

CONCEITOS E VIABILIDADE DA MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUIDA

CONCEPTS AND VIABILITY OF MICROGENERATION AND MINIGENERATION DISTRIBUTED

BRUNO HENRIQUE TIENI^{1*}, RODOLPHO DANCS QUAGLIO², LILIAN FELIPE DA SILVA TUPAN³

1. Acadêmico do 5º ano do curso de Engenharia Elétrica-Faculdade Ingá; 2. Responsável técnico da empresa Moran Projetos; 3. Mestre em Física pela Universidade Estadual de Maringá, Professora assistente – Departamento de Engenharia Elétrica – Faculdade Ingá.

*Rua Pioneiro Porfirio de Moraes, 1372, Jardim Alvorada Três, Maringá, Paraná, Brasil. CEP:87035-360. brunotiene@hotmail.com

Recebido em 31/08/2016. Aceito para publicação em 11/10/2016

RESUMO

Baseados no atual cenário econômico que o Brasil se encontra e também nas diversas crises energéticas sofridas pelo país ao longo da história, muitas delas devido à demanda crescente de energia e a dependência quase que exclusiva de fontes hídricas, este trabalho propõe ilustrar ao leitor os conceitos, funcionamento e a possível viabilidade econômica e ambiental do sistema de Micro e Minigeração distribuída, na tentativa de buscar uma possível solução para essas crises, também serão abordadas as normas que regulamentam a Micro e Minigeração e na sequência apresentaremos um estudo de caso, onde serão expostos dados reais de uma empresa em períodos antes, e pós-implantação de um sistema de Microgeração distribuída, utilizando a energia solar fotovoltaica como fonte geradora.

PALAVRAS-CHAVE: Microgeração, minigeração, crise energética, geração distribuída, energia fotovoltaica.

ABSTRACT

Based in the current economic scenario of Brazil, and also in the various energy crises suffered by the country throughout history, many of them due to the increasing demand for energy and also of the dependence - almost total - of hydro sources, this work proposes to present to the reader the concepts, operation and the possible economic and environmental viability of the Micro and Minigeneration distributed in the attempt to find a possible solution to these crises, also will be exposed the regulatory rules the Micro and Minigeneration distributed. Then there will be a case study, where they'll be present the data from a company, which will exhibit the before and after the application of Microgeneration system distributed using the photovoltaic solar energy as a generating source.

KEYWORDS: Microgenerarion, minigeneration, energy crisis, distributed generation, photovoltaic energy.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil enfrenta uma grave crise no se-

tor elétrico, esta, entre outras, resulta em grande prejuízo financeiro aos cofres públicos e a população em geral, já que tal prejuízo é repassado ao consumidor através de aumentos progressivos na conta de luz (SROU, 2005). Historicamente, de acordo com TOLMASQUIM (2000), não é a primeira grande crise no setor elétrico brasileiro, desde meados de 1950 o Brasil sofre com apagões. Em 2001 devido à falta de chuvas e a falta de investimentos no setor o país enfrentou uma de suas maiores crises, que foi sanada no ano seguinte graças ao retorno das chuvas. Entre 2002 e 2014 o país teve pequenas crises isoladas voltando a sofrer gravemente no ano de 2015 (ROSA, 2001; ALCOFORADO, 2010).

Com início em 2015 e continuidade em 2016, a mais recente crise manteve-se principalmente, devido ao baixo nível dos reservatórios, assim se fez necessário o acionamento total do potencial das termelétricas, sendo este o principal motivo para a alta do custo da energia, que segundo o IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo) chegou a 49% da inflação, em 2015 (CRAIDE, 2016).

Mediante as várias crises enfrentadas fica evidenciada a necessidade de grandes investimentos no setor, tanto nas áreas de transmissão, distribuição e principalmente na geração. Em virtude desta instabilidade, cresce o número de consumidores que investem em geração própria. Tais gerações de pequeno porte são denominadas, conforme a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), como Micro e a Minigeração distribuída, estas consistem na produção de energia elétrica a partir de pequenas centrais geradoras, que em geral utilizam fontes de energia renováveis.

De acordo com a Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL, constitui-se Microgeração distribuída uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada de até 75 kW e que utilize cogeração qualificada, ou fontes renováveis de energia elétrica, já a Minigeração distribuída enquadra-se centrais geradoras com potência instalada superior 75 kW e até 3 MW para fontes hídri-

cas, ou entre 75 kW e 5 MW para cogeração qualificada ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica (ANEEL, 2014).

Atualmente, no Brasil, vários consumidores já produzem sua própria energia e injetam as “sobras” na rede elétrica das distribuidoras. Como por exemplo, a Unidade Niquelândia da Votorantim Metais que produz 40% do total de energia demandada pela unidade. Um outro exemplo é o Goiânia Shopping, que economiza até 50% do valor total gasto com energia elétrica, a Sicred Brasil Central, que gera cerca de 3.78 MW/h deixando de emitir mais de 1 tonelada de dióxido de carbono por ano, e o shopping Estação Goiânia que atualmente é autossuficiente em energia elétrica (FREITAS, 2015).

A geração distribuída vem crescendo continuamente, até maio de 2016, foi registrado 3.565 conexões de geração distribuída. Segundo a ANEEL o país já gera 29,7 megawatts (MW) em geração distribuída (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

Assim, visando acelerar o crescimento deste novo conceito em geração a resolução normativa 482/2012 foi alterada pela resolução 687/2015 com o objetivo de extinguir as barreiras à Micro e Minigeração. Segundo a ANEEL, até 2030, 2,7 milhões de consumidores irão utilizar Micro e Minigeração distribuída (ANEEL, 2016).

Uma importante inovação trazida pela Resolução é o Sistema de Compensação, permitindo que a energia excedente, gerada pela unidade consumidora, seja injetada na rede, cedida à distribuidora local, e posteriormente compensada pelo mesmo consumidor caso haja consumo faturado, ou até mesmo compensado em outra unidade consumidora de mesma titularidade, escolhida pelo cliente que a gerou, respeitando um limite de até 60 meses, esse tipo de compensação é chamado de autoconsumo remoto (ANEEL, 2014). Além de esclarecer, a normativa traz todas as orientações necessárias ao consumidor que queira produzir sua própria energia.

Diante do exposto, salienta-se a necessidade de apresentar ao leitor, a viabilidade de se investir na aplicação da Micro e Minigeração distribuída. A seguir apresentaremos um caso real, onde o sistema de Microgeração foi implantado, analisaremos os seus respectivos custos de implantação e na sequência os possíveis retornos financeiros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo de caráter observacional e descritivo visa ilustrar os custos reais de implantação de um sistema de Microgeração a partir de fontes renováveis, no caso a energia solar do tipo Off-Grid, sem a utilização de baterias. Através de um sistema fotovoltaico instalado em uma empresa de projetos situada na cidade de Maringá no Paraná. Após o sistema instalado, será avaliado o custo total de implantação e os custos mensais de ma-

nutenção, caso haja. Por fim, será verificada a redução dos gastos mensais com energia elétrica de modo a concluir se a Micro e Minigeração distribuída são ou não uma alternativa viável e válida, rumo ao processo de independência energética e sustentabilidade.

Além da obtenção dos orçamentos, também foi realizada uma entrevista com o responsável técnico da empresa, a fim de observar quais as motivações e perspectivas da empresa quanto a Micro e Minigeração.

3. RESULTADOS

A Inicialmente foi coletado o orçamento de implantação do sistema fotovoltaico e as contas de luz da empresa, no período anterior a instalação do sistema (outubro de 2014 à março de 2015), e pós instalação do sistema (outubro de 2015 à março de 2016), os dados obtidos estão dispostos nas tabelas 1 e 2. O projeto (custo total) foi orçado em R\$ 50.696,98 onde aproximadamente 60 % do total se refere a compra dos materiais, como os painéis solares, inversores de frequência, cabamentos e etc. e os 40% restante seriam a carga dos custos para a realização do projeto elétrico e execução da obra. O sistema completo já instalado é apresentado na figura 1.



Figura 1. Instalação finalizada no telhado da empresa.

A tabela 1 apresenta o consumo mensal em kWh/mês e os valores pagos pela empresa nos meses de outubro de 2014 a março de 2015, período em que o sistema fotovoltaico ainda não estava em operação, na tabela 2 temos os dados pós instalação do sistema, além do consumo mensal também é exposto o valor do kWh/mês gerado, ou seja, é apresentado quanto a empresa gerou de energia elétrica, utilizando o sistema fotovoltaico. Como o valor gerado não foi suficiente para suprir a demanda total da empresa e existem as taxas mínimas a última coluna da tabela 2 apresenta o valor remanescente pago à concessionária de energia.

Tabela 1. Valores antes da instalação do sistema fotovoltaico

Mês	kWh Consumo*	Valor faturado (R\$)
out/14	941	486,77

nov/14	975	503,45
dez/14	854	444,08
jan/15	657	367,89
fev/15	827	476,56
mar/15	849	602,8

Tabela 2. Valores após a instalação do sistema fotovoltaico

Mês	Consumo [kWh]*	kWh Gera-do**	Consumo Total [kWh]***	Valor fatura-do [R\$]
out/15	664	222	886	642,53
nov/15	529	307	836	325,52
dez/15	457	409	866	257,57
jan/16	422	484	906	199,17
fev/16	584	401	985	392,84
mar/16	443	792	1235	249,17

*Consumo faturado (concessionária em kWh).

**Potência gerada pelo sistema fotovoltaico Off-Grid em kWh.

*** Soma do consumo faturado e do consumo gerado pelo sistema fotovoltaico Off-Grid.

4. DISCUSSÃO

Sabendo que houve uma variação do valor do kWh nos meses analisados, foi realizada uma média simples afim de obter o valor médio do kWh, este foi de aproximadamente R\$ 0.72 kWh, na sequência foram recalculados os novos valores das faturas, assim foi possível visualizar de maneira simplificada a viabilidade de implantação do sistema. Os valores recalculados são expostos nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Valor faturado – Antes da instalação do sistema

Mês	kWh Consumo	Valor faturado (R\$)
out/14	941	677,52
nov/14	975	702,00
dez/14	854	614,88
jan/15	657	473,04
fev/15	827	595,44
mar/15	849	611,28

Tabela 4. Valor faturado – Após a instalação do sistema

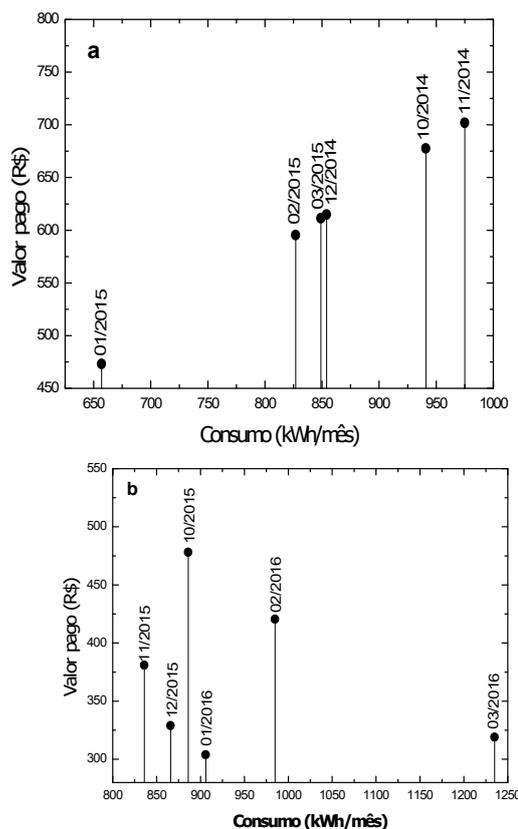
Mês	Consumo [kWh]	kWh Gerado	Consumo Total [kWh]	Valor fatura-do [R\$]****
out/15	664	222	886	478,08
nov/15	529	307	836	380,88
dez/15	457	409	866	329,04
jan/16	422	484	906	303,84
fev/16	584	401	985	420,48
mar/16	443	792	1235	318,96

**** O valor faturado se refere apenas ao total consumido da concessionária.

Com base nas tabelas 3 e 4 foi possível plotar os gráficos de consumo mensal por valor pago, antes da im-

plantação do sistema (figura 2-a) e após a implantação do sistema (figura 2-b), afim de visualizar melhor o consumo e os custos mensais com energia elétrica. Ainda foi calculado o valor médio de consumo antes da instalação do sistema fotovoltaico (850,5 kWh/mês) e pós a instalação do sistema (952,34 kWh/mês).

Percebe-se que o consumo médio de energia aumentou aproximadamente 12%, porém mesmo com o aumento da demanda o valor pago a concessionária de energia teve uma redução de aproximadamente 39 %, isto se justifica pelo fato de aproximadamente 46% da energia consumida ser fornecida pelo sistema fotovoltaico.

**Figura 2.** Valores pagos à concessionária e consumo mensal em kWh

Além dos dados expostos e analisados acima, foi realizado uma entrevista com o responsável técnico da empresa que apresentou as perspectivas e projeções de retorno do sistema.

Com o valor investido de R\$50.696,98 para instalar o sistema, segundo os cálculos da própria empresa em menos de 5 anos haveria uma economia suficiente para pagar todo o custo de implantação, e a partir deste mesmo período o sistema passaria a gerar lucro. Para melhor compreensão desse retorno financeiro a empresa utiliza um sistema de planilhas que baseado na economia passada e atual do país, projeta os custos e os retornos financeiros do sistema ao longo dos anos. Assim, o

Payback total do sistema seria de 5 anos após a instalação e nos próximos 20 anos o sistema por si traria retorno financeiro. A tabela 5 apresenta as projeções realizadas pela empresa, para os próximos 5 anos.

Tabela 5. Dados de Payback do sistema da empresa

Ano	1°	2°	3°	4°	5°
Rendimento dos Painéis (%)	100	99,1	98,2	97,3	96,4
Geração solar anual (kWh/ano)	9.003	8.921	8.840	8.758	8.676
Projeção do custo do kWh (R\$)	0,835	1,023	1,176	1,352	1,461
Economia Gerada/ano (R\$)	7.514	9.123	10.395	11.844	12.672
Economia acumulada (R\$)	7.514	16.637	27.032	38.876	51.548
Crédito em Carbono (Ton/ano)	2,61	2,59	2,56	2,54	2,52

Na Tabela 5 pode-se observar que o rendimento das placas solares, apresentam um pequeno percentual de queda ao longo dos anos, assim como sua geração de energia em kWh. Também é estimado um reajuste médio anual da energia paga, ou seja, os reajustes anuais no valor do kWh que gera o custo das faturas. Desta forma, estima-se o valor acumulado de economia assim como os créditos gerados pelo sistema.

Na Tabela 6 temos o cálculo de economia gerada pelo sistema ao longo de sua vida útil, imposta a taxas de aplicações financeiras no período em que a empresa investiu no sistema.

Tabela 6. Projeção econômica do sistema

Ano	10°	15°	20°	25°
Valor (R\$)	91.444,00	142.481,00	196.553,00	253.806,00

Na tabela 6, temos que em 10 anos de funcionamento o sistema utilizado pela empresa irá gerar cerca de R\$ 91.444,00 já impostas às taxas de aplicações, da mesma forma isso ocorrerá nos anos subsequentes, até que ao final da vida útil garantida do sistema, aos 25 anos de funcionamento, a economia estimada será de R\$ 253.806,00.

Já na Tabela 7 temos a estimativa do custo médio do kWh a longo prazo, onde o valor do kWh gerado tende a ficar mais barato para quem gera, e a quantidade gerada e acumulada ao passar do tempo, enquanto o custo inicial permanece.

Tabela 7. Custo médio do kWh á longo prazo

Período	15 anos	20 anos	25anos
Energia total gerada no período (kWh)	126.614	165.467	202.935
Total investido (R\$)	50.698,98		
Custo médio do kWh gerado (R\$)	0,400	0,306	0,250

Na tabela 7 são analisados os períodos de 15 a 25 anos, que é o tempo mínimo de funcionamento do siste-

ma, garantido por fabricante. O total de energia gerada pelo sistema nesse período é estimado entre 126.614 kWh e 202.935 kWh, observa-se que o custo total investido se mantém igual ao custo inicial de implantação já que este sistema basicamente não demanda manutenção. Sendo assim fica evidenciada a valorização ao longo dos anos da energia gerada, proporcionando maior lucro, tendo em vista que o mesmo possui um pequeno período de recuperação de investimento inicial se comparado a seu tempo útil de funcionamento.

Os cálculos e projeções acima mencionados foram repassados pela empresa, que neste caso além de cliente também foi a responsável pelo projeto e implantação do sistema fotovoltaico, tais cálculos foram realizados antes da instalação do sistema para que fosse possível mensurar os benefícios que o sistema fotovoltaico poderia trazer, desta forma, após analisado ficou evidente que seria vantajoso à escolha deste sistema.

Ao analisar o mercado das empresas que vendem e instalam a tecnologia de geração fotovoltaica, notasse que esse tipo de análise financeira e de retorno econômico em longo prazo é necessário, pois além de ser uma forma de conquistar novos clientes, também é uma forma de análise do perfil de cada cliente, para saber se é ou não viável o investimento nesse tipo de geração.

Antes da instalação a empresa também levou em consideração que o sistema fotovoltaico apresenta baixa manutenção, já que as placas necessitam apenas de limpeza, que pode ser realizada a cada semestre ou até anualmente, dependendo do local onde estão instaladas as placas e da incidência de poeira e fuligens sobre elas, ou seja, o custo de manutenção para esse sistema é praticamente zero.

A expectativa de vida útil do sistema determinada por fabricante é de 10 anos para os inversores utilizados (com garantia de 5 anos para defeitos de fábrica), e de 25 anos dos módulos/placas solares utilizadas (com garantia de 10 anos para defeitos de fábrica). Segundo o técnico responsável da empresa, o sistema instalado produz em média 20 kWh por dia, ou 600 kWh por mês, nessa perspectiva o sistema da empresa foi projetado para gerar sobras, porém a quantidade de sobras depende muito da produção mensal das placas.

A empresa foi questionada sobre a necessidade da utilização de energia da distribuidora após a instalação do sistema fotovoltaico e a mesma informou que o sistema tem a capacidade de suprir o consumo em sua totalidade atendendo integralmente a necessidade da empresa, tornando-a autossuficiente, porém, devido às oscilações na geração, principalmente por motivos climáticos, torna-se necessário a utilização da energia da concessionária em certos períodos do dia. Após fornecer os dados e responder os questionamentos impostos o responsável técnico da empresa afirma categoricamente que o sistema é viável e que já é possível observar o retorno do

mesmo.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho, inicialmente, foi levantada a hipótese da viabilidade financeira da Micro e Minigeração distribuída, de forma que foi abordado alguns fatos históricos sobre as diversas crises e dificuldades energéticas enfrentadas pelo país, também foi exposto à realidade de algumas empresas que já investiram em tecnologias e aderiram ao conceito do retorno financeiro aliado à sustentabilidade proporcionado pelas diversas fontes de energias renováveis.

Assim podemos finalizar este estudo reconhecendo que o sistema de Micro e Minigeração distribuída é peça chave para a mudança social e ambiental no Brasil e no mundo. Também devido aos diversos incentivos fiscais e econômicos, além do aprimoramento das leis e normas que regem este sistema, concluímos que há um retorno financeiro viável aos indivíduos que investem nele, porém este sistema demanda certo tempo para gerar lucro, mas a curto prazo já é possível observar uma redução significativa no valor pago às concessionárias de energia elétrica.

Considerando que devemos pensar não só no lucro, mas também em reduzir os impactos ambientais, temos a percepção de que a Minigeração e a Microgeração distribuída podem ser a resposta ou até mesmo a solução que precisávamos já que estas em sua maioria têm sua origem em fontes renováveis e não necessitam de grandes construções e nem grandes investimentos financeiros, sendo viável tanto para pequenos empresários ou até mesmo para residências.

REFERÊNCIAS

- [01] ALCOFORADO, F. A atual crise energética do Brasil e seus impasses estruturais. *Revista Brasileira de Energia*. v. 1/ Nº 2, p. 1–8, 2010.
- [02] ANEEL 2014. Micro e Minigeração distribuída: Sistema de compensação de energia elétrica. Brasília: [s.n.].
- [03] ANEEL. Micro e Minigeração Distribuídas. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- [04] CRAIDE, S. Aumento da oferta de energia pode estabilizar tarifas em 2016. EBC Agência Brasil. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-01/aumento-da-oferta-de-energia-pode-estabilizar-tarifas-em-2016>>. Acesso em: 30 jul. 2016.
- [05] FREITAS, D. Indústrias produzem a própria energia elétrica. Disponível em: <www.opopular.com.br/editorias/economia/ind%C3%B3ria-produzem-a-pr%C3%B3pria-energia-el%C3%A9trica-1.776180>. Acesso em: 6 abr. 2016.
- [06] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Brasil registra

- 3.565 conexões de geração distribuída até maio Brasília Ministério de Minas e Energia, , 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/energia-e-letrica/pagina-inicial/see-destaques>>. Acesso em: 25 abr. 2016.
- [07] ROSA, J. M. DA. Os apagões dos ``anos dourados``. *Jornal da Unicamp*. Campinas, p.13, Jul. 2001.
- [08] SROUR, S. A Reforma do Estado e a Crise no Setor de Energia Elétrica: Uma Visão Crítica do Caso Brasileiro. Estudo Apresentado à Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas para a Obtenção do Grau de Mestre em Administração Pública. Rio de Janeiro, 2005. Dissertação (Mestrado). Fundação Getúlio Vargas.
- [09] TOLMASQUIM M. As Origens da Crise Energética Brasileira. *Ambiente & Sociedade - Ano III - No 6/7 - 1o Semestre de 2000/2o Semestre de 2000*.