

ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO EM LARGA ESCALA NA FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, PROVENIENTE DA UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA E SEU IMPACTO NA COMPENSAÇÃO DA ENERGIA COMPRADA NA CONCESSIONÁRIA LOCAL

Paulo Roberto Nunes Ferreira¹

Humberto Rodrigues Macedo²

Joel Carlos Zukowski Júnior³

RESUMO

A autoprodução de energia traz consigo desafios que permeiam a atual discussão sobre o bem-estar social. A diminuição de investimentos de grande dispêndio econômico em usinas hidrelétricas e linhas de transmissão distantes dos grandes centros consumidores. A possibilidade de deslocar tais recursos para áreas mais carentes da sociedade, tais como: educação e saúde. Neste sentido, a utilização da Geração Distribuída de Energia através da biomassa, escopo do nosso projeto, favorece a construção de uma sociedade comprometida com o desenvolvimento humano, sem perder de vista as questões de ordem ambiental, e a promoção de mecanismos que permitam aliar políticas de desenvolvimento com sustentabilidade. Adicionalmente, tem-se o sequestro de carbono oriundo do cultivo de biomassa, contra as dificuldades ambientais de se construírem grandes usinas hidrelétricas ou termelétricas, e linhas de transmissão que ultrapassam os 2.000 km. O sistema de compensação de energia elétrica, aprovado por lei, permite de forma conjugada, utilizar a produção local de biomassa para a produção de energia ativa a ser injetada na rede de distribuição para que haja a compensação através do crédito em quantidade de energia ativa, a ser consumida por um prazo determinado de 60 (sessenta) meses. A partir de tais avaliações e tomando como base a infraestrutura existente na Universidade Federal do Tocantins (UFT), podemos implantar paulatinamente uma geração distribuída, capaz de satisfazer a atual demanda do insumo por energia elétrica desta unidade de consumo, utilizando a usina flexível existente e a biomassa de batata-doce. A batata-doce tem sido objeto de pesquisas e melhorias genéticas na UFT, com resultados expressivos, como para a variedade DUDA, que se estima uma produtividade entre 300 a 400 litros de Etanol por tonelada. A precipitação média anual de 1.844 mm do Estado do Tocantins, se enquadra dentro das necessidades para o cultivo da batata-doce. Outra grande vantagem da implantação em larga escala da Geração Distribuída, conforme este trabalho, seria a economia superior a R\$ 68.000,00 (Sessenta e oito mil reais) por ano, além da geração de emprego e renda com o cultivo da batata-doce na região. Contudo, para a sua efetivação, a aquisição de equipamentos e ajustes de produção na usina existente precisam ser adequados. Trata-se, portanto, de um estudo, e que para a sua plena implantação demandará de apoio financeiro e de sistematização de processo.

¹ Engenheiro Eletricista da UFT, Mestrando em Agroenergia. Prof. na Católica do Tocantins.

² Prof. Esp. IFTO Palmas, Mestrando em Agroenergia.

³ Prof. Dr. UFT Palmas, Programa de Agroenergia.

Palavras chave: Batata-doce. Bioetanol. Geração Distribuída.

ABSTRACT

Self-production of energy brings challenges that permeate the current discussion of social welfare. The reduction of investments of great economic expense in hydroelectric plants and transmission lines distant from the great consumer centers. The possibility of transferring these resources to the most disadvantaged areas of society, such as: education and health. In this sense, the use of Distributed Energy Generation through biomass, the scope of our project, favors the construction of a society committed to human development, without losing sight of environmental issues and promoting mechanisms for public policies, allied with sustainable development and there is the sequestration of carbon from the biomass crop, against the environmental difficulties of building large hydroelectric or thermoelectric plants, and transmission lines that exceed 2,000 km. The electricity compensation system, approved by law, allows the use of local production of biomass for the production of active energy to be injected into the distribution network, so that there is compensation through credit in quantity of active energy, to be consumed for a determined period of 60 (sixty) months. Based on these assessments and based on the existing infrastructure at the Federal University of Tocantins (UFT), we can gradually implement a distributed generation, capable of satisfying the current demand for the electricity consumption of this unit of consumption, using the flexible power plant and sweet potato biomass. Sweet potatoes have been the subject of research and genetic improvements at the UFT, with expressive results, such as the DUDA variety, which estimates a productivity between 300 and 400 liters of ethanol per ton. The average annual rainfall of 1844 mm in the state of Tocantins falls within the requirements for the cultivation of sweet potatoes. Another great advantage of the large-scale deployment of Distributed Generation, according to this paper, would be the economy of over R\$ 68,000.00 (sixty-eight thousand reais) per year, besides the generation of jobs and income with the cultivation of sweets potatoes in the region. However, in order to carry out the entire project, financial support will be required to acquire equipment and systematize the process.

Keywords: Sweet Potato. Bioethanol. Distributed Generation.

1. INTRODUÇÃO

Os biocombustíveis poderão desempenhar, em breve, um papel essencial na composição de um *mix* energético capaz de satisfazer a demanda mundial por energia limpa e de excelente qualidade nos seus parâmetros fundamentais quanto à geração. A oferta energética de ciclo hidrológico, embora abundante e mais barata em função de sua aplicação em larga escala, depende de fatores

adversos, entre eles o climático, pois um ciclo hidrológico ruim faz variar negativamente a oferta de energia de médio prazo, submetendo toda uma sociedade ao aumento de tarifas de fornecimento. Um bom exemplo de fenômeno é o recém-implantado sistemas de bandeiras tarifárias, no qual indicará um acréscimo de R\$ 3,00 (três reais) a cada 100 kWh consumidos e que valerá para todo o sistema interligado nacional. Em razão disto, algumas cadeias produtivas sofrerão acréscimos nos seus insumos e este fluxo de alterações se refletirá em todo o viés que dependa direta ou indiretamente deste segmento.

Tal situação poderia ser drasticamente minimizada pela adoção de políticas e práticas intensivas de tecnologia que utilizassem o substrato biomassa na composição da produção de energia.

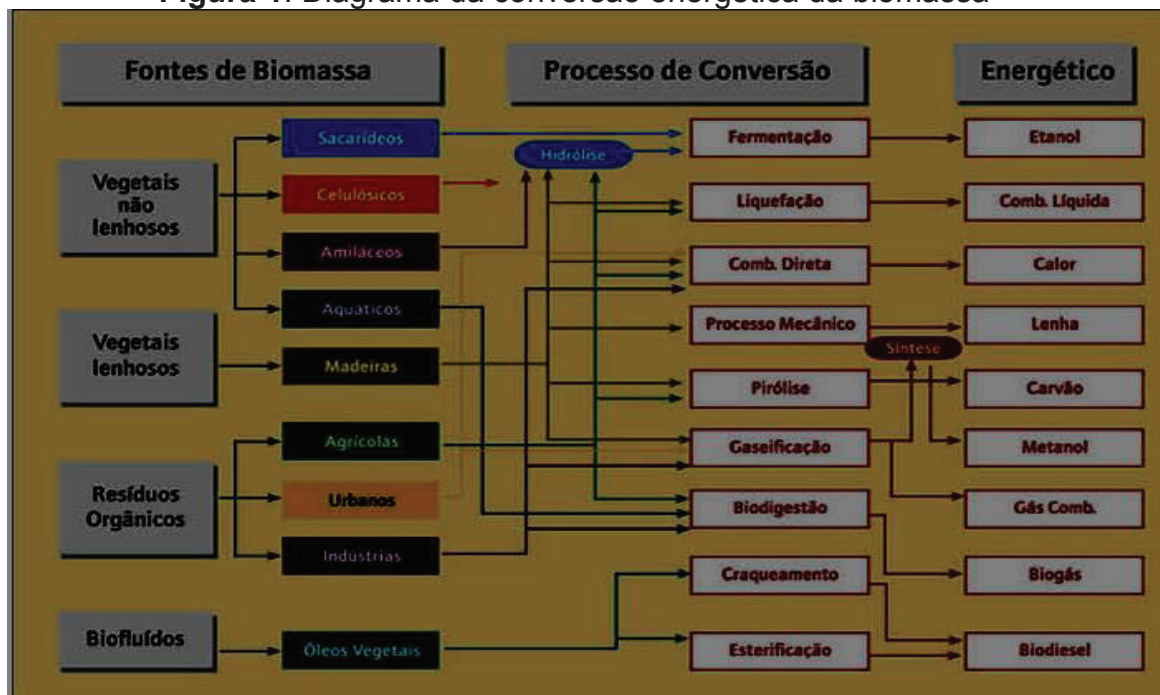
Essa energia produzida, se empregada em um modelo compensatório, permitirá auferir redução de despesas pela diferença entre o que é injetado no sistema em potência ativa e o que é efetivamente consumido deste mesmo sistema. A geração de potência ativa para o sistema proveniente de geração movida a Bioetanol já se mostra totalmente viável, em função do domínio tecnológico já existente na utilização de cultivos vegetais.

Atualmente, a alternativa energética para fazer frente ao petróleo é tocada na agricultura com o cultivo de vegetais, ou seja, biomassa com potencial para a produção de biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel. A energia produzida pelos vegetais pode ser transformada, por meio de reações químicas, por exemplo, a hidrólise e a fermentação, cuja finalidade reside na obtenção de produtos com potencial para geração de energia, como o álcool (SILVEIRA, 2008).

A energia produzida nos processos fotossintéticos, ou bioenergia é de característica renovável e vai ao encontro das diretrizes do protocolo de Quioto do qual o Brasil é signatário, pelo significativo sequestro de carbono. Isso contribui de forma exponencial para a redução dos Gases de Efeito Estufa – GEE. Assim, a biomassa possui significativo potencial para a geração de produtos energéticos por meio de processos de conversão.

A Figura 1 demonstra os processos de conversão energética de diferentes fontes de biomassa e os combustíveis obtidos por meio desses processos.

Figura 1: Diagrama da conversão energética da biomassa



Fonte: Atlas de Energia Elétrica do Brasil, ANEEL, 2008.

Este artigo está disposto da seguinte forma: A partir desta introdução, segue com a seção 2 onde apresenta-se informações gerais sobre geração distribuída; a seção 3 discorre sobre a batata-doce como biomassa para geração de energia; na seção 4 são abordados assuntos referentes a geração distribuída na UFT como, investimentos necessários, capacidade de produção da batata-doce no estado do Tocantins e a compensação tarifária da implantação do projeto e os resultados esperados da produção de energia através da utilização da batata-doce DUDA. Por fim, na seção 5, as considerações finais do trabalho.

2. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

A Geração Distribuída – GD, ou descentralizada, é uma fonte de geração conectada diretamente à rede. No Brasil, a GD é, geralmente, limitada superiormente por uma potência instalada de 30 MW ou de 50 MW (REVISTA

BRASILEIRA DE ENERGIA, Vol.11/nº 2). O Procedimento de Distribuição – PRODIST define GD como sendo geração de energia elétrica de qualquer potência, conectada diretamente no sistema elétrico de distribuição ou através de instalações de consumidores, podendo operar em paralelo ou de forma isolada e despachada, ou não, pelo Operador Nacional do Sistema – ONS (CEDOC – ANEEL, 2015). No Brasil, a GD foi definida de forma oficial no Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004.

Art.14. Para os fins deste Decreto, considera-se GD a produção de energia elétrica proveniente de agentes concessionários, permissionários ou autorizados (...), conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento: I - hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30MW; e II – termelétrico, inclusive de cogeração com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, (...).
Parágrafo único. Os empreendimentos termelétricos que utilizem biomassa ou resíduos de processo como combustível não estarão limitados ao percentual de eficiência energética prevista no inciso II do caput.

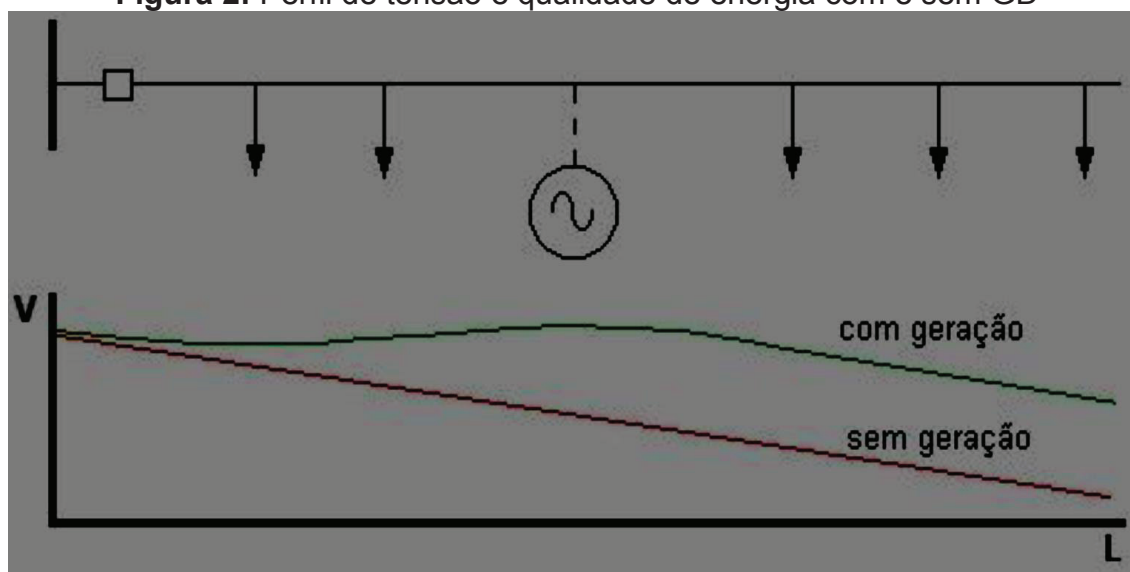
Conforme exemplo citado pela revista Brasileira de Energia – Vol.11/nº2,

Assumindo que a carga de pico do alimentador é, por exemplo, 10MW, significaria, que 1MW de GD operando menos de 100 horas por ano poderia prover alívio para os alimentadores das cargas durante o tempo em que estivessem sob situações severas de carregamento. Percebemos então, que a conexão de GD em pontos definidos através de estudos técnicos, possibilita um alívio do carregamento do sistema, permitindo à concessionária postergar investimentos para compra de novos equipamentos e construção de subestações e alimentadores.

Assim, a economia em redes de transmissão e distribuição com a utilização de GD é de 1,60 a 60,27 US\$ economizado por MWh produzido, devido à postergação de construções e investimentos em subestações (DPCA, 2005).

Conforme pode ser visto na Figura 2, a utilização do uso da GD pode reduzir o pico de demanda, fortalecendo o nível de confiança do setor elétrico e contribuindo para a diminuição ou postergação de investimentos em grandes usinas hidrelétricas e linhas de transmissão.

Figura 2: Perfil de tensão e qualidade de energia com e sem GD



Fonte: Revista Brasileira de energia – Vol.11/nº2.

A GD aproxima a geração de energia e os consumidores. Essa aproximação permite a utilização de recursos financeiros ao serem deslocados para outras necessidades e prioridades nos investimentos públicos e melhora o perfil do planejamento estratégico em novas áreas.

Algumas vantagens são evidentes no que se refere à utilização da GD, entre elas, pode-se citar o atendimento às comunidades isoladas, onde as linhas de transmissão e distribuição não são acessíveis. Esse fator viabiliza a melhoria do perfil de tensão e a consequente redução de perdas por transformação e quedas de tensão. O crescimento da GD favorece sobremaneira a aplicação da universalização do sistema elétrico pelo cumprimento da Lei. (LEI nº 10.438/2002).

Outra situação importante com o avanço da utilização da GD é a redução de áreas alagadas pela não construção de novas usinas hidroelétricas, não haveria a necessidade de deslocamento populacional, nem a elaboração de relatórios de impactos ambientais, nem a captura de animais silvestres nas zonas desses alagamentos.

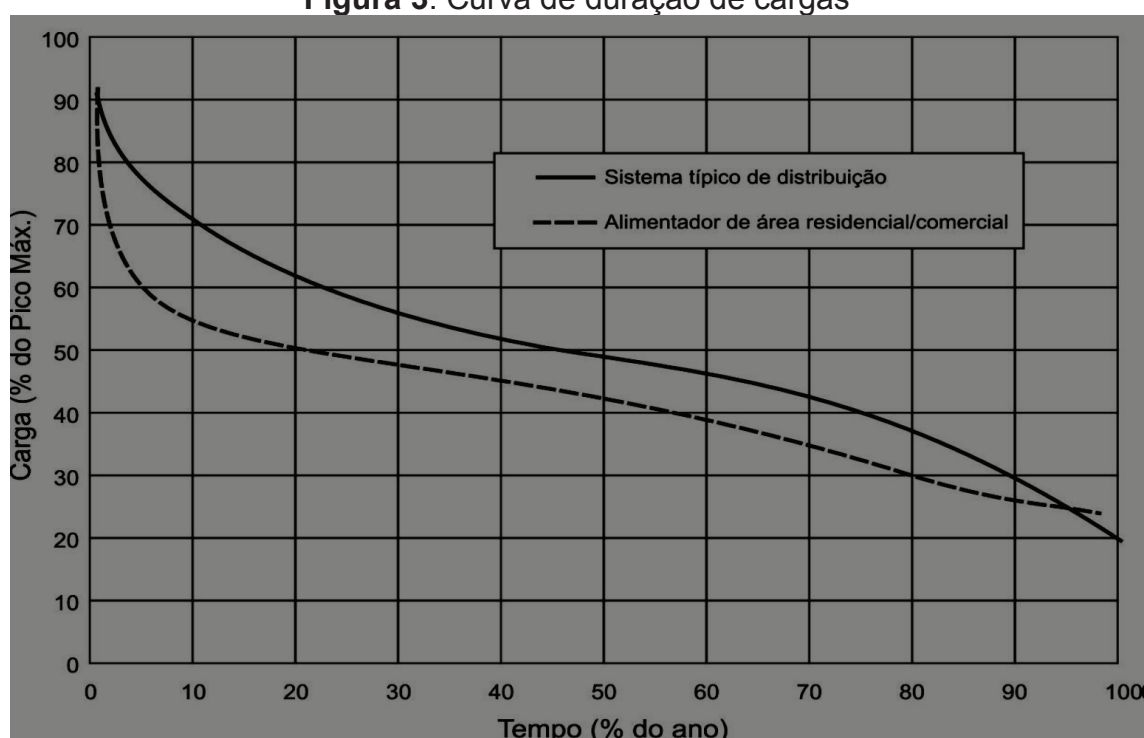
Para as distribuidoras de energia, haveria a abertura de novos nichos de mercado, tanto em relação à agregação de novos consumidores, quanto à comercialização de novas tecnologias provenientes da GD, inclusive de abertura de novas pesquisas para obtenção de novas fontes de biocombustíveis de origem agrícola, gerando possibilidades reais da melhoria da qualidade do perfil

de tensão, na interligação com novos sistemas e em consumidores com perfil de consumo mais elevado.

Na Figura 3, o perfil de carga da concessionária (% pico Máximo) reflete o nível de investimento para se manter a suportabilidade do sistema frente a necessidade de suprimento das cargas residenciais e comerciais.

Tal fato, sugere custos acessórios que poderiam ser evitados se a GD fosse implantada, como fonte reguladora acessória dentro de um sistema inteligente, interligado e descentralizado.

Figura 3: Curva de duração de cargas



Fonte: Revista Brasileira de Energia – Vol.11/nº2.
Dados: Public Utility Commission of Texas, et al, 2009

3. GERAÇÃO DO BIOETANOL ATRAVÉS DA BATATA-DOCE

A batata-doce possui um potencial industrial ainda inexplorado. É uma amilácea de raiz tuberosa, podendo transitar de uma agricultura de subsistência para uma crescente produção industrial, notadamente para a produção de etanol. A batata-doce converte energia solar em energia química. Por ser uma cultura rústica, pode adaptar-se em terrenos nos quais suas concorrentes, como a cana-de-açúcar não se adapta.

O Brasil produz anualmente 540kT de batata-doce por ano. É matriz de alimentos para famílias de agricultores e animais, e também se adapta à produção de etanol (SILVEIRA, 2008).

A monocultura da cana-de-açúcar leva à opção pela utilização de novas formas de obtenção de açúcares provenientes de uma cultura vegetal tradicional no Brasil. Sendo o país o décimo maior produtor mundial da batata-doce, rica em amido, que através do processo de hidrólise ou sacarificação produz o biocombustível necessário para a conversão eletromecânica e a consequente geração de energia ativa para a GD.

Outras características que a tornam atrativa para o emprego na produção de etanol é sua rusticidade, em função da baixa necessidade de uso de insumos e alta produtividade de energia por área e com boa adaptação às condições de solo e clima diversificado no Brasil (LOPES, A. C., 2013).

4. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NA UFT

Será realizado o levantamento de carga instalada e consumo de energia elétrica da Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus Palmas e das demais unidades consumidoras da UFT além de ser realizado o levantamento da taxa interna de retorno do investimento (TIR) e *payback* do investimento, frente ao sistema compensatório de energia estipulado pela (Resolução Normativa ANEEL 482/2012) em função da adoção da GD.

Ao fim destes estudos, almeja-se lançar mão de relatório integrado, explicitando a curva de equilíbrio ótimo de investimento utilizando o Bioetanol como combustível.

4.1 COMPENSAÇÃO TARIFÁRIA

O sistema de compensação de energia elétrica permite, de forma conjugada, utilizar a produção local de biomassa para a produção de energia ativa a ser injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída para que haja a compensação, através do empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito

em quantidade de energia ativa a ser consumida por um prazo determinado de 36 (trinta e seis) meses.

Também como política de desenvolvimento sustentável pode-se citar que incrementos de compra de energia não seriam mais necessários, pois a diferença entre o produzido pelo consumidor individual e o seu consumo, caso haja excedente, pode ser utilizado para efeitos de compensação em outros postos tarifários de mesmo CNPJ, e os créditos oriundos de todas as unidades consumidoras entrarão obrigatoriamente como modicidade tarifária, reduzindo a produção energética pelas geradoras, contribuindo para o aumento das reservas hidrográficas das usinas de todo o país.

Outro fator importante é que os montantes líquidos de geração não consumidos na compensação serão considerados no cálculo da contratação de energia para efeitos tarifários, trazendo também modicidade tarifária. Esses fatores contribuirão para a melhoria do arranjo econômico da região pela fixação de empresas motivadas pela redução gradativa de um dos mais importantes insumos na composição dos custos de produção que é a energia elétrica.

4.2 CONSUMO DE ENERGIA DA UFT

Conforme pode ser observado na figura 04, os principais dados de consumo da Unidade Consumidora – UC: 2176572 da Fundação Universidade do Tocantins – UFT, de acordo com o registro de contas anual fornecido pela concessionária de energia do estado do Tocantins para são:

- Consumo fora de ponta: 341.690 kWh, valor: R\$ 62.443,84;
- Consumo de ponta: 49.864 kWh, valor: R\$ 93.853,02;
- Demanda: 1.356,50 kWh, valor: R\$ 30.358,02;
- Consumo reativo fora de ponta: 453 kVAr, valor: R\$ 76,63;
- Demanda de ultrapassagem: 156,5 kWh, valor: R\$ 7.004,04.

Figura 4: Registro de contas – Fundação Universidade do Tocantins

energia		Registro de Contas - Alta Tensão (v1.08)										Sistema	Unidade Consumidora	Mês	Página																									
Lote	02	Local	0122	Livro	122300	Identificação do Cliente				FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS-UFT				Endereço de Entrega				AVE NS 15 ALCNO 14 - SEC.122P/00075				Endereço da Unidade (Lectura)				AVE NS 15 ALCNO 14 - SEC.122P/00075														
Carga Aut.(KW)	15	Tensão	A4	E.C.		Nº Eletrobras		Data Ligação	03/12/98	Data Inst.KWh	08/08/10	Data Inst.KWh	08/08/10	Data Inst.KWh	08/08/10	Bairro	CENTRO	CEP	77000000	Cidade	Bairro	CENTRO	SSN	Situação	AR															
Tributos	Pat.Fot.	139	Cod. KW	0	Conte	0	P. Transf.	0	Ium. Pub	0136	Reg	0122	Cod. Fat.	017	T. Tar	04	Classe	05	Subclasse	8302	Fase	TR	Prazo Ut	Prazo Reg	Código de Grupo	C.G.C.	051.497.260/0010-4	Data Corte	20/11/01	Data Relação	21/11/01	Data Apres.	10/12/14	Data Vencdo	05/01/15	UC Anterior	512201138870			
Demandas (Ativa e Reativa) e Consumos (Ativo e Reativo) Registrados/Levantamento de Fator de Carga (FC) - Medição Tarifa Horosazonal (Ponta e Fora de Ponta) ou Bônus (Gerar)																																								
Data		12/2014			11/2014			10/2014			09/2014			08/2014			07/2014			06/2014			05/2014			04/2014			03/2014			02/2014			01/2014			12/2013		
Grandezas	Códigos	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi	Integ	Sit	Emi			
		210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N	210	N	N
KW	P																																							
	FIG	1356.48			1327.1			1431.64			1308.96			1287.36			1159.48			1142.2			960.76			1156.62			1100.73			1073.08			1062.06			1218.24		
KW Ultrap.	P																																							
	FIG	156.48			127.1			231.64			108.96			87.36																										
KWh	P	49864			36516			54877			46795			38537			36036			24951			22946			33900			35676			28442			25648			44510		
	FIG	341690			306417			369122			317476			309808			279331			248140			248248			252668			252482			231271			210362			288576		
KVarh	P																																							
	FIG																																							
Fator Potência	P	100			100			100			100			100			100			100			100			100			100			100			100			100		
	FIG	100			100			100			100			100			100			100			100			100			100			100			100			100		
UFDR	P																																							
	FIG	0			0			0			0			0			0			0			0			0			0			0			0			0		
DMCR	P																																							
	FIG	1264.89			1256.25			1343.73			1228.8			1202.9			1052.35			1043.28			890.56			1089.28			1032.04			1000.29			1033.99			1142.64		
UFER	P	0			24			2			0			6			0			0			0			14			12			0			28			0		
	FIG	453			1080			628			540			1019			604			561			1209			691			1080			628			1101			540		
Fator Carga	P																																							
	FIG	.38			.34			.40			.41			.34			.38			.34			.36			.37			.36			.38			.28			.38		
Corr. Ptim.	P																																							
	FIG	61.77			60.56			65.22			59.63			56.74			52.54			52.06			43.90			52.83			50.27			48.93			49.92			55.50		
Equipamento Principal: 0005-RG-1000188267										Situação da UC: LG										Isenções:																				
Energias Faturáveis		Faturado		Valor (R\$)		Lançamentos		Valor (R\$)		Cód. Div.		Valor (R\$)																												
CONSUMO FORA PONTA		341690		62443.94		CIP-CONTRIB DE ILUM PUB		67.93		PSR		4443.33																												
CONSUMO PONTA		49864		93853.02		BASE CALCULO ICMS		269292.17		PSF		1798.36																												
DEMANDA		1356.5		30358.02		BASE CALCULO PIS/COFINS		269292.18		IRJ		4665.1																												
CONSUMO REAT.FORA PON		453		76.63		MULTA CONTA ANTERIOR		5957.45		TPS		1473.02																												
DEMANDA ULTRAP.		156.5		7004.04		JUROS CONTA ANTERIOR		1092.07		TOT		276672.3																												
						CORRECAO MONETARIA POR ATRASO		262.68		VIM		269292.17																												
						ENCARGO USO SIST.DISTRIBUICAO (CM)		118540.46																																
						ICMS		67323.02																																
						COFINS SOBRE RECEITA.		20466.2																																
						TRIBUTA A RETER COFINS		8300.16																																
						TRIBUTA A RETER CSLL		2766.74																																
						COFINS		6760.58																																

Fonte: Energisa.

Se a GD fosse utilizada somente para compensar o horário de ponta a UFT economizaria estrategicamente a importância de R\$ 1.126.236,24 (um milhão, cento e vinte e seis mil, duzentos e trinta e seis reais e vinte e quatro centavos/ano), isto, não levando em consideração outros fatores que poderiam ser utilizados, tais como:

- Contratação de uma nova demanda, com a consequente redução de custos de operação;
- Eliminação da demanda de ultrapassagem, por se ter energia firme;
- Possibilidade de se auferir rentáveis pelo fornecimento de energia para a concessionária local.

4.3 CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO ESTADO DO TOCANTINS E SEU IMPACTO NA PRODUÇÃO DE ETANOL

Regiões que apresentam índice pluviométrico variando entre 700 mm e 1000 mm são propícias à cultura de batata-doce – IPOMOEIA-BATATAS

(SILVEIRA, 2008). A estação meteorológica de Palmas – Tocantins foi inaugurada em 08 de outubro de 1993 e a partir de 1994 foi possível obter os índices de precipitação pluviométrica anual, conforme pode ser visto na Tabela 1, baseada no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP, do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (INMET, 2015).

Tabela 1: Dados históricos para a precipitação anual em Palmas.

Estação	Cidade	Ano	Precipitação Anual (mm)
83033	Palmas	1995	1.037,4
		1996	1.684,4
		1997	2.107,2
		1998	1.481,2
		1999	2.280,6
		2000	2.170
		2001	2.171,5
		2002	1.696,8
		2003	2.043,7
		2004	1.895,2
		2005	1.791,7
		2006	2.149,3
		2007	1.743,7
		2008	1.710,3
		2009	1.921,3
		2010	1.805,6
		2011	2.005,7
2012	1.497,9		
2013	1.849,3		
2014	1.843,9		

Fonte: Elaborado pelos autores – Dados (BDMEP, INMET).

O Estado de Goiás possui índice pluviométrico superior a 1900 mm/aa, conforme análise histórica e tendência futura (MARCUIZZO; GUIMARÃES; FARIA, 2012), serviria como exportador do produto.

Todavia, como pode ser visto na Tabela 1, o índice de precipitação de Palmas também é propício à produção da batata-doce, tornando ainda mais viável a implantação da produção de energia em larga escala na UFT.

Com os dados da Tabela 1, é possível estimar o intervalo de confiança para a média da precipitação anual em Palmas, conforme segue.

$$\text{Média da amostra}(\bar{x}) = \left(\frac{1.037,4 + 1.684,4 + \dots + 1.843,9}{20} \right) = 1.844,34 \text{ mm}$$

$$\text{Desvio padrão amostral}(s) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \therefore s = \sqrt{\sum_{i=1}^{20} \frac{(x_i - 1.844,34)^2}{20-1}} \therefore s = 292,2$$



$$\text{Probabilidade da Média de precipitação anual}(1.844,34 \text{ mm} \pm 136,75 \text{ mm}) = 95$$

Pode-se estimar um intervalo de confiança de 1.844,34 mm ~~±~~ 136,75 mm com 95% de confiança para a média anual da precipitação em Palmas, o que torna a região de Palmas propícia para o cultivo da batata-doce, tal qual o estado de Goiás, baseado na análise histórica de chuvas no estado de Goiás (MARCUIZZO et al., 2013).

A variedade “DUDA” apresenta maior rendimento, com produção de 161,04 litros por tonelada, com 24,4% de amido e uma produção em T/ha de 65,5 (SILVEIRA, 2008), por exemplo, tomando como base uma área de 5 hectares, o que corresponde a 50 mil metros quadrados, com uma produção de 327 mil toneladas de batata-doce, teremos uma produção líquida de Bioetanol de 52.727,5 litros.

A utilização isolada do etanol possui a vantagem no rendimento do motor devido a sua maior octanagem em relação a gasolina, permitindo elevação na taxa de compressão e aumentando o rendimento total. Para uma mesma taxa de compressão, a potência aumenta 2% porque 5% da água de composição do etanol evaporam-se dentro do cilindro, aumentando a pressão dentro dele.

Um motor utilizando somente etanol terá 24% de potência a mais que o motor a gasolina. Num motor a gasolina, 27% da energia fornecida são aproveitados, enquanto que no motor à etanol, essa proporção atinge 34%, e o torque relacionado diretamente com a potência será correspondentemente, 24% superior.

Outra vantagem da utilização isolada do etanol é que a matéria prima utilizada para sua produção é renovável, portanto virtualmente inesgotável, além de reduzir em 66% a emissão de CO₂ quando comparado a gasolina (ABREU et al., 2012).

4.4 INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS

A usina já existe, necessitando de ajustes para a produção de Bioetanol ao volume de massa seca do substrato, de forma a viabilizar uma situação que permita auferir descontos significativos em moeda corrente. Na situação atual, a usina está operando abaixo da sua capacidade máxima.

Caso não haja produção suficiente na região de Palmas, Tocantins, a batata-doce poderá ser transportada via modal rodoviário, o que incrementará custos adicionais, ainda não levantados.

Valores referentes à montagem e construção da usina atual ainda não foram levantados e por isto não se pode avaliar quanto de amortização em investimentos poderia ser obtido e em quanto tempo. É importante salientar que após a concretização destes valores, certamente, poder-se-á avaliar o *payback* e a Taxa Interna de Retorno – TIR.

Para a viabilização da GD, em larga escala, por meio do Bioetanol proveniente da batata, pode-se afirmar que outros fatores podem e devem se somar para aumentar o retorno sobre o investimento, entre eles, está o de maximizar o fator utilização da usina progredindo para o de escala, o que aumentaria a produção de kWh trazendo maiores retornos financeiros.

4.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ESTIMADOS PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL E ELETRICIDADE UTILIZANDO A BIOMASSA BATATA-DOCE (DUDA)

Para cada tonelada produzida de batata-doce ter-se-á aproximadamente a produção de 185 kWh/T. Para cada tonelada tem-se aproximadamente entre 300 a 400 litros de Etanol por tonelada de matéria seca. Desta forma, para cada hectare, a produção estimada será de 65,4 toneladas de batata-doce a cada 04 meses, o que corresponderá a uma produção energética de 12,099 kWh a cada intervalo de 4 meses, e uma produção final de 36.297 kWh/ano.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da biomassa expandirá sobremaneira a capacidade de produção brasileira de energia, redefinindo o panorama da atual matriz. Durante

ambiental notadamente ao ciclo hidrológico o que muitas vezes não favorece ao sistema interligado de energia, causando transtornos à sociedade.

Esses transtornos são traduzidos em aumentos de tarifas e/ou racionamentos de energia. Assim, outras fontes alternativas e não poluentes estão surgindo, e buscam contribuir para o aumento da produção de quilowatt-hora descentralizado.

A descentralização é importante, na medida em que ela é produzida próximo ao ponto de carga, favorecendo a diminuição das perdas por transporte de energia e pela qualidade dos parâmetros associados à sua produção (tensão, frequência, fator de potência e corrente).

Portanto, a utilização de combustíveis de segunda geração é de importância estratégica para o Brasil, pois o país está muito próximo do fim da utilização de combustíveis fósseis. A produção de Bioetanol da amilácea batata-doce pode contribuir para geração de emprego, de renda e da formação de um mercado e de uma tecnologia própria no interior dos estados e municípios brasileiros, esses fatores podem fixar homem ao campo, fortalecendo a economia e os arranjos produtivos locais. Ao consideramos que a demanda consumida, hoje, pela UFT é de 49.864 kWh/mês, conforme Figura 4, e que o valor distribuído mensalmente do abatimento energético correspondente a 36.297 kWh/ano, equivalente a 3.024,75 kWh/mês, teremos uma redução mensal de R\$ 5.693,12, o que corresponde a aproximadamente uma economia de R\$ 68.317,44 (Sessenta e oito mil, trezentos e dezessete reais e quarenta e quatro centavos), a cada ano.

REFERÊNCIAS

ABESCO. **Análise dos Resultados da Pesquisa das Empresas de Serviços de Eficiência Energética no Brasil**. Fevereiro, 2005

ABREU, Yolanda Vieira de; OLIVEIRA, Hugo Rivas de; LEAL, José E. Canguçu. **Biodiesel no Brasil em Três Hiatos: Selo Combustível Social, Empresas e Leilões 2005 a 2012**. Palmas – Tocantins, 2012. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/pdf/Yolanda_Biodiesel_ISBN_9788415774013_ARQUIVOCERTO.pdf>. Acesso: mai. 2015.

[ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resoluções Normativas. Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: jun. 2015.](#)

_____. **Estabelecimento das quotas de custeio e de energia elétrica referentes ao Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)** para o ano de 2012. Brasília: Nota técnica nº 0321/2011 - SRE/ANEEL, 9 de dezembro de 2011. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/nreh20111244.pdf>>. Acesso em: jan. 2015.

_____. **CEDOC** – Centro de Documentação da ANEEL. Disponível em:<<http://www.aneel.gov.br/biblioteca/glossario.cfm?att=G>>. Acesso em: jun. 2015.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL. ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. Brasília, 2008.

BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do **INMET** - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: jun. 2015.

Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5163.HTM. Acesso em: jun. 2015.

DPCA. Distributed Power Coalition of America, Benefits of Distributed Power to Utilities. Disponível em: <http://www.distributedgeneration.com/dpca/utilities.html>. Acesso em: nov.2005.

ENERGISA. Disponível em:<<http://www.energisa.com.br/paginas/home.aspx>>. Acesso: mai. 2015.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. **Balanco Energético Nacional** – 2011 (ano base 2010). Rio de Janeiro:EPE,2011. Disponível em:<https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2011.pdf>. Acesso em: jan. 2015.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia** – 2020. Rio de Janeiro: EPE, 2011. Disponível em:<http://www.epe.gov.br/PDEE/20120302_1.pdf>. Acesso em: jan. 2015.

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética. Disponível em:<<http://www.inee.org.br/>>. Acesso em: jan.2015.

LEI nº 10.438/2002, de 26 de abril de 2002. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10438.htm>. Acesso em: jun. 2015.

LOPES, A. C. **Produção de álcool de batata-doce em função do meio fermentativo**. Universidade Estadual do Centro-oeste –UNICENTRO. Guarapuava - PR, 2013.

MARCUZZO; GUIMARAES; FARIA. **Chuvvas no Estado de Goiás**. Análise Histórica. UFRR, 2012.

MME- **Ministério das Minas e Energia**. Brasília: MMC,2014. Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em: 31 dez. 2014.

Revista Brasileira de Energia – Vol.11/nº2. SBPE – Sociedade Brasileira de Planejamento Energético. Disponível em: <<http://www.sbpe.org.br/rbe/>>. Acesso em: jun. 2015

SILVEIRA, M.A. Batata-doce: uma nova alternativa para a produção de etanol. In: INSTITUTO EUVALDO LODI. **Álcool combustível**. Brasília: IEL, 2008.

WOLF, J. et al. **Exploratory study on the land area required for global food supply and the potential global production of bioenergy**. *Agricultural Systems*, v. 76 (3) 2003.

WOOLEY, R. et al. **Lignocellulosic biomass to ethanol – Process prehydrolysis and enzymatic hydrolysis – Current and futuristic scenarios**. Golden, Colorado: National RenewableEnergy Laboratory, 1999 (Report TP-580-26157).