

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, MICRO E MINI USINAS: UM ESTUDO DE CASO PARA BASES EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM PARATY

PEDRO HENRIQUE B. PANTALEÃO DOS SANTOS

Graduando em Engenharia Elétrica – UNICAMP

E-mail: pedrohbps@gmail.com

RESUMO: Diante dos estudos que comprovam os benefícios da implementação de Micro e Mini-usinas geradoras, como aumento da eficiência energética da rede, maior estabilidade e confiabilidade do sistema elétrico e uma boa viabilidade econômica, a agência reguladora de energia elétrica no Brasil em contato com outras instituições como a Associação de Distribuidoras de Energia Elétrica e o Instituto Nacional de Eficiência Energética buscam incentivar esse tipo de geração. Esse trabalho traça um estudo de caso sobre a implementação dessas geradoras na cidade de Paraty, no Rio de Janeiro, buscando mostrar seu funcionamento e viabilidade além do potencial da cidade de Paraty para a implementação desse tipo de geradora. Espera-se que esse estudo sirva de base para programas de Educação Ambiental visando a adesão de moradores locais a esse tipo de geração de energia.

PALAVRAS-CHAVE: Geração Distribuída, MicroUsinas, MiniUsina, Geração de Energia.

DISTRIBUTED GENERATION, MICRO AND MINI PLANTS: A STUDY CASE FOR BASES IN ENVIRONMENTAL EDUCATION AT PARATY

ABSTRACT: In light of studies showing the benefits of implementing Micro and Mini mills generating energy such as increased energy efficiency of the network, greater stability and reliability of the electric system and a good economic viability, the regulator of electricity in Brazil in contact with other institutions such as the Distributors Association of Electricity and the National Institute of Energy Efficiency seek to encourage this type of generation. This work outlines a case study on the implementation of these generators in the city of Paraty, in Rio de Janeiro, in order to show its operation and viability beyond the potential of the city of Paraty for the implementation of this type of generator. It is hoped that this study will serve as a base for environmental education programs to the membership of local residents to this type of power generation.

KEYWORDS: Distributed Generation, MicroUsinas, mini mill, Power Generation.

INTRODUÇÃO

Segundo a página internet do Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE, 2015) Geração Distribuída (GD) é uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima do(s) consumidor(es) independente da potência, tecnologia e fonte de energia, englobando o

setor industrial, comercial e residencial. Na intenção de incentivar a GD, a agência reguladora de energia elétrica no Brasil - ANEEL criou em 2012 a Resolução normativa N°482/12 onde determina que o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição

de sua localidade. Trata-se da micro e da minigeração distribuídas de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade (ANEEL, 2015).

A ANEEL regulamenta que a micro e a minigeração de energia elétrica consistem na produção de energia a partir de pequenas centrais geradoras que utilizam fontes com base em energia solar, eólica, biomassa e hidráulica e para efeitos de diferenciação, a microgeração distribuída refere-se a uma central geradora, com potência instalada menor ou igual a 100 quilowatts (kW), enquanto que a minigeração distribuída diz respeito às centrais geradoras com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 megawatt (MW) (MICRO E MINI GERAÇÃO, 2012).

De acordo com o Banco de Informação de Geração da ANEEL (BIG, 2015), a geração de energia através de Micro e Mini usinas é hoje responsável por menos de 0,3% da energia gerada no país, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Fontes de Energia Exploradas no Brasil (CGH – Central Geradora Hidrelétrica; EOL – Central Geradora Eólica; PCH – Pequena Central Hidrelétrica; UFV – Central Geradora Solar Fotovoltaica; UHE – Usina Hidrelétrica; UTE–Usina Termelétrica; UTN – Usina Termonuclear).

EMPREENDEMENTOS DE GERAÇÃO EM OPERAÇÃO		
TIPO	QUANTIDADE	%
CGH	488	0,23
EOL	238	3,82
PCH	472	3,54
UFV	317	0,01
UHE	201	62,74
UTE	1.895	28,18
UTN	2	1,48
Total	3.613	100

A Tabela 1 evidencia que o cenário de geração de energia elétrica no Brasil destoa do observado em outras nações, como por exemplo, a Alemanha, que em 2012 num trabalho de incentivo à GD conseguiu que 5% de toda sua energia consumida fossem oriunda de painéis fotovoltaicos e estabeleceu como meta 20% de geração fotovoltaica até 2030 (DEUTSCHE WELLE, 2012). Segundo o engenheiro Samarjit Chakaborty, da Universidade Técnica de Munique um dos fatores que permite a obtenção desses valores é a adesão popular. “Mais de 65% dos geradores são de indivíduos ou comunidades. É uma revolução civil”(GALILEU, 2012).

A Geração Distribuída é vantajosa, pois além de reduzir a sobrecarga do sistema nos horários de pico, reduz o investimento nacional em geração, distribuição e transmissão. A geração próxima a carga torna o sistema mais estável e confiável e também aumenta a eficiência energética da rede devido a essa

proximidade entre fonte e carga que evita perdas associadas à transmissão de energia.

Observa-se na Tabela 1 que um número reduzido de usinas gera a maior porcentagem de energia no país, das 3.613 unidades geradoras em operação no Brasil apenas 201 são responsáveis por mais de 60% da produção energética nacional. Com consequência dessa geração mais centralizada se faz necessário o uso de extensas linhas de transmissão para a distribuição de energia no Brasil. Com isso, o índice de perdas técnicas nacional - montante de energia dissipada entre a geração e o ponto de entrega – é bastante elevado, conforme observa-se na Figura 1. O percentual de perdas técnicas no Brasil se mantém acima de 8% desde 2006. Realizando um cálculo aproximado, dos 134GW de Potência Fiscalizada gerados no país cerca de 10GW são dissipados numa perda inerente à grande malha de distribuição nacional.



Figura 1 – Percentual de Perdas Técnicas (em verde) em relação à energia injetada no Sistema Global das 64 distribuidoras (Fonte: Abradee <http://www.abradee.com.br/imprensa/artigos-e-releases/1018-perdas-na-distribuicao-baixa-tensao-altos-prejuizos-reportagem-especial-canal-energia>)

Diante desse cenário, a geração distribuída passa a ser não apenas uma alternativa para consumidores que não estão contemplados pelo sistema de distribuição de energia, mas uma opção de geração energética sustentável, de baixo custo, boa viabilidade econômica e benéfica ao sistema elétrico, reduzindo suas perdas técnicas ao mesmo tempo em que aumenta sua qualidade de distribuição de energia.

Na intenção de incentivar esse tipo de geração a ANEEL, em sua resolução nº482/12, criou o chamado Sistema de Compensação de Energia Elétrica que permite que a energia gerada pela unidade consumidora através da Micro ou Minigeração seja injetada na rede da distribuidora, dessa forma a energia elétrica gerada por essas unidades consumidoras é cedida à distribuidora local, sendo posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora (ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade) (MICRO E MINI GERAÇÃO, 2012).

MATERIAIS E MÉTODOS

Na semana do dia 09 a 13 de fevereiro, realizou-se visitas em propriedades particulares que possuem geradores ou potencial para sua instalação de Micro Usinas no município de Paraty, RJ.

Foram realizadas visitas com dois objetivos diferentes. Nas propriedades onde já havia instalada uma Micro ou Minigeradora o objetivo era verificar a operação dos geradores, quantificar sua geração efetiva quando funcional e avaliar se o proprietário fazia parte do Sistema de Compensação de Energia Elétrica da ANEEL. Nas propriedades onde havia apenas potencial para geração o objetivo era levantar de forma aproximada qual a potência média que poderia ser extraída desse potencial e informar o proprietário sobre os benefícios do Sistema de Compensação da ANEEL.

Paraty, em especial a costa verde, proporciona um declive geográfico que em conjunto com seus diversos cursos d'água como o Rios Perequê, Mateus Nunes, Jabaquara, Trindade e seus afluentes, conforme mostrado na Figura 2, oferece uma gama de possíveis pontos para implementação de Micro e Minigeradoras, sendo possível obter desse relevo natural um bom montante de energia caso seu potencial fosse aproveitado. E este artigo analisa os benefícios econômicos e ambientais, assim como, a viabilidade de implementação de Micro-usinas Hidrelétricas em Paraty.



Figura 2 –Região Atlântico Sudeste com foco em Paraty, RJ, indicando os principais rios.

O objetivo do trabalho é realizar um estudo de caso sobre o aproveitamento desse potencial, mostrando os resultados obtidos na implementação dessas geradoras e o potencial perdido pela não implementação das mesmas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a viagem realizada na segunda semana de fevereiro de 2015 foram feitas três visitas a propriedade que tentam gerar sua própria energia através de Microgeradoras.

Antes de prosseguir com as visitas técnicas foi feita uma consulta no órgão ambiental responsável pela fiscalização e regulamentação de construções nas áreas de proteção ambiental que abrangem a Costa Verde. Há uma preocupação muito grande da população de Paraty em relação a possíveis punições e embargos a obras que possam ser causados devido ao desrespeito das severas leis ambientais que vigoram em Paraty,

especialmente pelo fato de existir dentro do perímetro municipal zonas de proteção ambiental como a APA do Caiuru e o Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Tendo em vista essa preocupação legal e ambiental foi feita uma consulta no órgão responsável, o Instituto Chico Mendes (ICMBio), que afirmou não haver nenhuma restrição a esse tipo de construção mas que antes do início da obra é aconselhável que o responsável pela construção procure o aconselhamento do ICMBio para assegurar que a construção não viole nenhuma das regras de ocupação do solo vigentes em Paraty.

A primeira visita foi realizada em uma fazenda nos limites de Paraty que havia implementado um Microgerador para produção própria de energia. Infelizmente os geradores da Faz. Itatinga se encontravam desativados, aparentemente por falta de manutenção, mas foi possível notar a implementação de dois geradores de 10KVA cada, somando um montante de 20KVA para a propriedade durante o funcionamento dos geradores.

Faz-se abaixo o balanço energético aproximado para um gerador cuja etiqueta é mostrada na Figura 3.

Em conversa com o administrador da Faz. Itatinga foi dito que o gasto médio mensal aproximado de energia da propriedade era em torno de R\$2.000. Devido a questões de privacidade entretanto, não foi possível aferir

os valores realmente gastos com energia na propriedade, sendo este declarado o valor utilizado apenas para uma aproximação.



Figura 3 – Etiqueta informativa de um dos geradores da Faz. Itatinga e detalhe do Fator de Potência.

Considerando que em Paraty a taxa de cobrança de energia é de 0,38931 pela Ampla Energia (ANEEL TARIFAS, 2015). E considerando também uma tributação de 9,25% de PIS/COFINS, 29% de ICMS e 9% de encargos setoriais (TRIBUTOS LIGHT, 2015). Faz-se um levantamento aproximado de Kwh consumidos na fazenda através das fórmulas:

$$Va = Vt - (0,0925 + 0,29 + 0,09)Vt$$

e

$$Eelc = Va / 0,38931, \dots \text{ onde } Eelc \text{ é}$$

a quantidade de energia consumida, Va o custo mensal com energia e Vt o valor total da cobrança de energia. Dessa equação obtemos

um consumo médio estimado para a Faz. Itatinga de 2.461,51Kwh/Mês.

No gerador encontrado na fazenda o fator de potência dos geradores era de 0,8, conforme notado sob a indicação $\cos \phi$ na Figura 3, sendo assim podemos converter os valores de Kva para Kw com a simples operação $Kw=0.8Kva$ obtendo uma potência média de 8Kw para esse gerador.

Considerando uma geração constante podemos aplicar a seguinte relação:

$Eelg = Pot.T.\eta$, ...onde *Eelg* é a energia elétrica gerada, *Pot* a potência do gerador, *T* o intervalo de tempo em operação e η a eficiência do gerador, nesse caso considerando o funcionamento ideal do gerador, 24 horas por dia:

$Eelg = 8Kw*24h*30dias*0.85$, de onde obtemos uma geração média de 4.896Kwh/Mês, assumindo uma eficiência energética de 85% (ALTERIMA, 2015). É preciso ainda observar que o valor obtido é um valor ideal teórico. Foi levado em consideração uma geração ininterrupta em regime de potência máxima e foram desconsideradas flutuações causadas pelas alterações da vazão do rio.

A partir dos valor de *Eelc* e *Eelg* faz-se um balanço energético subtraindo a quantidade total de energia consumida da quantidade total

de energia gerada em um mês pode-se obter dessa operação um saldo positivo de 2.434,5Kwh/Mês.

A partir do balanço energético obtido, apesar de aproximado, cabe a afirmação que a implantação de uma microusina doméstica tem uma boa viabilidade econômica podendo, no caso avaliado, obter uma geração autossustentável e ainda injetar mais de 2Mwh de energia na rede elétrica local por mês as custas de um impacto ambiental mínimo.

Após uma visita a APACAP – Associação dos Produtores e Amigos da Cachaça de Paraty – obteve-se a informação de que apesar de existirem diversos alambiques locais com roda d'água nenhum havia implementado uma micro ou minigeração.

Foi feita então uma visita a um alambique local (Cachaçaria Corisco, Bairro do Corisco) e foi possível notar que apesar de já haver implementado no local duas rodas d'água funcionais que permitem a instalação de um pequeno gerador, seu uso é restrito a moagem da cana ou produção de farinha, ficando a maior parte do tempo paradas (Figura 4 e 5). Em conversas com o proprietário, S. Luis Otavio Gama, ele disse que tem um interesse na geração através da roda d'água e que inclusive já havia adquirido um gerador, embora com o exterior oxidado aparentemente ainda funcionava normalmente (Figura 6).



Figura 4 – Roda D'água do alambique da Cachaçaria Corisco, Bairro do Corisco em Paraty.



Figura 5 – Roda D'água do alambique da Cachaçaria Corisco, Bairro do Corisco em Paraty.



Figura 6 – Pequeno gerador obtido pelo S. Luis Gama.

Após notado o potencial para a micro e minigeração nos alambiques de Paraty foi feito um folheto com maiores informações sobre o sistema de compensação de energia da ANEEL e e-mail de contato para maiores informações.

Foi feita também uma visita a outra propriedade (Sítio Rogério Custódio), essa com um microgerador funcional. Com uma implementação diferente da primeira micro usina observada, ao invés de adução por tubulação era utilizada uma roda d'água acoplada a um conjunto de polias que por si operavam um pequeno gerador.

Apesar de uma potência entregue fraca devido ao baixo potencial hidráulico obtido nessa implementação foi possível observar que o gerador era capaz de sustentar de forma eficiente a iluminação doméstica - formada por um conjunto de lâmpadas de baixa potência, fluorescentes e LED's e ainda sim era possível observar uma sobretensão no gerador sendo necessário a criação de um sistema simples de regulação conforme visto na Figura 7.



Figura 7 – Painel de Regulação de Tensão no Sítio Rogério Custódio em Paraty, RJ.

Nota-se na Figura 5 que foram utilizadas lâmpadas incandescentes para a redução da tensão obtida do gerador. Mesmo com a iluminação da residência e três lâmpadas conectadas ao painel era possível observar uma tensão média de 150V.

Na mesma propriedade nota-se ainda um grande potencial proveniente do mesmo curso d'água sendo possível a implementação de outra unidade geradora alguns metros abaixo da primeira.

Durante a viagem a Paraty um dos participantes do grupo de pesquisa do Lepac, o Sr. Livan Chiroma, teve a oportunidade de conhecer e trabalhar com a comunidade da Fazenda Goura produzindo o seguinte artigo, “*Um Outro Mundo É Possível?*”: *Uma Análise De Uma Ecovila Em Paraty-Rj*.

Em sua visita a Fazenda Goura o colega Livan observou na mesma um micro gerador que apesar de não operacional no momento da

visita era utilizado para abastecer as necessidades energéticas da comunidade como um todo. O gerador é visto como uma peça importante na comunidade Goura e inclusive já foi utilizado para abastecer a agora desativada, fábrica de bananas. Em Goura fica claro que é possível abastecer as necessidades energéticas de uma comunidade de pequeno porte utilizando apenas micro geração.

CONCLUSÕES

Apesar do seu baixo impacto ambiental e boa viabilidade econômica ainda é pequeno o número de proprietários que implementam geração própria em Paraty.

Com o lançamento do programa Luz para Todos de 2003 houve uma expansão rápida na rede de distribuição sendo que somente o programa é responsável por 15,3 milhões de moradores atendidos até setembro de 2014 (LUZ PARA TODOS, 2015). Com o declínio da necessidade de geração própria é notável uma inércia por parte das pessoas com possibilidade de geração em suas propriedades. Cabe a isso um processo informativo dentro da temática da educação ambiental visando informar esses indivíduos sobre os benefícios e impactos da construção de uma micro usina.

Com base no aspecto informativo da educação ambiental e tendo em vista o grande potencial para geração observado nos produtores de cachaça de Paraty foi preparado um pequeno folheto que foi entregue a

APACAP com maiores informações relativas à resolução nº482 da Aneel. No folheto (ANEXO) foi explicado o conceito de *net metering*, onde a distribuidora local tem por obrigação compensar a energia gerada por micro e mini usinas hidrelétricas e informações para contato em caso de dúvidas.

Com os atuais aumentos tarifários na energia elétrica no Brasil (TARIFA DE ENERGIA, 2015) também aumenta o custo benefício para implementação de uma micro geração, é de se esperar que pequenos produtores ou até mesmo proprietários de terras com potencial para geração busquem novas alternativas para suprir suas necessidades energéticas. Nessa busca por alternativas Paraty se destaca pelo seu potencial hídrico natural e por seus alambiques com rodas d'água, fazendo desse um excelente momento para a geração distribuída em Paraty.

AGRADECIMENTOS: Agradeço a atenção e dedicação do Prof. Dr. Carlos Fernando de Andrade. Um agradecimento especial a equipe do LEPAC e a turma da disciplina BE_597 1º Semestre de 2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTERIMA, 2015. Turbinas Hidráulicas Alterima. Disponível em: <<http://www.alterima.com.br/index.asp?InCdSecao=34>>. Acesso em 21 de Janeiro de 2015.
- ANEEL, 2015. Distribuição de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757>>. Acesso em 19 de Janeiro de 2015.
- ANEEL TARIFAS, 2015. Tarifas Residenciais Vigentes. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>>. Acesso em 22 de Janeiro de 2015.
- BIG, 2015. Banco de Informações de Geração, atualizado em 20/02/2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em 20 de Janeiro de 2015.
- DEUTSCHE WELLE, 2012. Produção de energia solar na Alemanha bate recorde em 2012. Disponível em: <<http://www.dw.de/produ%C3%A7%C3%A3o-de-energia-solar-na-alemanha-bate-recorde-em-2012/a-16492873>>. Acesso em 18 de Janeiro de 2015.
- GALILEU, 2012. Alemanha bate recordes de produção de energia solar. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Comun/0,,EMI314126-18537,00-ALEMANHA+BATE+RECORDES+DE+PRODUCAO+DE+ENERGIA+SOLAR.html>>. Acesso em 19 de Janeiro de 2015.
- INEE, 2015. Instituto Nacional de Eficiência Energética. Disponível em: <http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp>. Acesso em 18 de Janeiro de 2015.
- LUZ PARA TODOS, 2015. Programa Luz para Todos do Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://www.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp>. Acesso em 23 de Janeiro de 2015.
- MICRO E MINI GERAÇÃO, 2012. Cadernos Temáticos ANEEL - Micro e Minigeração Distribuída Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/biblioteca/download/s/livros/caderno-tematico-microeminigeracao.pdf>>. Acessado em 20 de Janeiro de 2015.
- TARIFA DE ENERGIA, 2015. Contas de luz sobem, em média, 23,4%. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/03/contas-de-luz-sobem-em-media-234-no->>

[pais-partir-desta-segunda.html](#)>. Acesso em 04 de Abril de 2015.

<https://agenciavirtual.light.com.br/gcav/tributos.do>>. Acesso em 23 de Janeiro de 2015.

TRIBUTOS LIGHT, 2015. Tributos Aplicáveis ao Setor Elétrico. Disponível em:

ANEXO.



Micro Usinas

Você sabia que é possível gerar sua própria energia?

O LEPAC, Laboratório de Estudos e Pesquisas em Artes e Ciências em Paraty, está desenvolvendo um projeto de educação ambiental, que busca aproveitar o potencial elétrico natural da cidade de Paraty para a micro geração hidrelétrica em conjunto com o próprio produtor.

A Anel (Agência Nacional de Energia Elétrica) através da Resolução Normativa nº 418/2014 regulamenta que a micro e a minigeração de energia elétrica consistem na produção de energia a partir de pequenas centrais geradoras que utilizam fontes com base em energia solar, eólica, biomassa e hidráulica.

Na tentativa de incentivar essa metodologia de geração elétrica, ecologicamente benéfica e com uma maior eficiência de transmissão.

A resolução nº 418 obriga a distribuidora local a compensar a energia gerada por micro e minicentral hidrelétricas com sistema também conhecido como net metering, ou seja, um consumidor de energia elétrica instala pequenas geradoras em sua unidade consumidora e a energia gerada é usada para abater o consumo de energia elétrica da unidade. Quando a geração for maior que o consumo o saldo positivo de energia poderá ser utilizado para abater o consumo em outro ponto tarifário na natureza do mês subsequente.

Buscamos interessados em receber informações sobre tal investimento. Para mais informações, entre em contato!

Contato:
Pedro Pantaleão
Graduando em Engenharia Elétrica | FIBIC-UNICAMP
Tel: (19) 99108-4347
E-mail: pedrohps@gmail.com

LEPAC
LABORATÓRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ARTES E CIÊNCIAS