTO E DESAFIOS FUTUROS.** Rio de Janeiro: Ipea, 2014. 41 p. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2655/1/TD\\_1923.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2655/1/TD_1923.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2014.

CASTRO, Nivalde José de; GOLDENBERG, Paula. **Indicadores do Setor Elétrico na América do Sul: Evolução e Análise**. Rio de Janeiro: Gesel, 2008. 30 p.

CASTRO, Nivaldo José de; BRANDÃO, Roberto; DANTAS, Guilherme de Azevedo. **Importância e perspectivas da bioeletricidade sucroenergética na matriz elétrica brasileira**. 2009

CEMIG. **Alternativas Energéticas: UMA VISÃO CEMIG**. Belo Horizonte: Cemig, 2012. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/inovacao/Alternativas\\_Energeticas/Documents/Alternativas\\_Energéticas\\_-\\_Uma\\_Visao\\_Cemig.pdf](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/Alternativas_Energéticas_-_Uma_Visao_Cemig.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2015.

CONAB. . **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA: CANA-DE-AÇÚCAR**. Brasília: Conab, 2015a. 38 p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_12\\_17\\_12\\_15\\_58\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_2o\\_lev\\_-\\_15-16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_12_17_12_15_58_boletim_cana_portugues_-_2o_lev_-_15-16.pdf)>. Acesso em: 31 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. **LEVANTAMENTO DE SAFRA**. 2015b. Com base nesta página foram selecionados os dados de 2005 a 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CPFL. **MERCADO LIVRE**. 2016. Disponível em: <<http://www.cpfl.com.br/unidades-de-negocios/comercializacao/cpfl-brasil/mercado-livre/Paginas/quem-pode-participar.aspx>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

DOMINGUES, Alex Torres. O setor agroindustrial canavieiro no Mato Grosso do Sul: desdobramentos e perspectivas. **Tamoios**, Brasil, n 2 , p.21-36, jan. 2011.

DW NOTICÍAS: **1980: ONU institui Década da Água Potável**. 2015. Disponível em: <<http://www.dw.de/1980-onu-institui-década-da-água-potável/a-401318>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2014**. Brasília, 2014. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anuário\\_Estatístico\\_de\\_Energia\\_Elétrica\\_2014.pdf](http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anuário_Estatístico_de_Energia_Elétrica_2014.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2015

\_\_\_\_\_. **Mais de mil projetos são cadastrados para Leilão A-5 2016**. Rio de Janeiro: Epe, 2015a. 3 p. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leilão\\_de\\_Energia\\_A-5\\_2016/Release\\_Cadastrados\\_Leilão\\_A-5\\_2016.pdf](http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leilão_de_Energia_A-5_2016/Release_Cadastrados_Leilão_A-5_2016.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015**. Brasília, 2015b. 232 p. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anuário\\_Estatístico\\_de\\_Energia\\_Elétrica\\_2015.pdf](http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anuário_Estatístico_de_Energia_Elétrica_2015.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2015.

FAPESP; ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIA; INTER ACADEMY COUNCIL. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho**. Rio de Janeiro: Fapesp, 2007. 301 p. Tradução do reletório: Lighting the way: Toward a sustainable energy future. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2015.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. 17. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1980. 248 p.

G1, Globo. **Crise da água pesa na conta de luz e eleva ainda mais a inflação**. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/crise-da-agua/noticia/2015/03/crise-da-agua-pesa-na-conta-de-luz-e-eleva-ainda-mais-inflacao.html>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo - Sp: Atlas S.A, 2008.

GADELHA, Sérgio R. B; CERQUEIRA, Renata. M.G. Tesouro Nacional. **Consumo de Eletricidade e Crescimento Econômico no Brasil, 1952-2010: Uma Análise de Causalidade**. Brasília: Tesouro Nacional, 2013. 23 p. Disponível em: <[http://www.tesouro.fazenda.gov.br/documents/10180/210570/TD16\\_2013.pdf](http://www.tesouro.fazenda.gov.br/documents/10180/210570/TD16_2013.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2015.

GELLER, H.S. **Revolução Energética: Políticas para um Futuro Sustentável**. Relume Dumará, Rio de Janeiro, 2003. 299 p..

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlim; REIS, Lineu Belico dos. **Energia e Meio Ambiente**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 764 p. Tradução da 5ª ed. norte americana por Lineu Belico dos Reis.

IBGE. **Contas Regionais: Cinco estados concentram 65,2% do PIB em 2011**. 2014. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?busca=1&id=1&idnoticia=2522&view=noticia>>. Acesso em: 27 out. 2014.

\_\_\_\_\_. **Cidades**. 2016. Com base nessa páginas foram selecionado os dados para cada cidade. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

IEA, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (Paris). **Key World Energy STATISTICS**. Cedex: Iea, 2014. 82 p. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2015.

IRENA, INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **remap 2030: A Renewable Energy Roadmap**. Abu Dhabi: Irena, 2014. 188 p. Disponível em: <[http://www.irena.org/remap/REmap\\_Report\\_June\\_2014.pdf](http://www.irena.org/remap/REmap_Report_June_2014.pdf)>. Acesso em: 28 jun. 2015.

JANNUZZI, G. e SWISHER, J.. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: Meio Ambiente, Conservação de Energia e Fontes Renováveis**. Campinas: Editora Autores Associados, 1997.

LEAL, Stella Tosta et al. **A expansão do setor sucroalcooleiro no estado do Mato Grosso do Sul**. In: SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 52., 2014, Goiânia - Go. ARTIGO. Goiânia: Sober, 2014. p. 1 - 19



LOBO, Camila da Silva. **A IMPORTÂNCIA DA COGERAÇÃO UTILIZANDO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO FORMA DE DIVERSIFICAÇÃO DA MATRIZ ELÉTRICA**. 2013. 118 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MAPA. **Cana de Açúcar**. 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em: 13 out. 2014.

\_\_\_\_\_. **PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA: 2006 - 2011**. Brasília: Mapa, 2006. 114 p. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Ministerio/planos\\_e\\_programas/PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/planos_e_programas/PLANO_NACIONAL_DE_AGROENERGIA.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2015.

MARCOVITCH, Jacques. **CERTIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE CRÍTICA**. São Paulo: Sbd/fea/usp, 2012. 149 p.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. (Org.). **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: Mme - Ministério de Minas e Energia, 2007. 324 p. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139260/Plano+Nacional+de+Energia+2030+\(PDF\)/ba957ba9-2439-4b28-ade5-60cf94612092?version=1.1](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139260/Plano+Nacional+de+Energia+2030+(PDF)/ba957ba9-2439-4b28-ade5-60cf94612092?version=1.1)>. Acesso em: 17 out. 2015.

MURPHY JUNIOR, T.w.. Além dos Combustíveis Fósseis: Avaliando Alternativas de Energia. In: ASSADOURIAN, Erik; PRUGH, Tom. **A Sustentabilidade Ainda é Possível?** Washington: Uma - Universidade Livre da Mata Atlântica, 2013. Cap. 9. p. 106-117. Tradução: Jorge Luis Ritter von Kostrisch.. Disponível em: <<http://www.akatu.org.br/Content/Akatu/Arquivos/file/EstadoMundo2013web.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

NOVACANA.COM (Brasil). **A produção de cana-de-açúcar no Brasil (e no mundo)**. 2015a. Disponível em: <<http://www.novacana.com/cana/producao-cana-de-acucar-brasil-e-mundo/>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. **Produção de açúcar na Índia cresce 14% na safra 2014/15**. 2015b. Disponível em: <<http://www.novacana.com/n/acucar/exportacao/producao-acucar-india-cresce-safra-030315/>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. **Secretário de SP admite entraves para compra de energia a partir da biomassa**. 2015c. Disponível em: <<http://www.novacana.com/n/cogeracao/mercado/secretario-sp-entraves-compra-energia-biomassa-070815/>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. **Vantagens da bioeletricidade do bagaço de cana para o Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.novacana.com/estudos/vantagens-da-bioeletricidade-do-bagaco-de-cana-para-o-brasil-120913/>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

PIMENTEL, Fernando. **O fim da era do petróleo e a mudança do paradigma energético mundial: perspectivas e desafios para a atuação diplomática brasileira**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2011. 236 p. Disponível em: <<http://funag.gov.br/loja/download/838->

Fim\_da\_Era\_do\_Petroleo\_e\_a\_Mudanca\_do\_Paradigma\_Energetico\_Mundial\_O.pdf>. Acesso em: 15 set. 2015.

PROINFA. **Energias Renováveis no Brasil**. 2015. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/Energias\\_Renovaveis.html](http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/Energias_Renovaveis.html)>. Acesso em: 15 out. 2015.

PORTO, Silvio Isopo; OLIVEIRA NETO, Aroldo Antonio de; SOUSA, Francisco Olavo Batista de. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-Açúcar. **Conab**. Brasil, p. 1-19. ago. 2013. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_08\\_08\\_09\\_39\\_29\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_abril\\_2013\\_1o\\_lev.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_08_09_39_29_boletim_cana_portugues_-_abril_2013_1o_lev.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2014.

REIS, João Gilberto Mendes dos et al. **Desenvolvimento do Setor Sucroenergético no Estado de Mato Grosso do Sul: Impactos e Benefícios da Geração de Energia a Partir da Produção de Cana-de- Açúcar**. In: INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES, 4., 2013, São Paulo. ARTIGO. São Paulo: Academic Work, 2013. p. 1 - 9.

RICARDO, Gustavo Henrique Paro. **Uso da Biomassa da cana-de-açúcar para geração de energia elétrica**. 2010. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SANTOS, Ângelo Augusto Gomes dos et al. **Centrais termelétricas à biomassa no mato grosso do sul: uma “luz” para o problema da matriz energética**. In: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 52., 2014, Goiânia - GO. ARTIGO. Goiânia: SOBER, 2014. p. 1 - 16.

SEMAD. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. **Industrialização da cana-de-açúcar gera 30 mil empregos em Mato Grosso do Sul**. 2015. Disponível em: <<http://www.semade.ms.gov.br/industrializacao-da-cana-de-acucar-gera-30-mil-empregos-em-mato-grosso-do-sul/>>. Acesso em: 17 out. 2015.

SHIKIDA, Pery Francisco Assis. Expansão Canavieira no Centro-Oeste: Limites e Potencialidades. **Política Agrícola**, Brasília - DF, v. 2, n. 22, p.122-137, 2013. Trimestal.

SILVA, William Ferreira da. **O ESPAÇO PRODUTIVO DOS GRÃOS E DA CANA-DE-AÇÚCAR NO CERRADO DO CENTRO-OESTE-DOI 10.5216/bgg. v33i1. 23637. Boletim Goiano de Geografia**, v. 33, n. 1, p. 107-128, 2013. Disponível em:< <http://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/27100>>. Acesso em 02 nov. 2014.

SILVA, Wilson Damatto da. **A cogeração de energia elétrica a partir da biomassa inserida na matriz energética brasileira**. 2009. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

SIMONETTI, Mirian Cláudia Lourenção. **A (in)sustentabilidade do desenvolvimento: Meio ambiente, agronegócio e movimentos sociais**. Marília: Cultura Acadêmica, 2011.

SOUZA, Nali de Jesus de. **Desenvolvimento econômico**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA, Eduardo L. Leão de; MACEDO, Isaias de Carvalho. **ETANOL E BIOELETRICIDADE: A CANA-DE-AÇÚCAR NO FUTURO DA MATRIZ ENERGÉTICA**. São Paulo: Unica, 2010.

UCZAI, Pedro Relator; TAVARES, Wagner Marques; QUEIROZ FILHO, Alberto Pinheiro de. **Energias renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade**. Câmara dos Deputados, 2012.

UDOP (Org.). **Brasil é o sétimo maior investidor em energia renovável**. 2015a. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1123941>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. **Capacidade Instalada por Estado**. 2015b. Disponível em: <[http://www.udop.com.br/download/estatistica/biomassa/13ago15\\_capacidade\\_instalada\\_estados.pdf](http://www.udop.com.br/download/estatistica/biomassa/13ago15_capacidade_instalada_estados.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2015.

UNICA. **Cana de açúcar**. 20 UNICA. **Indústria Brasileira da Cana-de-açúcar: Uma trajetória de evolução**. 2015. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/linhadotempo/index.html>>. Acesso em: 01 nov. 2014b. 14. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/faq/>>. Acesso em: 28 set. 2014.

\_\_\_\_\_. **Maior produtor mundial de cana-de-açúcar**. 2016. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/faq/>>. Acesso em: 31 jan. 2016.

URSAIA, Guilherme Crippa; GUERRA, José Baltazar Salgueirinho Osório de Andrade; YOUSSEF, Youssef Ahmad. **As energias renováveis no Brasil: entre o mercado e a universidade**. Palhoça: Unisul, 211. 118 p. Disponível em: <[http://www.jelare-project.eu/Downloads/Energias\\_Renovaveis\\_no\\_Brasil.pdf](http://www.jelare-project.eu/Downloads/Energias_Renovaveis_no_Brasil.pdf)>. Acesso em: 31 out. 2015.

VIEIRA, A. P. et al. **O CENTRO-OESTE BRASILEIRO COMO FRONTEIRA AGRÍCOLA**. 2005. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Vol. 43. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/2/621.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2014.

WISSMANN, Martin Airton et al. Evolução do cultivo da cana-de-açúcar na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau, v. 1, n. 2, p.95-117, 10 jul. 2014. Disponível em: <[file:///C:/Documents and Settings/Informatica/Meus documentos/Downloads/4165-14753-1-PB \(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Informatica/Meus%20documentos/Downloads/4165-14753-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2014.

WWF. **Além de grandes hidrelétricas: Políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil**. Brasília: Wwf, 2012. 44 p. Disponível em: <[http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/alem\\_de\\_grandes\\_hidreletricas\\_sumario\\_para\\_tomadores\\_de\\_decisao.pdf](http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/alem_de_grandes_hidreletricas_sumario_para_tomadores_de_decisao.pdf)>. Acesso em: 05 jan. 2015.