

**IΦ-Sophia**

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Geração de energia elétrica e biomassa excedente da própria indústria

Por: Adenes Sabino Schwantz¹

adenes.schwantz@ifc-videira.edu.br

&

Tarcísio Pollnow Kruger²

Resumo:

A preocupação básica deste estudo é a abordagem e a discussão sobre as peculiaridades da utilização de biomassa excedente dos processos industriais para geração energia elétrica. Faz parte do escopo do trabalho uma análise sobre o que é a biomassa, quais são as principais fontes da mesma e quais as características da principal forma de utilização desta para geração de energia elétrica. Complementa o trabalho uma abordagem sobre as vantagens inerentes a geração própria de energia em uma planta industrial. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica baseada na apreciação de autores como CORTEZ, LORA e

¹ É Especialista em Automação Industrial pela Universidade Cândido Mendes – UCAM, possui Aperfeiçoamento em Segurança do Trabalho pela Universidade Cândido Mendes – UCAM, tem Aperfeiçoamento em Coordenação Pedagógica e Supervisão Escolar pela Universidade Cândido Mendes – UCAM, é Graduado em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio Grandense – IFSUL, com sanwich na Queen Mary University of London e é Técnico pelo Centro Federal de Ensino Tecnológico – CEFET/RS. É servidor público federal, docente do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico – EBTT, lotado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, na cidade de Videira/ SC. Leciona as disciplinas de Circuitos Elétricos I, Eletrônica Geral I, Eletrônica Geral II, Eletrônica de Potência e Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos na Graduação de Engenharia Elétrica. É integrante do Projeto de Pesquisa sobre Medidor de energia residencial para eletrodomésticos, como integrante no projeto sobre Aplicação e desenvolvimento de redes de sensores sem fios em estufas agrícolas, é Coordenador no Projeto sobre Levantamento e mapeamento da distribuição de *middleboxes* presentes na *world wide web*.

² É Especialista em Engenharia Elétrica com ênfase em Instalações Elétricas Industriais pela Universidade Cândido Mendes – UCAM, Graduado em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense – IFSUL e Técnico em Eletrônica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense – IFSUL. É servidor público federal, docente do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico – EBBT, lotado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, campus da cidade de Itajaí/ SC. Atua como docente nas disciplinas de Eletromagnetismo, Eletrônica Geral I e Instalações Elétricas Industriais, Instrumentação, Máquinas Elétricas III, Projetos Elétricos III no curso Técnico em Eletroeletrônica – Aperfeiçoamento.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

AYARZA (2008), ODONNE (2001), BARJA (2006), MAMEDE FILHO (2010), MASSERONI e OLIVEIRA (2012) e CARDOSO (2011), buscando a elucidação de conceitos técnicos abordados e a sustentação de argumentos para a consolidação de um ponto de vista sobre o tema abordado. Concluiu-se que o aproveitamento da biomassa excedente dos processos industriais para geração de energia elétrica na própria indústria pode gerar uma série de benefícios, podendo ser estes ambientais, técnicos e financeiros.

Palavras-Chave: Energias Alternativas; Cogeração; Recursos Renováveis.

Rezumo:

La baza maltrankvilo de ĉi tiu studo estas la alproksimiĝo kaj diskuto pri la scivolaĵoj pri la uzo de biomasa troo de la industriaj procezoj por generacio de elektra energio. Parto de la laboro analizo atingo de kio estas biomaso, kiu estas la ĉefaj fontoj de la sama kaj kiu formas la ĉefaj karakterizaĵoj de ĉi tiu uzo por potenco generacio. Ĝi kompletigas la verkon alproksimiĝon pri la propraj avantaĝoj de propra generacio de energio en industria planto. Ni efektivigis literaturo serĉo surbaze de la aprezon de aŭtoroj kiel Cortez, LORA kaj Ayarza (2008), ODONNE (2001), Barja (2006), FILO Mamede (2010), Masseroni kaj Oliveira (2012) kaj Cardoso (2011), serĉante la eltiro de teknikaj konceptoj adresitaj kaj la subteno de argumentoj por la solidigo de vidpunkto sur la temo traktita. Estis konkludis ke la uzo de superflua biomaso de industriaj procezoj por produkti elektron en la industrio mem povas produkti kelkajn avantaĝojn, tiuj povas esti ekologia, teknika kaj financa.

Ŝlosilvortoj: *Alternativaj Energioj; Cogenerado; Renovigeblaj Rimedoj.*

Abstrac:

The main focus of this paper is the approach and discussion about the peculiarities of the use of biomass of industrial processes for generation of electric power. It is also included an analysis about what biomass is, its main sources and the primary characteristics about its form and use. The paper also takes an approach on the inherent advantages of power generation in an industrial plant. A bibliographical research based on the appreciation of authors such as CORTEZ, LORA and AYARZA (2008), ODONNE (2001), BARJA (2006), MAMEDE FILHO (2010), MASSERONI and OLIVEIRA (2012) and CARDOSO (2011) is conducted. The Elucidation of technical concepts addressed and the support of arguments for the consolidation of a point of view on the topic addressed is presented. Ultimately was concluded that the use of biomass surplus of the industrial processes for generation of electric power in the industry itself can generate a series of benefits, being these environmental, technical and financial.

Keywords: *Renewable Energy. Power Generation. Renewable Resources.*

**IΦ-Sophia**

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como tema o estudo e análise das particularidades da geração de energia elétrica utilizando biomassa excedente dos processos de uma planta industrial.

A biomassa é definida, “[...] como matéria orgânica de origem vegetal ou animal passível de ser transformada em energia térmica ou elétrica” (Aneel, 2008 p.66).

Baseado nessa perspectiva, o objetivo principal do artigo é investigar o processo de utilização da biomassa excedente dos processos industriais para geração de energia elétrica, assim como as vantagens decorrentes deste recurso. Em vista disso, realiza-se a apreciação de fatores determinantes para cogitar-se a implantação da geração de energia elétrica em uma unidade industrial.

Para atingir os objetivos propostos, utilizou-se como recurso metodológico a pesquisa bibliográfica, realizada a partir da análise minuciosa de materiais já publicados na literatura e artigos científicos divulgados no meio eletrônico. O conteúdo deste trabalho foi fundamentado pelos autores e, também, teve como apoio as ideias e pontos de vista de autores como Cortez, Lora e Ayarza (2008), Odonne (2001), Barja (2006), Mamede Filho (2010), Masseroni e Oliveira (2012), Cardoso (2011), dentre outros.

BIOMASSA E ENERGIA

De acordo com Cortez, Lora e Ayarza (2008), a utilização de biomassa como fonte de energia perdeu sua liderança histórica para a energia provinda do carvão, tal como a energia do petróleo e gás natural, ficando a utilização da biomassa reduzida praticamente a aplicações residenciais particulares em regiões agrícolas.

No entanto, atualmente, a maioria dos países, em maior ou menor ímpeto, está promovendo ações de modo a aumentar a participação de energias alternativas renováveis em suas matrizes energéticas. Cortez, Lora e Ayarza (2008) afirmam ainda que a

**IΦ-Sophia**

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

motivação para essa transição é a necessidade da redução do uso de derivados do petróleo, de modo a diminuir a dependência de países exportadores. Ainda pode-se citar como motivação para o incremento da inserção de energias renováveis alternativas, a circunstância que o petróleo se configura como uma fonte esgotável de energia, além de se caracterizar como importante emissor de gases do efeito estufa, os quais são combatidos mundialmente com rigor.

Segundo a Aneel (2008), a biomassa é qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica. Sua origem pode ser florestal, agrícola (soja, arroz e cana de açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo, por exemplo).

Justamente o fato de várias indústrias gerarem matéria orgânica excedente, que a princípio poderia se tornar um problema de modo que esta matéria orgânica remanescente teria que ser liquidada, é o que desperta um leque de vantagens de utilizá-la para gerar proventos em vez de encará-la como um inconveniente. Cortez, Lora e Ayarza (2008) citam que a principal fonte para gerar energia da biomassa está justamente nos resíduos gerados em todo o mundo.

Pode se citar algumas indústrias, que de acordo com sua matéria prima, tem grande potencial para produzir energia dos resíduos gerados ao longo do beneficiamento da matéria bruta. Entre os rejeitos industriais, com grande potencial energético tem-se, por exemplo, o bagaço de cana, casca de arroz, restos da cultura de soja, palha e sabugo de milho, rama de mandioca, entre outros.

PRODUÇÃO E USO

A produção mundial dos produtos agrícolas utilizados na obtenção de energia é grande. (CORTEZ; LORA; AYARZA, 2008). Logo, a geração de resíduos obtidos no



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

beneficiamento destes produtos é proporcional. A Tabela 1 apresenta um comparativo da produção mundial dos principais produtos para obtenção de energia e sua respectiva produção de resíduos.

Matéria-prima	Produção (Mt)	Produção de resíduos (Mt)
Cana (bagaço)	1.318.178.070	395.453.421
Arroz (casca)	608.496.284	172.934.643,90
Mandioca (rama)	195.574.112	58.261.527,96
Milho (palha e sabugo)	705.293.226	934.442.995,10
Soja (restos de cultura)	206.409.525	320.966.811,40
Algodão	67.375.042	16.843.760,50
Beterraba	237.857.862	

Tabela 1: Produção mundial dos principais produtos utilizados para obtenção de energia e sua respectiva produção de resíduos. FONTE: (CORTEZ; LORA; AYARZA, 2008, p.).

Segundo Aneel (2008), no Brasil, a utilização da biomassa como fonte de energia elétrica tem sido crescente, principalmente em sistemas de cogeração. A cogeração é definida, segundo Odonne (2001), como o processo de transformação de uma forma de energia em mais de uma forma de energia útil, sendo que as formas desta mais frequentemente produzidas são a energia mecânica e térmica.

Em termos funcionais, Odonne (2001, p.16) reitera que a energia mecânica pode:

[...] ser utilizada diretamente no acionamento de equipamentos ou para a geração de energia elétrica. A energia térmica é utilizada diretamente no atendimento das necessidades de calor para processos ou indiretamente na produção de vapor ou na produção de frio.

A combustão direta da biomassa é o processo utilizado para conversão da energia em calor, a qual possibilita a utilização em diferentes formas de energia.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

No que tange a eficiência, em comparação com a geração térmica convencional, a cogeração apresenta uma grande vantagem, uma vez que grande parte da energia térmica é aproveitada nos próprios processos industriais. Segundo Odonne (2001), os usos mais frequentes para energia térmica se referem à utilização dos gases quentes para secagem, geração de vapor através de uma caldeira de recuperação, aquecimento de fluido térmico, condicionamento ambiental, dentre outras finalidades.

COGERAÇÃO

Segundo Barja (2006), há duas tecnologias para a produção sequencial e simultânea de energia térmica e eletromecânica. A aplicação da cogeração é convencional de acordo com a sequência relativa entre a geração de energia eletromecânica para térmica.

A cogeração *topping* utiliza a energia disponibilizada pelo combustível de modo a gerar eletricidade de forma precedente a ao aproveitamento de calor útil nos processos industriais. Já a cogeração *bottoming* aplica inicialmente a energia disponibilizada pelo combustível nos processos industriais para posteriormente uso na geração de energia elétrica. (BARJA, 2006).

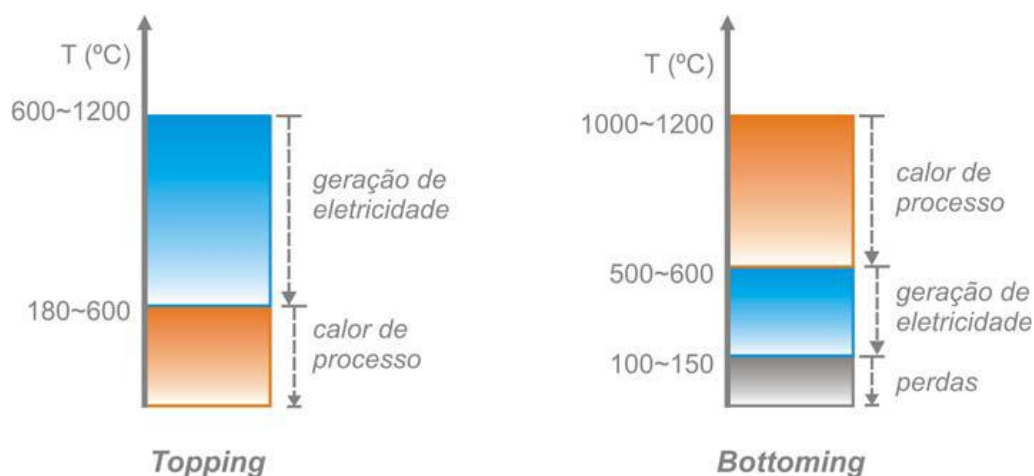


Figura 1 – Aproveitamento do calor gerado na combustão referente às topologias *topping* e *bottoming* (BARJA, 2006, p.11).



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

A Figura 1 apresenta as faixas de temperatura de utilização do calor gerado na combustão para uso na cogeração. Pode-se perceber que o sistema tipo *topping* apresenta vantagens em relação à outra tecnologia coexistente, dado que na cogeração tipo *bottoming* boa parte do calor é perdido após a geração da eletricidade.

A tecnologia *topping* é a tecnologia “[...] empregada na maioria das indústrias, considerando que grande parte dos processos industriais demanda calor a baixas temperaturas.” (BARJA, 2006, p. 11).

Além dos benefícios supracitados, a utilização da biomassa excedente dos processos industriais para geração de energia elétrica apresenta outras conveniências, tanto relacionado a aspectos financeiros, quanto a aspectos técnicos inerentes as características elétricas da planta industrial.

Segundo Mamede Filho (2010) um bom projeto elétrico industrial deve considerar que a instalação possua uma boa confiabilidade, de modo que a mesma tenha o mínimo de interrupção total ou em qualquer um de seus circuitos. Devemos notar, que para que isso ocorra, por muitas vezes se faz necessária alguma redundância da alimentação da indústria. De fato a geração de energia elétrica na própria indústria permite que mesma tenha uma alimentação redundante, à medida que será atendida tanto pela concessionária de energia, quanto pela geração particular.

Consumidores industriais, em função da forma de atendimento pela concessionária de energia, são enquadrados em uma tarifa composta por uma parcela referente à demanda contratada e outra parcela referente ao consumo. No entanto, os preços da energia são mais elevados no horário em que o consumo de energia do sistema interligado brasileiro atinge um pico de demanda. (PROCEL. 2011).

*IΦ-Sophia*

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Os consumidores industriais são penalizados pelo preço da energia até três vezes maior praticado no horário de ponta, “[...] tornando o custo da energia representativo no total do produto, forçando os empresários a buscar alternativas para não perder competitividade.” (MASSERONI; OLIVEIRA, 2012, p. 52). Assim nota-se que, uma das alternativas usuais é, quando possível, a redução de produção no horário de ponta, porém diante da impossibilidade de tal atitude a solução é buscar uma fonte própria de energia.

A solução mais usual para implantação fonte própria de energia é o uso de um grupo gerador diesel. No entanto a implantação da geração de energia elétrica a partir de biomassa torna-se uma alternativa praticável, já que não necessitaria neste caso a compra de combustível para geração de energia elétrica.

Ademais se tem a possibilidade de vender parte da energia produzida, se caso a capacidade de produção for maior que a demanda de energia da planta industrial.

DESTINO DA ENERGIA GERADA

Conforme Cardoso (2011), a energia elétrica excedente pode ser comercializada de várias maneiras, de forma que a escolha depende de fatores técnicos e financeiros, além de riscos que a empresa esteja disposta a assumir.

Cardoso (2011) explicita que em uma das possibilidades, o excedente pode ser comercializado com a concessionária, em que o preço da venda de energia é ajustado a partir de uma negociação, sendo uma vantagem desse tipo de venda o fato de não incidir ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) sobre a operação.



IΦ-*Sophia*

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Outra possibilidade é a venda da energia para um consumidor livre, de forma que o preço de venda é ajustado entre as partes, devendo ser pago ao ONS (Operador Nacional do Sistema) pelo uso do sistema de transmissão de energia, assim como para a concessionária de distribuição.

A energia excedente pode ser comercializado no mercado *spot*, também conhecido como mercado de curto prazo, onde os preços:

[...] refletem a oferta e a procura. No nosso país a demanda maior costuma ocorrer nos meses em que o regime pluviométrico é menor, que coincide com a maior produção de energia elétrica nas usinas da região centro-sul, fato esse que pode representar uma vantagem competitiva. (CARDOSO, 2011, p. 17)

Por fim, ainda se apresenta como possibilidade a venda de energia excedente para terceiros, através de um comercializador, que embora apresente um custo adicional, acaba por evitar burocracias e problemas relacionados.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, concluiu-se que, a utilização da biomassa para geração de energia elétrica é uma opção muito interessante para geração de energia elétrica, pois é capaz de contribuir na solução de problemas de vários segmentos.

No que tange ao aspecto ambiental, a geração de energia elétrica a partir de um resíduo acaba por contribuir com a redução da poluição, uma vez que este sendo utilizado como combustível reduz o montante de resíduos industriais que são descartados diariamente na natureza, sendo que o descarte é, frequentemente, realizado de forma inadequada.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

Tecnicamente a utilização de biomassa para geração de energia elétrica se refere a uma forma de geração de energia elétrica com elevada eficiência energética, quando posta em comparação com a forma convencional de geração, pois na cogeração parte do calor remanescente da geração de energia elétrica é aproveitado nos processos industriais.

Além do aspecto da eficiência energética, a geração de energia elétrica na própria planta industrial melhora o sistema elétrico da indústria no que se refere à confiabilidade do sistema, dado que a geração de energia elétrica na própria planta industrial cria uma alimentação redundante. Assim, tanto a concessionária de energia, quanto o sistema de geração de energia próprio são capazes de atender a demanda de energia elétrica da indústria.

No tocante a aspectos financeiros, constatou-se que a geração própria de energia elétrica a partir de biomassa é uma alternativa para economizar recursos financeiros. Isto ocorre devido à tarifação de energia elétrica horo-sazonal, na qual grande parte das indústrias se enquadra. É muito comum as indústrias optarem por parar a produção, ou realizar a aquisição de geradores de energia elétrica a diesel para os horários em que a utilização de energia da concessionária não se faz viável financeiramente. A geração de energia a partir da biomassa tende a superar os problemas supracitados.

Ainda no que toca a aspectos financeiros, averiguou-se que é possível comercializar, de diferentes formas, a energia elétrica produzida de forma excedente, o que pode representar mais uma fonte de rendimentos para a indústria.

No entanto, apesar dos diversos benefícios que a geração própria de energia elétrica a partir da biomassa pode trazer, a viabilidade do investimento de um sistema desses depende de um estudo aplicado a cada caso. Dependendo do resíduo industrial, assim como a demanda de energia da indústria, pode-se ter tanto um investimento de risco baixo, propenso a ter uma alta lucratividade, em comparação com um investimento de altíssimo risco.



IΦ-Sophia

Revista eletrônica de investigação filosófica, científica e tecnológica

REFERÊNCIAS

- ANEEL. “Atlas de energia elétrica do Brasil: Biomassa”. Brasília: 2008. Cap. 4. p. 63-73. Disponível em < <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf> >. Acesso em: 23.10.2016.
- BARJA, G. de J. A. **A cogeração e sua inserção ao sistema elétrico**. 2006. 157 p. Dissertação (Mestrado em ciências mecânicas). UnB. Distrito Federal, 2007.
- CARDOSO, T. F. **Cogeração de energia através do bagaço de cana-de-açúcar: revisão de literatura**. 2011. 22 p. Dissertação (Mestrado em gestão da produção sucroenergética). UFSCar. Sertãozinho, 2011.
- CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S; AYARZA, J. A. C. **Biomassa no Brasil e no Mundo. Biomassa Para Energia**. Campinas: Editora Unicamp, 2008.
- MAMEDE FILHO, J. **Instalações elétricas industriais**. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- MASSERONI, J; OLIVEIRA, C. M. de. “Utilização de Grupos Geradores Diesel em Horário de Ponta”. In **Revista Modelos – FACOS/CNEC** a. 2, v.2, n.2, p. 52-56, 2012.
- ODONNE, D. C. **Cogeração: Uma alternativa para produção de eletricidade**. 2001. 82 p. Dissertação (Mestrado em energia). USP. São Paulo, 2001.
- PROCEL. “Manual de tarifação da energia elétrica”. Rio de Janeiro: 2011. 55 p. Disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20EI%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf>. Acesso em: 13.11.2016.