



## A BIOMASSA COMO FONTE RENOVÁVEL DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA REVISÃO CONTEXTUAL

Brenda Leal Mota Santos<sup>1</sup>, Renato Santos Freire Ferraz<sup>1</sup>, Patrick Laurient Cardoso Silva<sup>1</sup>, Fábio Vincenzi Romualdo da Silva<sup>\*2</sup>, Adjeferson Custódio Gomes<sup>1,2</sup>, Rafael Rodrigues de Queiroz Freitas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DCET – Universidade Estadual de Santa Cruz

<sup>2</sup>FEELT – Universidade Federal de Uberlândia

*Resumo – A crescente demanda energética e a preocupação com os problemas ambientais têm promovido significativas mudanças na estrutura do sistema elétrico atual caracterizadas pela inserção de fontes alternativas de energia. Nesse cenário, a biomassa tem se destacado por não depender de fatores climáticos e proporcionar uma redução dos gastos com a transmissão de energia elétrica. Deste modo, através da revisão literária, fez-se um estudo, no que tange ao contexto e perspectivas das energias renováveis no cenário mundial e brasileiro, destacando a biomassa como alternativa à produção de energia elétrica. Além disso, foram apresentadas contribuições a respeito da inserção da geração distribuída na matriz energética brasileira, destacando a biomassa nesse contexto.*

**Palavras-Chave – Biomassa, Fontes Alternativas, Geração Distribuída, Matriz Energética.**

### THE BIOMASS AS A RENEWABLE ELECTRICAL ENERGY SOURCE: A CONTEXTUAL REVIEW

*Abstract – The increasing energy demand and the concern about the environmental problems have been stimulating significant changes in the structure of the current electrical system characterized by the insertion of alternative sources of energy. In this scenario, biomass is drawing attention not only because it does not depend on climatic factors but also because it provides a reduction of the expenses related to electric energy transmission. Thus, through the literary review, a study was made, regarding the context and perspectives of renewable energies in the world and Brazilian scenario, focusing on biomass as an alternative to the electric energy production. In addition, contributions were made regarding the insertion of distributed generation into the Brazilian energy matrix, highlighting biomass in this context.*

**Keywords – Biomass, Alternative Sources, Distributed Generation, Energy Matrix.**

brenda.leal.mota@gmail.com

### I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é caracterizado pela capacidade de suprir as necessidades da geração atual, sem que comprometa as necessidades das gerações futuras, assim, o desafio da produção de energia, é conciliar esse desenvolvimento com o crescimento energético [1]. Logo, emerge como alternativa a exploração dos recursos energéticos renováveis. Entretanto, é necessário levar em consideração o planejamento estratégico de órgãos governamentais competentes no que tange à disponibilidade e uso dos recursos, a infraestrutura necessária e os cenários nacionais e internacionais de longo prazo [2].

O Brasil é um dos países com maior representatividade de energia renovável hidrelétrica contando com uma ampla participação dessa fonte em sua matriz energética. Além disso, o país reúne inúmeras vantagens comparativas que o permite à atuação como líder no mercado mundial de produtos agrícolas, agroindustriais e silviculturas, incorporando-as à geração de energia [3].

Apesar das fontes de energia como hídrica, solar e eólica apresentarem desempenhos satisfatórios no que diz respeito à produção de energia elétrica, as mesmas dependem de altos investimentos e de condições climáticas como vento, sol, entre outros. Neste contexto, a biomassa tem se destacado por não depender desses fatores e proporciona redução dos gastos com transmissão de energia elétrica.

Assim, como uma alternativa para produção de energia elétrica através de fontes renováveis, tem-se a biomassa. No ano de 2012, no Brasil, a biomassa ocupou o terceiro lugar nas fontes de geração de energia elétrica, 6,8% do total da energia gerada, atrás apenas da energia hidroelétrica e da energia gerada através do gás natural [9]. Enquanto que em 2016, de acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME), a biomassa tornou-se a segunda fonte de geração mais importante do Brasil na Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE), com o registro de 8,8% [10].

Apesar da ascensão de fontes alternativas de energia, como a biomassa, fica evidente a grande dependência do setor elétrico brasileiro em relação às usinas hidrelétricas. Isso ficou evidente, quando o Brasil enfrentou dificuldades devido à escassez de chuvas, em 2014, houve um comprometimento no abastecimento dos reservatórios das principais centrais

hidrelétricas do Brasil. Por conseguinte, tornou-se necessário o acionamento de termelétricas, por conta da ausência de outras fontes capazes de suprir a demanda energética brasileira, provocando elevação das tarifas de energia. [4].

Como alternativa para diminuição das tarifas energéticas, as redes de energia elétrica tradicionais têm sido gradualmente modificadas pela instalação de geradores de pequena escala próximo aos consumidores, surgindo o termo geração distribuída (GD) [5].

Inicialmente, no Brasil, a GD era utilizada exclusivamente para o fornecimento de energia elétrica em sistemas isolados. Entretanto, em 17 de abril de 2012, com a publicação da Resolução Normativa nº482 (REN 482), a qual prescreve condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída e do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, tornou-se mais comum à utilização da GD conectada com a rede elétrica (grid-tie). Isso porque, o sistema de Compensação de Energia Elétrica, Net metering, baseia-se em créditos de energia elétrica, para que a energia injetada na rede de distribuição seja repassada ao consumidor em forma de créditos, podendo ser utilizada por um período de 36 meses. Com isso, a implementação da GD por consumidores conectados à rede elétrica tornou-se vantajosa [6-8].

Além disso, a partir da inserção da GD em sistemas isolados (off-grid) e conectados à rede elétrica, observaram-se diversos benefícios para o sistema elétrico. Pode-se citar, a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de distribuição e transmissão, o baixo impacto ambiental, a melhoria do nível de tensão da rede no período de carga pesada, aumento da confiabilidade e a diversificação da matriz energética [6].

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral, fazer uma revisão bibliográfica do panorama atual da geração de energia elétrica no Brasil, destacando a biomassa como alternativa a produção de energia elétrica. O presente trabalho recorreu à pesquisa bibliográfica cuja sistematização se dá por meio de análise de artigos acadêmicos, além de relatórios nacionais e internacionais, utilizados no levantamento de dados.

## II. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA BIOMASSA

Nesta seção, serão abordadas as contribuições das energias renováveis no cenário mundial e brasileiro no ano de 2016, enfatizando a biomassa como matéria prima para geração de energia elétrica. Além disso, será abordado o cenário energético mundial e brasileiro no que tange às contribuições das fontes alternativas de energia. Além disto, será considerada a inserção da geração distribuída na matriz energética brasileira e suas contribuições neste cenário.

### A. Energia Renovável

Em 2016, o setor de energia experimentou os maiores aumentos de capacidade de energia renovável. Um dos fatores que contribuiu para esse aumento foi à expansão de países em desenvolvimento em relação à capacidade de energia renovável [11].

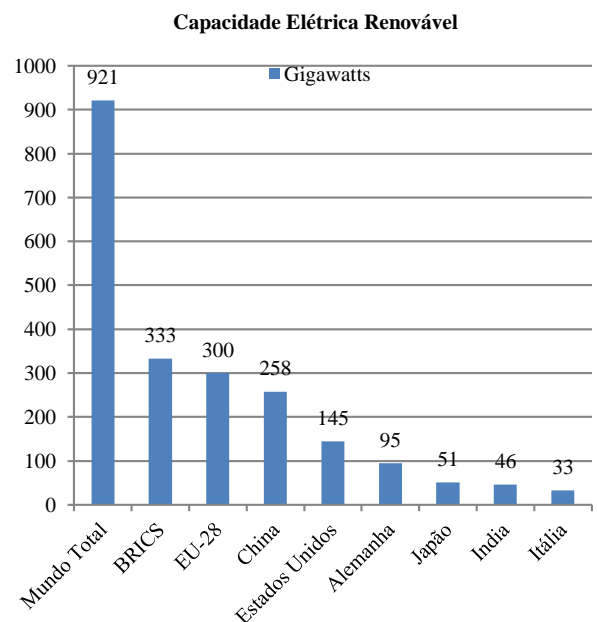
Vale salientar, que países emergentes como Argentina, Chile, China, Índia e México tiveram suas economias transformadas em indústrias de energia, tornando as

tecnologias renováveis mais eficientes e previsão de recursos mais confiáveis. Com isso, esses países se tornaram mercados atraentes para investimentos nessa área [11].

Em 2016 a capacidade de geração de energia renovável apresentou seu maior aumento anual, estimado em 161 GW. Outrossim, a capacidade de energia renovável mundial teve um aumento de aproximadamente 9% em relação a 2015, cerca de 2,017 GW no final do ano. Os principais países que mantiveram sua capacidade elétrica renovável foram a China, os Estados Unidos, Brasil, Alemanha e Canadá [11].

Conforme Figura 1, em 2016, as energias renováveis atingiram um total 921 GW, no mundo, e os BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China) representaram 36,16% deste total. Entre as nações que mais cresceram neste período foram China (258 GW), Estados Unidos (145 GW) e Alemanha (98 GW) destacando-se também o Japão, Índia e Itália.

Figura 1: Capacidade de eletricidade renovável, no mundo, UE 28, BRICS e sete principais países, final de 2016.



Fonte: REN, 2017 (adaptado pelo autor).

A China tem sido a maior desenvolvidora de energia renovável e calor durante os últimos oito anos, sendo o lar de mais de um quarto da capacidade de energia renovável do mundo, totalizando aproximadamente 564 GW, incluindo cerca de 305 GW de energia hidrelétrica [11].

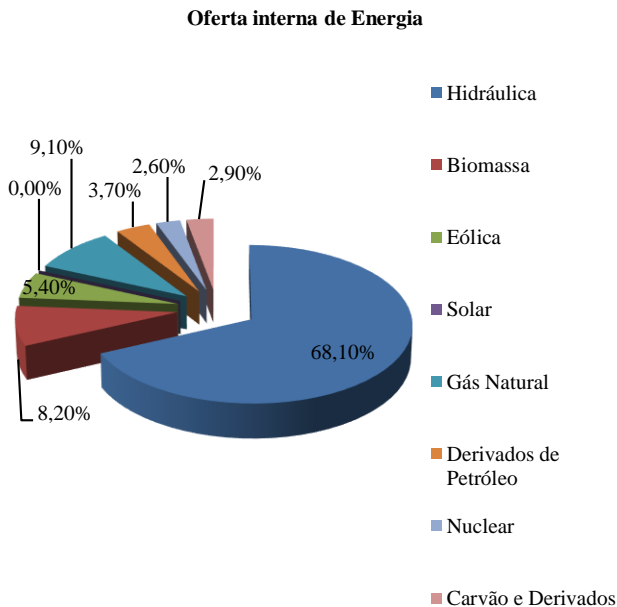
Quase todos os países na última década vêm apoiando diretamente o desenvolvimento e a implantação de tecnologias de energia renovável por meio de um conjunto de políticas que proporcionaram apoio direto e indireto, visando o desenvolvimento econômico, a proteção ambiental e a segurança nacional [12].

Os avanços tecnológicos, a queda dos custos e a crescente penetração de energias renováveis em muitos países continuaram a exigir políticas mais sofisticadas para estimular a implantação e a integração de energias renováveis da forma mais eficaz possível [12].

### B. Cenário energético brasileiro

A produção de energia elétrica no Brasil é considerada como uma das mais sustentáveis no mundo, isso se deve, a matriz energética brasileira ser predominantemente constituída por hidrelétricas [13]. Neste contexto, a Figura 2 mostra o percentual de oferta interna de energia elétrica por fonte no Brasil no ano de 2016.

Figura 2. Oferta Interna de Energia do Brasil por Fonte.



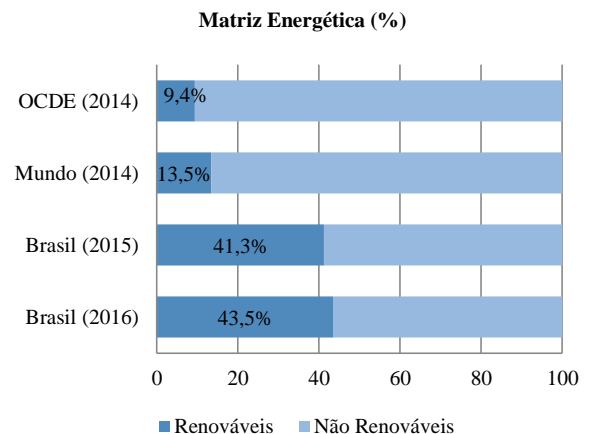
Fonte: Relatório Síntese BEN, 2017 (adaptada pelo autor).

A predominância dos recursos energéticos renováveis na matriz energética do Brasil torna-se evidente ao analisar a Figura 2. A geração hidrúlica é o maior destaque, correspondendo a cerca de 68,1% de toda a oferta interna de energia. Seguidamente, o gás natural é a segunda maior parcela, cerca de 9%. A biomassa é a terceira maior fonte de energia do Brasil, representando aproximadamente 8,2% de toda a energia disponível na matriz energética brasileira. As demais fontes de energia têm as seguintes participações eólica 5,4%, derivados de petróleo 3,7%, carvão e derivados 2,9%, nuclear 2,6% e solar 0% [14].

A capacidade total instalada de geração de energia elétrica do Brasil alcançou 150.338 MW, um acréscimo de 9.479 MW em relação ao ano anterior. Sendo que dessa capacidade total, as fontes renováveis correspondem a 81,7% da oferta interna de eletricidade do Brasil. [14]

Em 2016, a participação das fontes renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se entre as mais elevadas do mundo, apresentando um pequeno crescimento de 2,2%, em relação ao ano de 2015, Figura 3. Esse aumento se deu pela queda da oferta interna de petróleo e derivados, além da expansão da geração hidrúlica [15].

Figura 3. Participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira e mundial.



Fonte: Relatório Síntese BEN, 2017 (adaptada pelo autor).

É possível observar também, através da Figura 3, que o percentual de fontes renováveis na matriz energética foi de 43,5% no ano de 2016. É importante ressaltar que neste percentual está incluso a participação de renováveis na matriz energética provenientes de recursos hídricos, da biomassa oriunda da cana, lenha, carvão vegetal e lixívia, além de outras energias renováveis [15].

Ademais a energia eólica apresentou crescimento de 54,9% em relação ao ano anterior, enquanto de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a biomassa oriunda da cana de açúcar e derivados apresentou 1,5%. Em suma, as fontes alternativas apresentaram aumento, com exceção da lenha e do carvão vegetal, que diminuiu 4,7% em comparação ao anterior, 2015 [14].

### C. Biomassa como fonte de Energia

A biomassa como matéria prima para geração de energia pode ser subdividida em biomassa tradicional e biomassa moderna. A biomassa tradicional é oriunda essencialmente de lenha e resíduos naturais, enquanto a biomassa moderna compreende, por exemplo, o bagaço da cana de açúcar, madeira proveniente de reflorestamento, entre outras [16].

Mesmo com o alto índice de desmatamento, e consequentemente grande parte do planeta não dispor de florestas, a quantidade de biomassa existente na terra é da ordem de dois trilhões de toneladas, o que significa cerca de 400 toneladas per capita. Embora grande parte da biomassa seja de difícil contabilização, devido ao uso não comercial, estima-se que, nos dias de hoje, ela representa cerca de 14% de todo o consumo mundial de energia primária [17,18].

Contudo, esses índices incluem tanto a biomassa moderna, quanto a biomassa tradicional. A biomassa moderna é centralizada como produção sustentável de energia, enquanto a biomassa tradicional é motivo de preocupação dos ambientalistas, já que esta é geralmente explorada de maneira predatória e não sustentável [17,18].

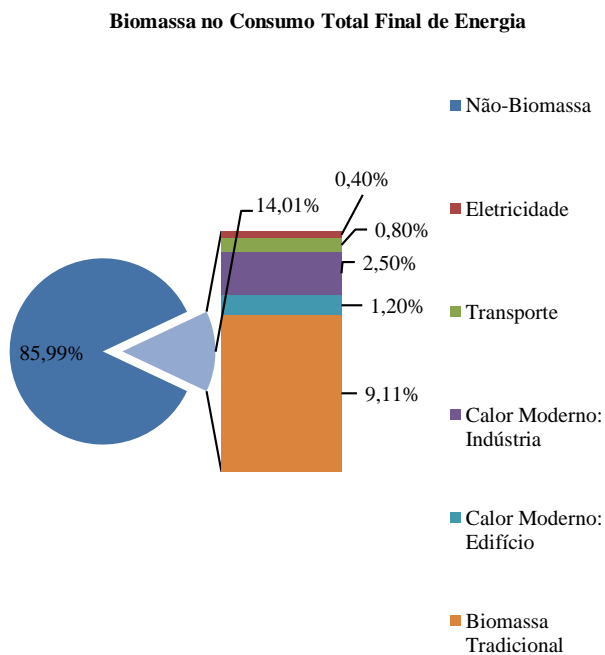
Embora haja crescimento em termos absolutos, a participação da bioenergia tradicional ao consumo total de energia global tem caído gradualmente [19]. Deve-se ressaltar

que a biomassa, quando utilizada de maneira adequada, através de tecnologias mais eficientes, é uma fonte de energia promissora para o desenvolvimento tecnológico dos países. Além disso, a bioenergia, em usos tradicionais e modernos, é a maior contribuinte para a oferta global de energia renovável [17].

Na Figura 4, apresenta-se à contribuição da biomassa para a demanda final de energia, fica claro que seu uso por calor em edifícios e indústria supera largamente o uso para a eletricidade e transporte combinado.

A partir da ascensão do uso da biomassa, emergem diversas tecnologias que buscam obter energia elétrica a partir de produtos que surgem da modificação de matérias primas. É importante notar, que esses produtos geram energia mecânica, através da máquina motriz, que está acoplada nos geradores de energia elétrica [18]. Esses caminhos, que permeiam toda tecnologia, são aplicados exclusivamente para a geração de energia elétrica, utilizada em todos os segmentos industriais.

Figura 4: Ações de Biomassa no Consumo Total Final de Energia por Setor de Uso Final, 2015.



Fonte: IEA, 2017 (adaptada pelo autor).

Essas matérias primas, dadas por uma gama de resíduos e culturas para fins energéticos podem ser usadas diretamente como combustíveis para produção de eletricidade, convertidas em gases ou líquidos combustíveis para transporte ou ainda como substitutos para produtos petroquímicos. Por outro lado, a biomassa sólida é queimada diretamente usando fogões tradicionais e aparelhos mais modernos para fornecer calor para cozinhar e para o aquecimento de espaço e de água no setor residencial [19].

Em relação à indústria de bioenergia, nota-se que esta é composta, principalmente, pelos fornecedores de matéria-prima e processadores; empresas que fornecem biomassa aos consumidores finais, fabricantes e distribuidores especializados em colheita de biomassa [19].

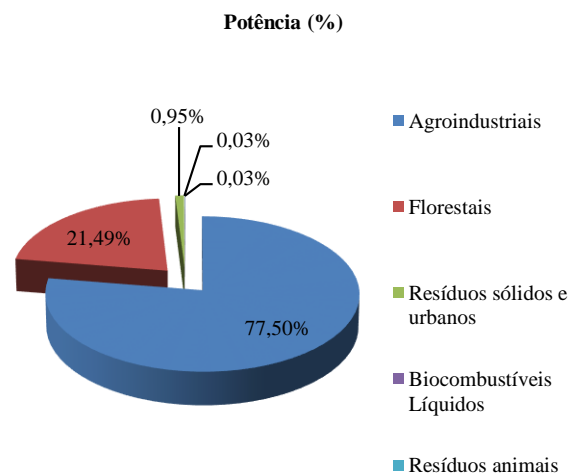
Ademais, no contexto de geração de energia elétrica através da biomassa, é imprescindível a presença de equipamentos de armazenamento e fabricantes de eletrodomésticos e componentes de hardware projetados para converter a biomassa em transportadores de energia e serviços de energia. Outrossim, é de responsabilidade da indústria, com apoio da academia e governos, disponibilizar novas tecnologias e combustíveis para o mercado [19].

A biomassa é classificada como uma fonte energética limpa e renovável, por isso tem sido uma boa alternativa para a diversificação da matriz energética. Apesar da existência de várias fontes de biomassa, somente algumas são economicamente viáveis para a produção comercial, sendo esta dividida em três categorias: origem florestal, agrícola, rejeitos urbanos e industriais [20].

Na produção de biogás no Brasil, destaca-se o aproveitamento de resíduos da cana de açúcar, aterros sanitários e de resíduos rurais, como por exemplo, esterco de animais, derivados do cultivo de milho, orgânicos secos derivados da madeira e outros [21].

A biomassa para a produção de energia elétrica em 2016 contribuiu com 8,8%. Dentro deste percentual, o biogás proveniente de resíduos agroindustriais, é o que apresenta percentual mais significativo, 77,5%, Figura 5 [3].

Figura 5. Composição da Biomassa na Matriz Energética do Brasil, 2016.



Fonte: ANEEL, 2017 (adaptada pelo autor).

Observando a Figura 5 nota-se também que os resíduos florestais apresentam percentual de 21%, enquanto os resíduos sólidos e urbanos 1%, seguido pelos resíduos animais e biocombustíveis líquidos, em torno de 0,03%.

Atualmente 446 usinas que utilizam biomassa estão em operação no Brasil, gerando um total de 9.814 MW. A grande maioria dessas usinas utiliza o bagaço da cana como matéria prima, totalizando 359 usinas. Por sua vez, apenas 19 usinas atualmente utilizam o biogás como fonte de energia [22].

Mesmo com o significativo aumento do setor nos últimos anos, essa é só uma mínima parte da capacidade de produção do Brasil, e equivale a apenas 0,0817% da matriz elétrica

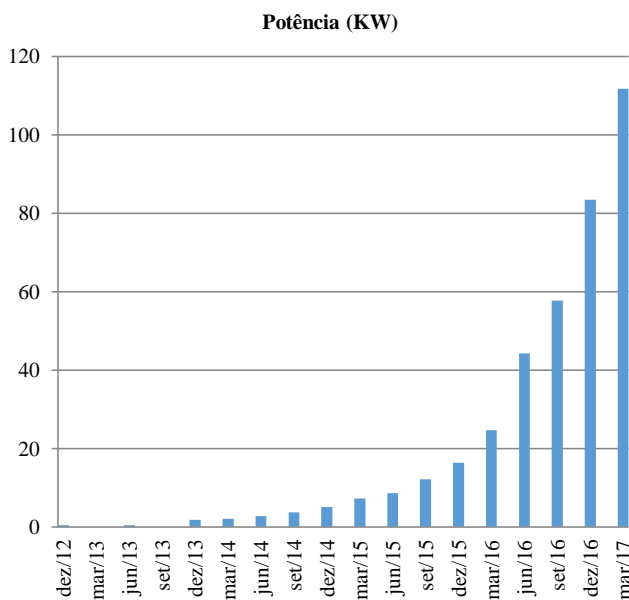
brasileira. Nesse âmbito, todos os anos o país deixa de gerar 115 mil GWh de energia, com o não aproveitamento do potencial disponível de biogás. Esse volume poderia abastecer 25% de toda energia consumida em 2016 [23].

#### D. Geração Distribuída no contexto da Biomassa

A GD é capaz de aumentar potencialmente a confiabilidade, diminuir custos e aumentar a flexibilidade, através da alocação das fontes de energia junto aos consumidores. Além disso, torna-se possível a melhoria da qualidade de fornecimento [24].

Neste contexto, políticas bem elaboradas de incentivo à GD, podem incentivar a utilização de fontes de energia renovável [24]. A evolução da GD por ano no Brasil, no período de dezembro de 2012, até o mês de março de 2017, é representada na Figura 6.

Figura 6: Geração distribuída-evolução anual.



Fonte: ANEEL, 2017 (adaptado pelo autor).

As alterações da Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL através da REN 687/2015, que entrou em vigor em 2015, classifica a GD como: microgeração e minigeração. Sendo a microgeração caracterizada por uma potência instalada menor ou igual a 75 KW, enquanto a minigeração é caracterizada por uma potência superior a este valor e menor ou igual a 5 MW [7,8].

Essas resoluções simplificam os procedimentos para conexão dos sistemas de GD no sistema elétrico, permitindo dessa forma, que cada unidade consumidora (UC) produza sua própria energia e comercialize o seu excedente em forma de empréstimo para a distribuidora, através do Net Metering [4].

Diante disso, em 2017, a micro e minigeração distribuída de energia elétrica, apresentou crescimento influenciado por essas ações regulatórias, o número de conexões chegou a mais de 20 mil instalações, com atendimento a 30 mil unidades consumidoras. Esse tipo de geração chegou a representar uma potência instalada de 247,30 MW, suficiente para atender 367 mil residências [25].

Nesse cenário, a classe de consumo residencial é responsável por 58,71% de conexões, seguida da classe comercial com 35,25% das instalações. A fonte mais utilizada pelos consumidores é a solar com 20.666 adesões, seguida pela termelétrica a biomassa ou biogás com 76 instalações [25]. A Tabela 1 mostra o total de unidades consumidoras por fonte.

Tabela 1 - Unidades Consumidoras com Geração Distribuída

Tipo	Quantidade de Usinas	Quantidade de UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (KW)
CGH	53	6.968	46.819,48
EOL	57	100	10.314,40
UFV	34.077	40.939	327.447,87
UTE	95	240	30.285,08

Fonte: ANEEL, 2018. Adaptado pelo autor.

Ainda na Tabela 1, observa-se que as unidades de geração solar fotovoltaica (UFV) apresentam um total de 34.077 usinas, com 40.939 unidades consumidoras que recebem créditos e uma potência instalada de 327.447,83 kW. Além disso, nota-se que apesar da Usina termelétrica (UTE) apresentar-se em maior quantidade, o número de créditos e de potência instalada são superados pela Central Geradora Hidrelétrica (CGH).

### III. CONCLUSÃO

O estudo mostrou um panorama geral sobre as energias renováveis no contexto mundial e brasileiro, destacando a biomassa como alternativa a produção de energia elétrica. A biomassa é a terceira maior fonte de energia do Brasil, representando aproximadamente 8,2% de toda a energia disponível na matriz energética brasileira.

A produção de energia elétrica em pequena escala, através da micro e minigeração distribuída, tem se tornado cada vez mais frequente no setor elétrico brasileiro. Através do estudo foi possível notar que a GD apresentou um avanço significativo nos últimos anos, apresentando um aumento considerável na capacidade de potência entre dezembro de 2012 e março de 2017.

É importante notar, que essa ascensão da GD se deu devido às diversas vantagens proporcionadas por esse sistema, como a redução das perdas elétricas associadas ao transporte de energia, devido à proximidade da unidade de geração e a carga, aumento da confiabilidade, melhora na qualidade de energia entre outras. Além disso, ficou claro que a publicação da REN nº 687, em 2015, pela ANEEL, possibilitou a expansão da GD de pequeno porte no sistema elétrico brasileiro.

### REFERÊNCIAS

- [1] L.B. Reis, E.C. Santos, *Energia Elétrica e Sustentabilidade: Aspectos tecnológicos, socioambientais e legais*, Manole Ltda, 2ª Edição, Barueri, SP, 2014.
- [2] T.C.G. Pereira, *Energias renováveis: políticas públicas e planejamento energético*. Edição Digital, Curitiba. PR, 2014.

- [3] Ministério de Minas e Energia (2006/2007). *Plano Nacional de Energia, 2030*. Acedido em 07 de junho de 2018, em: <http://www.mme.gov.br>.
- [4] R.M. Azevedo, *Impactos Operacionais da Complementariedade de Fontes de Geração Solar Fotovoltaica e a Biogás em Sistemas de Distribuição*, Dissertação, UFSM, Santa Maria, RS, 2016.
- [5] F.J. Soccol, A.L. Pereira, W.C. Celeste, D.J.C. Coura, G.L.D. Chaves, *Desafios para Implementação da Geração Distribuída no Brasil: Uma Revisão Integrativa da Literatura*. Brazilian Journal of Production Engineering, São Mateus, Vol 2, N°3, p. 31-43 (2016) Editora CEUNES/DETEC.
- [6] Agência Nacional de Energia Elétrica. *Cadernos Temáticos ANEEL: Micro e Minigeração Distribuída. Sistema de Compensação de Energia Elétrica*. 2ª Edição, Brasília, 2016
- [7] Agência Nacional de Energia Elétrica *Resolução Normativa n° 482 de 17 de abril de 2012*. Acedido em 16 de julho de 2018, em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>.
- [8] Agência Nacional de Energia Elétrica *Resolução Normativa n° 687 de 24 de novembro de 2015* Acedido em 16 de julho de 2018, em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>.
- [9] Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. 1ª Edição. Brasília, 2012.
- [10] Ministério de Minas e Energia (2017). *Biomassa é a segunda maior fonte de energia em 2016*. Acedido em 07 de junho de 2018, em: <http://www.mme.gov.br>.
- [11] Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, REN 21 (2017). *Renewables 2017: Global Status Report*. Acedido em 06 de junho de 2018, em: <https://pt.linkedin.com/pulse/renov%C3%A1veis-status-do-relat%C3%B3rio-global-2017-ren17-arnaldo-m-botteon>.
- [12] Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, REN 21 (2017). *Policy Landscape*. Acedido em 06 de junho de 2018, em: [http://www.ren21.net/gsr-2017/chapters/chapter\\_05/chapter\\_05/](http://www.ren21.net/gsr-2017/chapters/chapter_05/chapter_05/).
- [13] International Energy Agency, IEA (2017). *World Energy Outlook*. Acedido em 07 de junho de 2018, em: <http://www.iea.org/weo/>.
- [14] Empresa de Pesquisa Energética, BEN (2017). *Balanço Energético Nacional*. Acedido em 05 de junho de 2018, em: <https://ben.epe.gov.br>.
- [15] Empresa de Pesquisa Energética, BEN (2017). *Relatório Síntese: Balanço Energético Nacional*. Acedido em 04 de julho de 2018, em: <https://ben.epe.gov.br>.
- [16] M.R.L.V. Leal, *O potencial de Aproveitamento da Energia da Biomassa*. Acedido em 30 de maio de 2018, em: [http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-23942005000300024&lng=es&nrm=is](http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942005000300024&lng=es&nrm=is).
- [17] Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. 1 ed. Brasília, 2002.
- [18] Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. 3ª Edição. Brasília, 2008.
- [19] Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, REN 21 (2017). *Energia Renováveis 2016 2016. Relatório da Situação Mundial*. Acedido em 06 de junho de 2018, em: <http://www.ren21.net/gsr>.
- [20] B.X. Rezende. *Estudo e Viabilidade da Utilização de Biomassa para a Geração de Energia Elétrica*. Monografia. João Monlevade, MG, 2017.
- [21] D.A.L.L. Lima, J.R. Garcia, A.C.P. Vieira, J.M.F.J. Silveira. *A inserção de inovação e novo padrão da agroindústria canavieira: estudo de caso na usina Goiás-Goiás*. Acedido em 04 de julho de 2018, em: <http://www.revistaespacios.com/a12v33n11/12331101.html#refbib>.
- [22] G.V.S. Dias, P.N. da Costa, *Estudo de Geração Distribuída a partir da Biomassa de Resíduos Sólidos Urbanos em Smart Grid*. Monografia, Brasília, DF, 2013.
- [23] Biomassa&Energia. *Produção de Energia Elétrica a partir do biogás cresce 14% em 2017*. Acedido em 05 de agosto de 2018, em: <https://www.biomassabioenergia.com.br>.
- [24] L.B. Reis, *Geração de Energia Elétrica*. Manole Ltda, 2ª Edição, Barueri, SP, 2011.
- [25] Agência Nacional de Energia Elétrica *Resolução Geração Distribuída ultrapassa 20 mil conexões*. Acedido em 05 de agosto de 2018, em: [http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/contente/geracao-distribuida-ultrapassa-20-mil-conexoes/656877](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/contente/geracao-distribuida-ultrapassa-20-mil-conexoes/656877).