



Estudo da viabilidade de microgeração de energia nas instalações hidráulicas prediais – Estudo de caso

Karina Maliska Cechinel ¹, Jaison Araujo Speck ², Flávia Cauduro ³, Evânio Ramos Nicoleit ⁴, Christiane Ribeiro da Silva ⁵

¹Unesc – Universidade do Extremo Sul Catarinense (karinacechinel@hotmail.com)

²Unesc – Universidade do Extremo Sul Catarinense (jspeck@casan.com.br)

³Unesc – Universidade do Extremo Sul Catarinense (flavia.cauduro@unesc.net)

⁴Unesc – Universidade do Extremo Sul Catarinense (evaniorn@gmail.com)

⁵Unesc – Universidade do Extremo Sul Catarinense (chribeiro.s@gmail.com)

Resumo

O potencial hidráulico existente nas instalações hidráulicas prediais pode ser aproveitado para microgeração de energia. Esta energia normalmente seria dissipada através de válvulas redutoras de pressão ou reservatórios sem ser utilizada. O objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade de microgeração de energia elétrica a partir desta energia desperdiçada em um edifício residencial com 106 metros de altura em 27 pavimentos. Foram definidos os pontos de microgeração de energia e o tipo de gerador adequado para cada situação. Com o presente estudo é possível afirmar que é possível a microgeração de energia elétrica no sistema de abastecimento de água de um edifício. Visto que neste estudo de caso foi possível gerar, aproximadamente, 195 kWh/mês. O valor gerado não é expressivo, contudo, frente aos recursos cada vez mais escassos, é possível que em um futuro próximo, projetos deste segmento sejam implementados ou até mesmo indispensáveis.

Palavras-chave: Microgeração de energia. Instalações hidráulicas prediais. Sustentabilidade.

Área Temática: Energia e energias renováveis.

Viability study of energy microgeneration from the building hydraulic system – Case study

Abstract

The hydraulic potential available in a building hydraulic system can be used for microgeneration of energy. This energy would normally be dissipated through pressure reducing valves or water reservoirs. The objective of this paper was to study the viability of electric energy microgeneration from the building hydraulic system in a residential building with 106 meters of height in 27 floors. The microgeneration points and the type of generator were defined for each situation. The present study may possible to affirm that it is possible the electric energy microgeneration with the building hydraulic potential. This case study was possible to generate almost 195 kWh per month. The value generated is not expressive, but it is possible that soon, projects in this segment are implemented or even indispensable.

Key words: Energy microgeneration. Building hydraulic system. Sustainability.

Theme Area: Electric energy.



1 Introdução

Desde 1999 é falado em “crise energética” no Brasil, sendo prevista, a primeira, para 2001, para evitá-la foi criado o Plano Emergencial de Energia Elétrica. Sabendo que entre 1990 e 2000 o consumo de energia elétrica cresceu em 49%, enquanto a capacidade instalada foi expandida em apenas 35%, a crise era provável (TOLMASQUIM, 2000). Em 2001, a crise ocorreu, ocasionando a necessidade de racionamento de energia, porém após passada a crise os investimentos na transmissão, distribuição e conservação de energia elétrica não foram ampliados.

Em 2015 a crise energética voltou a ser noticiada e tornou-se realidade. Com o baixo índice pluviométrico e, então, a baixa capacidade de geração de energia nas hidrelétricas do país houve a possibilidade real de falta de energia. Com isto, iniciaram políticas de gerenciamento de energia, de novas fontes de energia e de microgeração de energia. Medidas que objetivam a geração de energia por diversos meios e, assim, reduzir a demanda de energia elétrica requerida das hidrelétricas.

A microgeração de energia em indústrias, comércios e residências gera benefícios para o governo, concessionárias e consumidores. Promovem a independência, mesmo que parcial, de consumo de energia das concessionárias, redução do valor da tarifa de energia elétrica, renda com a venda da energia gerada, redução da demanda exigida das hidrelétricas, redução e/ou retardamento de crises energéticas, etc.

Assim, os sistemas de geração de energia elétrica foram regulados e normatizados. A geração de energia elétrica com capacidade igual ou inferior a 75 kW é caracterizada como microgeração e a geração com capacidade entre 75 kW e 5.000 kW é intitulada como minigeração. O consumidor pode reduzir os valores de energia elétrica requeridos da rede de distribuição da concessionária, gerando parte ou até a totalidade da energia que consome, o que é comumente chamado de geração distribuída. (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2016).

Lavoisier (1743-1794) já afirmava que “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. Assim funciona a energia, que exemplificada por Capelli (2013), “quando se abastece o carro com combustível, a energia química contida no tanque transforma-se em movimento (energia cinética), em calor (energia térmica) e em barulho (energia sonora)”. A geração de energia elétrica pode ocorrer a partir de diversas fontes, exemplos: hídrica, térmica, nuclear, geotérmica, eólica, mareomotriz, fotovoltaica, solar, etc.

Uma das alternativas, descrita nesse trabalho, é a possibilidade de microgeração de energia elétrica a partir do potencial hidráulico existente nas instalações hidráulicas prediais. Tal possibilidade parte da ideia de aproveitar a energia hídrica existente nas tubulações, ocasionadas: pela diferença de altura, pelo recalque de água entre reservatórios e pela pressão fornecida pela concessionária na entrada da água na edificação. Energias que normalmente seriam dissipadas através de válvulas redutoras de pressão ou reservatórios.

Contudo tal alternativa somente será viável e possível de ser aplicada se proporcionar a geração de energia sem prejuízo para as instalações hidráulicas e para o abastecimento de água na edificação.

Com resultados positivos com relação a viabilidade técnica o sistema poderá oferecer microgeração de energia elétrica limpa, renovável e valorização da edificação no mercado imobiliário. Isto, sem descartar as formas atuais de geração de energia, sendo um meio complementar de energia aos sistemas existentes.

O objetivo é estudar a viabilidade de obtenção de energia elétrica gerada nas instalações hidráulicas prediais. Como objetivos específicos o trabalho irá: analisar os projetos e as instalações hidráulicas do estudo de caso; localizar os pontos possíveis de microgeração; dimensionar o sistema; determinar turbinas e geradores ideais para as situações de geração.



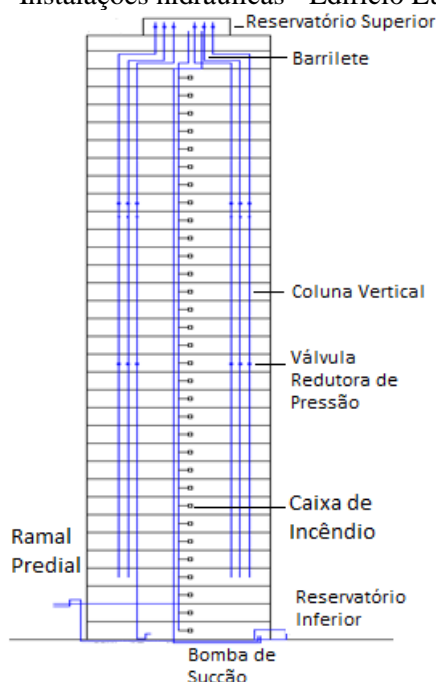
2 Materiais e métodos

2.1 Edifício Residencial Lúcio Cavaler – Estudo de caso

O presente estudo de caso foi realizado no Edifício Residencial Lúcio Cavaler, localizado no município de Criciúma, Santa Catarina. A edificação possui 27 pavimentos totalizando 106 m de altura, sendo 50 apartamentos de 3 quartos e 3 banheiros.

A instalação hidráulica do prédio, conforme figura 01, é composta por ramal predial, reservatório inferior, reservatório superior, conjunto elevatório, coluna de distribuição, barrilete, caixa de incêndio e válvulas redutoras de pressão. A média de consumo de água é de 875 m³/mês ou 0,00033758 m³/s.

Figura 01 – Instalações hidráulicas - Edifício Lúcio Cavaler



As instalações hidráulicas e os projetos da edificação foram analisados para definição dos pontos possíveis para a microgeração de energia elétrica, como exposto a seguir. Foram observados para a microgeração de energia os locais onde há pressão excedente com maior vazão possível e sem prejudicar o funcionamento do sistema de abastecimento de água da edificação.

- Ramal predial - tubulação entre a rede pública de abastecimento e a instalação predial, ou seja, a canalização que conduz a água da rede pública para o imóvel. Neste estudo, a pressão disponível pela rede pública no ramal predial é de 32 mca e o diâmetro da tubulação 50 mm, ou seja, estes 32 mca podem ser utilizados para a microgeração, pois esta pressão será dissipada no reservatório inferior, sendo este o 1º ponto de microgeração;
- Sistema de abastecimento indireto - compreende reservatório inferior, sistema de recalque e reservatório superior. O reservatório inferior é abastecido pela rede pública e deste é abastecido o reservatório superior;
- Conjunto elevatório - a bomba de sucção utilizada possui rendimento de 81% e altura manométrica de 152 mca. A tubulação possui diâmetro de 65 mm e altura total de 106 m. A bomba de sucção abastece 4.000 litros por vez, levando a água



do reservatório inferior para o superior. O consumo diário é de 30 m³, funcionando de 7 a 8 vezes por dia. A diferença entre a altura manométrica, 152 mca, e a altura total da tubulação, 106 m, é uma energia de 46 mca que será dissipada no reservatório superior, ou seja, aqui é o 2º ponto de microgeração;

- Barrilete e colunas de água – são as tubulações horizontais e verticais, respectivamente, que compõe as instalações hidráulicas de uma edificação vertical. Das colunas de água saem os ramais de distribuição de água para cada apto/ cômodo. A edificação possui 6 colunas de água, sendo que cada coluna tem nos primeiros 22,75 m com diâmetro de 65 mm e a 1ª válvula de redução de pressão, e os 22,8 m seguintes com diâmetro de 50 mm e a 2ª válvula redutora de pressão, e a tubulação final com diâmetro de 38 mm;
- Válvula redutora de pressão – aplicada nas situações em que a pressão estática ultrapassa 40 mca, comumente em edifícios com mais de 12 andares. Segundo a norma NBR 5626/98, a válvula de redução de pressão reduz a pressão para 2 mca. Sendo que a edificação tem 6 colunas de água fria e dois conjuntos de válvula redutora de pressão por coluna. Antes de cada válvula redutora de pressão pode ser instalado um gerador, pois a energia presente na tubulação será dissipada pelas válvulas redutoras, tendo aqui 12 pontos possíveis para a microgeração de energia.

Com a análise foram observados 14 pontos com possibilidade técnica para gerar energia. Estes serão dimensionados e avaliados.

2.2 Definição das turbinas e geradores de energia

As turbinas hidráulicas são construídas especificamente para a geração de energia. A escolha da turbina depende da pressão disponível ou altura de queda, vazão do sistema e potência, conforme figura 02.

Figura 02 – Eficiência dos equipamentos

Nome	Rotação NS	Especificação Ns	Vazão Q (m³/s)	Queda H (m)	Potência kW	η máximo (%)
Pelton	Nº Jatos	Ns				
	1	30				
	2	30 - 50	0,05-50	30-1.800	0,1-300.000	70-91
	4	40 - 60				
	6	50 - 70				
Banki	40 - 160		0,025 - 5	1 - 50	1 - 750	65 - 82
Francis	Tipo	Ns	0,05 - 700	2 - 750	1 - 750.000	80 - 93
	Lenta	60 - 170				
	Normal	150 - 250				
	Rápida	250 - 400				
Kaplan	300 - 800		0,3 - 1.000	5- 80	2- 200.000	88 - 93

Fonte: Tiago Filho (2004 – adaptado).

A turbina Banki para quedas menores que 30 mca. Seu intervalo de queda abrange valores de 1 a 200 m (enquadrando-se nos limites legais brasileiros, que determinam que uma micro central opere com quedas d'água de até 50 m de altura), que, considerando uma queda equivalente à altura de um edifício, é ideal para o projeto proposto. A turbina trabalha com



pás, que, ao sofrerem colisão com a água corrente, põem o rotor a girar, acionando então a turbina (BONOW, 2014).

A turbina Pelton consiste em uma roda circular que tem na sua periferia um conjunto de copos, ou conchas, sobre as quais é inserido tangencialmente um jato de água por um ou mais injetores que são distribuídos uniformemente na periferia da roda. Existem duas opções de eixo para as turbinas Pelton: o eixo horizontal e o vertical, e são utilizados em situações de pequenas vazões e elevadas quedas úteis (30 a 500m) em potências que variam de 500 a 12.500 kW (GOMES, 2010).

O gerador CA tipo síncronos foi escolhido para aplicação neste estudo de caso. Segundo Iorra (2013) a energia elétrica em geradores CA tipo síncronos é a energia mais comum para distribuição domiciliar. Estes geradores têm controle relativamente fácil e capacidade de aguentar sobrecargas em curtos períodos de tempo, fato que pode ocorrer nesta aplicação.

2.3 Dimensionamento do sistema

De acordo com Farret (1999), a potência de uma turbina pode ser evidenciada conforme a equação 01 representada a seguir:

$$Pt = n * \rho * g * Q * Hm$$

Equação 01

Onde: Pt é a potência da turbina (Watts); n é a eficiência da turbina; ρ é a densidade da água (1000 kg/m³); g é a gravidade (9,8 m/s²); Q é o vazão do sistema (m³/s); Hm é a altura manométrica de água equivalente (N/m² ou mca).

3 Resultados e discussões

Os dados analisados em projeto, in loco e no referencial bibliográfico permitiram o dimensionamento da energia gerada e a determinação de cada turbina projetada para ser instalada. Conforme segue abaixo:

- Turbina 1: Utiliza a pressão fornecida pela concessionária. Turbina localizada no ramal predial. Para esta situação, considerou-se a pressão média de 32 mca (valor fornecido pela CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento), vazão média de 5,65 l/s (dado fornecido pelo EPANET/CASAN em Nov/17) e consumo médio mensal de 875 m³. Confirmado que a turbina ideal para este caso de pressão e vazão é a turbina Pelton com rendimento estimado de 80%. Energia gerada nesta turbina, valor obtido com aplicação da equação 01, é de 60,98 kWh/mês.
- Turbina 2: Utiliza a pressão excedente no conjunto elevatório. Pressão excedente de 46 mca, vazão média de 5,65 l/s, turbina Pelton com rendimento estimado de 80% e consumo médio mensal de 875 m³. Energia gerada, neste segundo ponto, é de 87,65 kWh/mês.
- Turbinas 3, 4, 5, 6, 7 e 8: Utiliza a pressão excedente nas colunas de água após 22,75 metros do reservatório superior e antes da 1ª válvula redutora de pressão. Nesta situação, considerou-se a pressão de 22,75 mca, vazão média de 0,5626 l/s, a turbina para esta situação é a Banki com rendimento estimado de 40% e consumo médio mensal de 145,83 m³ (875 m³ divididos entre as 6 colunas de água, considerando o mesmo rendimento). Energia gerada nestas 6 turbinas é de 21,66 kWh/mês.
- Turbinas 9,10,11,12,13 e 14: Posicionadas antes da 2ª válvula redutora de pressão na segunda parte da coluna de água. Neste caso, considerou-se a pressão de 24,8



mca (22,8mca da altura mais 2mca da válvula de pressão), vazão média de 0,5626l/s, turbina Banki com rendimento estimado de 40%, devido a baixa vazão, e consumo médio mensal de 145,83 m³/mês. Com isto, é possível considerar que a energia gerada por mês no total destas 6 turbinas é de 23,64 kWh/mês.

Na tabela 01 são apresentados, de forma simplificada, os valores de energia elétrica gerada com as respectivas turbinas.

A maior geração de energia ocorre nas turbinas 1 e 2, proporcionadas pelos fatos de nestas turbinas incidirem maior vazão e altura de queda.

Tabela 1 – Geração de energia por turbina

Turbina	Geração de energia (kWh/mês)
1	60,98
2	87,65
3,4,5,7,8,9	21,66
10,11,12,13,14	23,64
TOTAL	193,93

A energia total gerada de 193,93 kWh/mês permitiria alimentar, aproximadamente, 68 lâmpadas de LED de 12 Watts acessas durante 8 horas diárias.

4. Conclusões

Por meio deste estudo, foi possível analisar uma possibilidade de aproveitamento dos recursos hídricos das instalação hidráulicas prediais para a microgeração de energia elétrica. Este estudo permite afirmar que é tecnicamente viável a microgeração de energia nas instalações hidráulicas prediais e a mesma é capaz de ocorrer sem prejudicar o abastecimento de água da edificação.

O estudo não avaliou os custos de instalação do sistema de microgeração de energia elétrica, porém se assim o tivesse feito, provavelmente as turbinas localizadas na coluna de água seriam desconsideradas. Estes pontos apresentam baixa geração de energia, cerca de 3,5 kWh/mês por turbina, possivelmente esta geração de energia não viabilizaria a instalação do sistema, nestes pontos, tal fato merece análise e orçamento para confirmação.

Soluções como esta são perfeitamente viáveis do ponto de vista energético, e se aplicado em larga escala, seriam uma solução eficaz para a diminuição da descarga de água nas turbinas de hidroelétricas. Além disso, o projeto é capaz de funcionar de forma eficaz em termos de reaproveitamento energético, visando a sustentabilidade dos recursos.

Em períodos em que os recursos naturais estão cada vez mais esgotados, quase chegando à escassez dos ativos ambientais. Estudos como este permitem o desenvolvimento do conhecimento de alternativas de geração de energia elétrica limpa, sustentável e possíveis às pequenas edificações. Talvez em um futuro próximo, projetos nesta área sejam implementados por necessidade e conscientização, mesmo que a relação custo X benefício não se mostrem atraentes para a implantação.

Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626: Instalações Prediais de Água Fria**. Rio de Janeiro, 1998.



BARROS, Benjamim Ferreira de; BORELLI, Reinaldo; GEDRA, Ricardo Luis. **Gerenciamento de energia: ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica**. São Paulo: Érica, 2016.

BATISTA, J. C. **Micro-geração de Energia Elétrica (Abaixo de 100 kW) Utilizando Turbina Tesla Modificada**, 2009. 107f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá. Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2009.

BONOW, Antônio Alice; IBÁÑEZ, Gedson Bohrer; NETO, Túlio Pinto. **O Uso do Potencial Hidráulico Predial para Micro Geração de Energia Elétrica**. 2014. 6p. Artigo (Graduação em Engenharia de Energia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CAPELLI, Alexandre. **Energia elétrica: qualidade e eficiência para aplicações industriais**. São Paulo: Érica, 2013.

CASTRO, Rui M.G.; **Introdução a Energia Mini-Hídrica**. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa: 2002.

FLOREZ, Ramiro Ortiz. **Pequenas Centrais Hidrelétricas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

IORRA, Paulo Roberto de Quadros. **Análise do Potencial de Microgeração Hidroelétrica Predial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

LIMA, Gustavo Meirelles. **Microgeração em Sistemas de Abastecimento de Água**. Monografia/Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Energia) Universidade Federal de Itajubá, 2013.

REIS, Lineu Belico dos. **Geração de Energia Elétrica**, 2ªEd. – Barueri-SP, Editora: Manole, 2011.

TIAGO FILHO, Geraldo Lucio. **Eficiência dos equipamentos de PCHs no Brasil**. Itajuba-Mg: EFEI, 2004.

TOLMASQUIM, Maurício. **As origens da crise energética brasileira**. Ambient. soc. no.6-7. Campinas. Jan./Jun 2000.