

POTENCIAL HÍDRICO E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: UM ESTUDO SOBRE O USO DE TURBINAS HIDROcinÉTICA NO RIO TOCANTINS E ITACAIÚNAS LOCALIZADAS EM MARABÁ

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4599

Breno Pereira dos Santos - brennopereira98@gmail.com
universidade federal do sul e sudeste do Pará

DIORGE DE SOUZA LIMA - diorgelima@unifesspa.edu.br
UNIFESSPA

DIEGO DE AZEVEDO GOMES - DIAGOMES@UNIFESSPA.EDU.BR
UNIFESSPA

Yonatha Marques de Albuquerque Melo - yonathamelo@gmail.com
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Valdez Aragão de Almeida Filho - valdez.filho@unifesspa.edu.br
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Resumo: *O atual cenário mundial vem buscando novas formas de geração de energia caracterizada como renovável, uma vez que as atuais formas de geração de energia são de caráter não renováveis, o que acarreta em diversas consequências para o meio ambiente e a sociedade em geral. Desse modo, o estudo por novos meios de geração de energia vem ganhando espaço ao redor do mundo, como a geração hidrocinética, que utiliza a correnteza dos rios para geração de energia elétrica, sendo uma aliada ao meio ambiente, pois para sua instalação não é necessário mudança no percurso dos rios e nem alagamento de área. O presente trabalho apresenta uma análise de aplicação de microturbina hidrocinéticas na cidade de Marabá no estado do Pará, a cidade é banhada por dois rios, rio Itacaiúnas e rio Tocantins. Mediante a isso, é realizado uma análise em alguns aspectos dos rios, tais como velocidade média, vazão e largura, para assim verificar qual o melhor sitio para implementação das microturbinas hidrocinéticas.*

Palavras-chave: *Renovável, Não Renovável, Geração, Microturbinas, Marabá*

POTENCIAL HÍDRICO E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: UM ESTUDO SOBRE O USO DE TURBINAS HIDROcinÉTICA NO RIO TOCANTINS E ITACAIÚNAS LOCALIZADOS EM MARABÁ

1 INTRODUÇÃO

O acesso à energia elétrica é de extrema importância no século XXI, pois seu uso tem várias consequências, como a melhoria da qualidade de vida e o aumento do fluxo comercial em áreas onde há eletricidade, entre outras atividades proporcionadas pelo uso da energia. Segundo Miranda *et al.* (2017), em seu estudo sobre Tendências em Tecnologia Hidrocinética, a falta de investimentos em sistemas de energia elétrica em regiões isoladas impacta diretamente no desenvolvimento dessas comunidades, devido à centralização da distribuição de energia elétrica no país.

Diante disso, a busca por meios alternativos de geração de energia tem sido objeto de estudo por várias instituições de pesquisa e tecnologia. Segundo o Ministério de Minas e Energia, o Brasil ainda carece de maior conhecimento em relação ao potencial hídrico para a geração hidrocinética, uma vez que tal tecnologia ainda se encontra em desenvolvimento.

A crescente demanda energética do século XXI tem impulsionado os investimentos em Geração Distribuída (GD), onde a geração de energia elétrica está próxima do consumidor, reduzindo assim os custos com distribuição e manutenção das linhas de transmissão de energia, além de promover o uso de fontes de energia renovável, tornando o sistema mais confiável. Os grandes investimentos em geração de energia elétrica renovável têm se consolidado cada vez mais no mercado, apresentando competitividade em relação às fontes não renováveis, além de serem economicamente viáveis (REZEK, 2019).

Algumas das formas de geração de energia renovável viáveis são as hidrelétricas de médio e grande porte, energia eólica e biomassa, que já são amplamente utilizadas no mercado nacional e internacional. No entanto, algumas tecnologias ainda não difundidas estão sendo estudadas para implementação em pequena e grande escala, como é o caso das turbinas hidrocinéticas. Embora já existam várias implementações de turbinas hidrocinéticas no Brasil e no exterior, essa tecnologia de geração de energia ainda é relativamente nova e requer ainda mais estudos aprofundados para sua implementação.

O estudo das turbinas hidrocinéticas surge como uma vertente no campo da energia renovável, pois essas turbinas funcionam com base no fluxo da água, convertendo-o em energia por meio do torque gerado pela rotação das turbinas. Portanto, ao analisar as características desses equipamentos, é possível perceber que a implementação de tais tecnologias não afeta o meio ambiente e a sociedade onde as turbinas são instaladas.

Conforme demonstrado por Rezek (2019), as turbinas hidrocinéticas possuem semelhanças com as turbinas eólicas em seu princípio de funcionamento, uma vez que a energia potencial gravitacional não está diretamente envolvida no processo de conversão energética. O trabalho específico realizado pelo fluxo de água depende apenas da velocidade do fluxo. Além disso, as turbinas hidrocinéticas se destacam em relação às turbinas eólicas devido à massa da água ser 800 vezes maior que a do ar, permitindo uma maior concentração de energia em dispositivos menores, enquanto as turbinas eólicas operam com velocidades de fluxo maiores.

O presente trabalho apresenta o uso das turbinas hidrocinéticas para geração de energia elétrica, utilizando a velocidade da corrente dos rios, tal tecnologia ainda está em processo de desenvolvimento e pesquisa e não é possível achar uma gama de artigos e trabalhos nessa área. Desta forma, serão apresentados os principais estudos para uma possível aplicação eficiente da tecnologia de turbinas hidrocinéticas em Marabá. Destaca-se que este projeto será teórico, logo, será apresentado o estudo para aplicação de cinco turbinas hidrocinéticas na cidade de Marabá, localizada no sudeste do estado do Pará e banhada pelos rios Tocantins e Itacaiunas. O objetivo da proposta é disponibilizar energia elétrica a partir da geração hidrocinética suficiente para suprir o consumo das unidades consumidoras.

2 POTENCIAL PARA GERAÇÃO HIDROCINÉTICA

Para o desenvolvimento do estudo e análise, foram utilizadas as informações dos dois rios presentes na cidade de Marabá, sendo rio Tocantins e o rio Itacaiunas. Desse modo, foram averiguadas algumas características dos dois rios, tais como: vazão e velocidade média, conforme informações disponibilizadas pela Agência Nacional de Água (ANA, 2023).

A partir disso, pode-se verificar, conforme ANA (2023) que o rio Tocantins apresenta maior vazão, quando comparado ao rio Itacaiunas. No entanto, o rio Tocantins apresenta menor velocidade em algumas épocas do ano, tendo em vista que sua largura é maior o que diverge do rio Itacaiunas, que tem uma vazão menor, porém como suas dimensões são menores que as do rio Tocantins impactam diretamente na velocidade média do rio. Na Figura 1 é ilustrado o mapa da cidade de Marabá, sendo possível observar a dimensão dos dois rios.

Figura 1 – Mapa da cidade de Marabá via Satélite



Fonte: Autores, 2023.

O rio Itacaiunas e o rio Tocantins em épocas de grande incidência de chuvas, suas vazões aumentam, o que acarreta em um aumento da velocidade da água dos rios, e

consequentemente, em períodos de estiagem diminui a vazão e logo a velocidade da água do rio. Os períodos são definidos pelas estações do ano na Amazônia, sendo o verão amazônico (período de estiagem) e inverno amazônico (período com muitas chuvas).

Segundo a Agência Nacional de Águas, a velocidade média do Rio Itacaiúnas em períodos de maior vazão varia entre 1,152 m/s a 1,63 m/s (inverno amazônico, em que os meses de maior incidência de chuvas na região, tendo início em dezembro e permanece até maio), enquanto em períodos de menor vazão varia de 0,247 m/s a 0,66 m/s (verão amazônico, sendo um período seco e de estiagem, inicia em junho e permanece até novembro), embora esses valores possam variar ao longo do ano. Já o rio Tocantins apresenta uma velocidade média em períodos de menor vazão de 0,427 m/s a 0,615 m/s, enquanto em períodos de maior vazão essa corrente de água varia de 0,819 m/s a 1,14 m/s.

Com isso, pode-se observar que o Rio Itacaiúnas apresenta maiores valores de velocidade da água, tornando-o mais adequado para a instalação das turbinas hidrocínéticas, tendo em vista, que a empresa Smart Hydro Power (2016), aponta que o melhor aproveitamento de potência pode ser obtido entre as velocidades de 1 m/s a 2,8 m/s.

3 METODOLOGIA

O estudo de aplicação das turbinas hidrocínética será voltado para atender uma carga específica, tais como 5 (cinco) residências comuns, com componentes básicos, tendo como base de dados a fatura de energia desses locais, então a partir de dados de consumo colhidos da fatura de energia dessas casas, poderá ser estimada a quantidade de microturbinas necessárias para atender essas cinco residências.

A análise partirá de 3 etapas, a primeira onde será considerada a velocidade do rio como uma constante, a segunda etapa consistirá em utilizar a máxima velocidade que o rio Itacaiúnas apresenta durante o período de seca e a última etapa partirá da máxima velocidade média do período de cheia do rio. A Tabela 1 apresenta o consumo mensal e dados de média mensal e diária das cinco residências, que estão denominadas como sendo residência A, B, C, D e E.

Tabela 1 – Consumo mensal das unidades consumidoras.

Mês	A	B	C	D	E
Janeiro	167	319	188	142	308
Fevereiro	146	492	249	97	416
Março	119	590	239	155	354
Abril	140	367	246	159	405
Mai	222	574	342	196	422
Junho	200	635	406	279	447
Julho	184	324	346	235	386
Agosto	165	607	264	253	441
Setembro	110	557	215	234	371

Outubro	156	602	212	324	363
Novembro	181	316	167	347	257
Dezembro	188	429	213	266	200
Total (kWh)	1978	5812	3087	2687	4370
Média Mensal (kWh)	164,8333	484,3333	257,25	223,9167	364,1667

Fonte: Autores, 2023.

A partir da Tabela 1, é possível verificar o seu consumo médio mensal das residências. Mediante a isso, seria necessária uma geração de mesma potência ou potência de geração superior à da soma dos consumos das residências para suprir o consumo presente na Tabela 1. A partir da Equação (1) é obtido o consumo médio diário de cada residência, dessa forma, é possível dimensionar a quantidade de turbinas necessárias para suprir esse consumo.

$$CM_{Diário} = \frac{Média\ Mensal}{30\ dias} \quad (1)$$

Onde o termo $CM_{Diário}$ é o consumo médio diário. A partir do consumo mensal das Residências A, B, C, D e E, é possível verificar que a média dos 12 meses de consumo em cada casa foi de 164,833 kWh, 484,333 kWh, 257,25 kWh e 223,92 kWh, 364,166 kWh, respectivamente.

Dessa forma, para um grupo de 5 (cinco) residências com um consumo médio diário de 49,8167 kWh é necessária uma geração superior a esse consumo para que assim tenha uma margem de segurança para esse grupo, pois o consumo pode sofrer com um acréscimo algumas épocas do ano, assim como uma atenuação em outros períodos do ano na sua geração. A turbina selecionada para este estudo é a turbina Monofloat, fabricada pela empresa Smart Hydro Power, Figura 2.

Caldeiras *et al.* (2016), através de uma função de interpolação polinomial quadrática utilizando a curva disponibilizada pelos desenvolvedores da turbina, Figura 3, desenvolveu a Equação (2), na qual é a função mais próxima da curva de potência da turbina Monofloat.

$$P_{Monofloat} = 1345,23v^2 - 2561,92v + 1492,42 \quad (2)$$

Mediante a Equação (2), desenvolvida por Caldeiras *et al.* (2016), é possível verificar a potência de geração da microturbina Monofloat no rio Itacaiúnas e determinar a quantidade de turbinas necessárias para suprir a carga das cinco residências a partir da potência obtida através da velocidade média do rio.

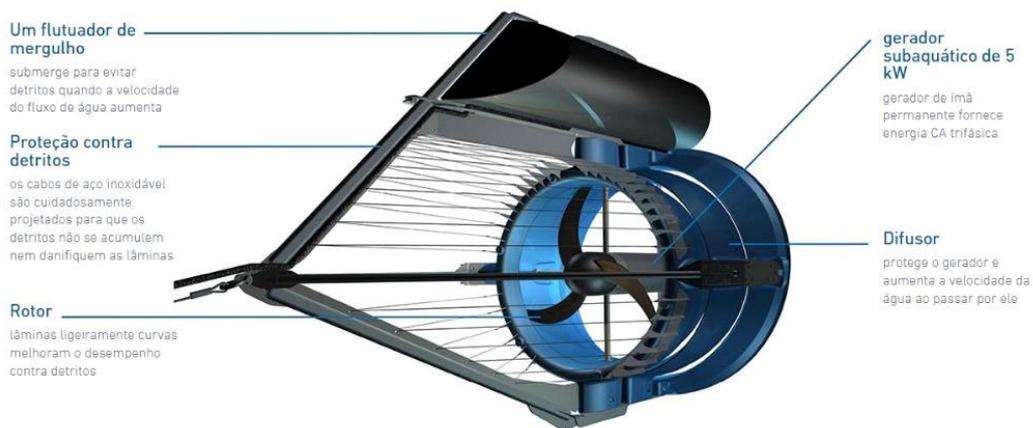
Diante disso, com a velocidade mínima para funcionamento da turbina aproxima-se de 1 m/s, Figura (3), será adotado para modo de estudo inicial a velocidade de 1,5 m/s para velocidade do rio Itacaiúnas, assim alterando ao decorrer dos meses, onde a velocidade da correnteza do rio irá variar devido as chuvas e aos períodos de seca na região. A primeiro momento é verificado a potência de geração para uma velocidade de 1,5 m/s e a partir do

resultado obtido é realizado a análise entre a geração e o consumo. Substituindo o valor da velocidade na Equação (3), temos:

$$P_{Monofloat} = 1345,23(1,5)^2 - 2561,92(1,5) + 1492,42 \quad (3)$$

Com base na velocidade do rio de 1,5 m/s, a microturbina Monofloat é capaz de gerar um total de 676,307 Wh, Equação (3). Para suprir o consumo diário de 49,8167 kWh das cinco residências, são necessárias 5 turbinas, considerando que cada turbina gere 676,307 Wh. Isso resultaria em uma geração de 16,231 kWh em 24 horas por microturbina, totalizando 81,155 kWh diariamente. Desse modo, a geração da turbina hidrocínética supriria o consumo das cinco residências com uma velocidade de 1,5 m/s, ainda apresentado um excedente sua geração.

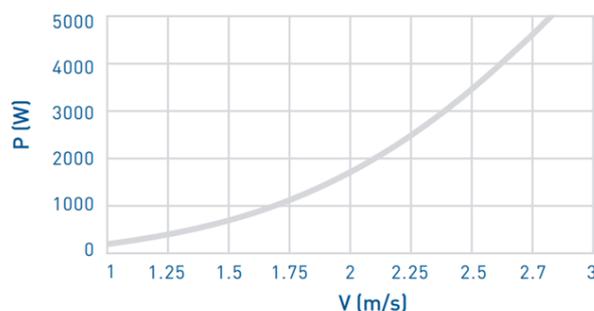
Figura 2 – Microturbina Smart Monofloat



Fonte: Smart Hydro Power, 2016.

Segundo Caldeiras *et al.* (2016), a turbina Smart Monofloat pode gerar independente do fluxo do rio, pois a turbina conta com um sistema de fixação flutuante. Para a implementação dessa turbina é necessário que o rio tenha no mínimo 2 metros de profundidade e 2 metros de largura, uma característica importante deste equipamento é sua proteção contra detritos, pois em rios tais objetos são recorrentes. A geração tem seu início em 250 W e chega aos 5000 W de geração.

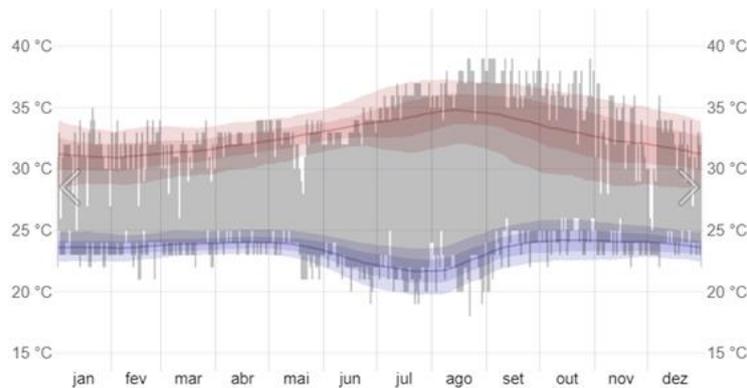
Figura 3 – Curva de saída da geração



Fonte: Smart Hydro Power, 2016.

A primeira análise realizada foi obtida considerando um cenário em que não há alteração na velocidade do rio, o que não acontece na prática, uma vez que em épocas de chuvas na região essa velocidade tende a aumentar a geração e em épocas de altas temperaturas essa geração sofrer atenuação com a baixa do rio. A partir da Figura 4, é possível verificar que os meses em que as temperaturas estão em alta são os meses de junho a novembro, o que conseqüentemente abrange o verão amazônico, quando a vazão do rio está relativamente baixa.

Figura 4 – Temperatura em Marabá em 2022



Fonte: Weather Spark, 2022.

Em paralelo a isso, pode-se observar que na Tabela 1 o consumo nesses meses de junho a novembro apresenta um aumento no consumo dessas residências. Desse modo, utilizando os meses referentes ao período de seca de cada residência, pode-se obter valor médio de consumo desses meses, que são respectivamente: 166 kWh, 506,833 kWh, 268,333 kWh e 278,667 kWh e 377,5 kWh, o que diariamente resultariam em 53,244 kWh de consumo.

Utilizando a Equação (2) para obter a potência de geração em períodos de seca na região, será adotado o valor de 1 m/s para o período de seca na região, pois os polinômios empregados na técnica de interpolação apresentam uma limitação de aplicação no contexto do domínio operacional da microturbina hidrocínética, especificamente a partir de uma velocidade mínima de 1 m/s. Então, a partir da Equação (2), obtém-se a Equação (4).

$$P_{Monofloat} = 1345,23(1)^2 - 2561,92(1) + 1492,42 \quad (4)$$

Portanto, tendo como valor inicial a velocidade média de 1 m/s para os períodos de seca na região, pode-se observar que as microturbinas Monofloat não conseguem suprir o consumo de 53,244 kWh, pois o valor da geração das cinco microturbinas por dia é de 33,087 kWh enquanto o consumo das residências é de 53,244 kWh. Dessa forma, a geração em um mês chegaria aos 992,63 kWh e o consumo das cinco residências seriam de 1597,33 kWh, o que acarreta um consumo maior que sua geração em períodos de seca na região.

Em contrapartida, durante o período de chuvas na cidade, o nível do rio aumenta significativamente, resultando em um aumento na velocidade média do escoamento, isso leva a uma maior vazão do rio e, conseqüentemente, pode aumentar a geração da turbina hidrocínética Monofloat. Para essas épocas de chuva em Marabá, será considerado o valor máximo da velocidade média durante o período de maior vazão, que é de 1,63 m/s.

A Tabela 1 e a Figura 5 mostram uma correlação entre os meses de chuva na cidade e o consumo durante esses meses. Ao analisar os meses referentes ao inverno amazônico, que é de dezembro a maio, é possível calcular a média mensal de consumo das residências, que são respectivamente 163,667 kWh, 461,833 kWh, 246,167 kWh, 169,167 kWh e 350,833 kWh.

Figura 5 – Dados climatológicos para Marabá

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	25.5	25.3	25.4	25.6	26.1	26.5	27.1	28.2	28.7	28.3	27.3	26.2
Temperatura mínima (°C)	23.1	23.1	23.1	23.2	23.3	22.9	22.8	23.2	24.3	24.5	24.1	23.6
Temperatura máxima (°C)	29.1	28.8	29	29.2	29.7	30.7	32	33.4	33.7	32.8	31.3	29.9
Chuva (mm)	311	303	325	233	132	29	17	6	26	79	162	240
Umidade(%)	88%	88%	88%	88%	85%	76%	65%	57%	61%	70%	79%	85%
Dias chuvosos (d)	21	19	21	19	14	4	2	1	3	9	14	19
Horas de sol (h)	6.6	6.0	5.7	5.9	7.3	9.2	10.0	10.3	9.6	8.9	8.3	7.7

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: Climate Data, 2021.

A partir dos dados presentes na Tabela 1 é possível obter a média do consumo das residências, tendo como base os meses de dezembro a maio. Dessa forma, a média diária de cada residência é de 5,45 kWh, 15,394 kWh, 8,205 kWh, 5,639 kWh, 11,694 kWh. Desse modo, com um consumo médio diário de 46,3889 kWh nos meses referentes ao período de chuvas em Marabá, é obtido a geração para essa época do ano, usando a Equação (2) é possível obter a Equação (5) para uma velocidade de 1,63 m/s.

$$P_{Monofloat} = 1345,23(1,63)^2 - 2561,92(1,63) + 1492,42 \quad (5)$$

A partir da Equação (5), pode-se averiguar que a turbina gera um total de 890,631 Wh e 21,375 kWh diariamente. Desse modo, apenas uma turbina não seria capaz de suprir o consumo dessas residências diariamente durante o período de cheia e de seca do rio Itacaiúnas. O consumo no verão é alto quando se comparado aos outros períodos do ano, porém, conseqüentemente a sua produção de energia é baixa, o que diverge dos meses referentes ao período de intensas chuvas na cidade de Marabá, onde pode-se verificar que o consumo é abaixo do consumo médio diário feito através da média do consumo mensal dessas residências e abaixo dos meses de altas temperaturas, que correspondem ao período de verão amazônico da cidade.

4 RESULTADOS

Dessa maneira, pode-se analisar que mesmo com a geração na velocidade de 1 m/s em épocas que a vazão do rio está baixa devido ao verão amazônico na cidade, a geração das microturbinas não consegue suprir a demanda diária das residências, referente ao ano inteiro, mesmo que a velocidade do rio fosse uma constante.

As turbinas em períodos de cheia do rio quando a velocidade de escoamento da água chega aos 1,63 m/s, a turbina Monofloat apresenta uma geração de 890,631 Wh, dessa forma as 5 (cinco) turbinas gerariam por dia um total de 106,876 kWh e mensalmente 3,20 MWh. Dessa forma, as turbinas ainda podem sofrer ações que atenuem sua geração, como a redução da correnteza do rio e detritos que podem ser arrastados pela correnteza do rio, causando assim algum tipo de dano a estrutura do equipamento. Portanto, a geração de 3,20 MW é um valor calculado de geração, o que no caso do rio essa geração pode sofrer atenuação podendo gerar mais ou menos energia, devido a intemperes que podem ocorrer durante sua operação.

Dessa forma a geração hidrocínética apresenta um grande potencial de geração, uma vez que tal tecnologia disponibiliza de 24 horas por dia de geração, o que diverge de alguns métodos de geração de energia que também são caracterizadas como renováveis, porém, contam apenas com algumas horas de geração, como é o caso da energia fotovoltaica. Mediante a isso, é válido analisar as estações do inverno e verão, pois no verão há um consumo alto, quando comparado aos outros meses do ano e em paralelo a isso a geração é baixa devido à época de seca na cidade. No inverno acontece o inverso, o consumo sofre uma atenuação e a geração tem um crescimento exponencial, o que também diverge de outros meios de geração de energia renovável, como a geração fotovoltaica, que em épocas de chuvas há uma queda na geração e na época do verão há um crescimento na geração fotovoltaica.

Dessa maneira, visando o aproveitamento dessa energia excedente no período de cheia do rio, a geração hidrocínética pode ser integrada a rede de distribuição de energia de Marabá, pois a concessionária de energia da cidade conta com um sistema de compensação para geração distribuída. Desse modo, todo excedente da geração pode ser convertido em créditos no futuro, como é o caso das épocas de verão e os meses de transição entre o verão e inverno na cidade, que a geração não alcança o consumo das residências e do supermercado, assim utilizando dos créditos gerados nos meses de grande vazão do rio Itacaiúnas.

Dos 3,20 MWh de geração mensal obtido da velocidade média do rio de 1,63 m/s, apenas 1,392 MW seriam utilizados, ou seja, aproximadamente 43,5%. Dessa forma, ainda sobriariam de energia excedente aproximadamente 56,5% ou 1,81 MW para as residências, como demonstrado no gráfico da Figura 6.

Figura 6 – Consumo e energia excedente

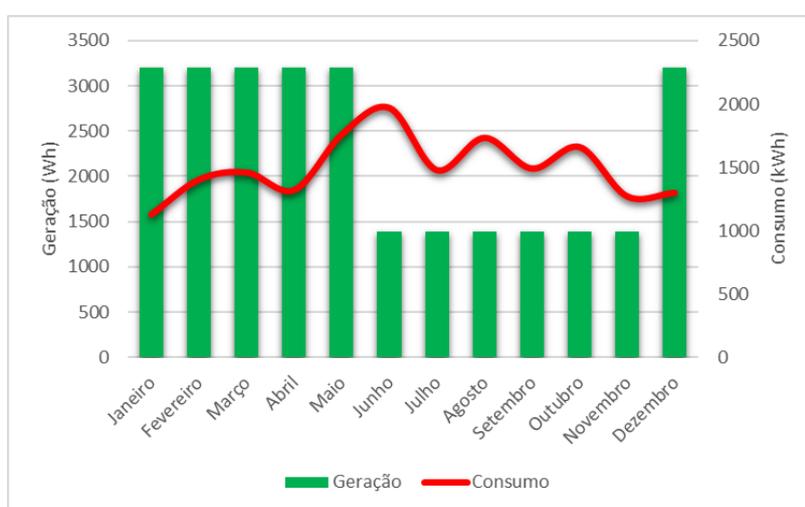


Fonte: Autores, 2023

Dessa forma, como são 6 (seis) meses de inverno amazônico, a geração teria um total de 19,2 MW nesses seis meses e o consumo seria de 8,352 MWh, sobrando 10,848 MW de créditos, podendo distribuir esse valor excedente durante os meses de baixa na geração. Contudo, mesmo utilizando os créditos ainda restariam aproximadamente 1,88 MW de créditos, podendo assim adicionar outras unidades consumidoras ao sistema de compensação, as chamadas beneficiárias.

A Figura 7 abaixo apresenta a média do consumo de cada mês em cada residência, assim sendo possível verificar o gráfico de consumo e em paralelo a isso a geração, dando assim uma visão de consumo e geração.

Figura 7 – Gráfico de consumo e geração durante o ano.



Fonte: Autores, 2023.

Como pode ser visto na Figura 7, o consumo nos meses de junho a novembro é alto quando comparado a sua geração, o que ocasiona um déficit, pois a geração está abaixo do consumo. Contudo ao analisarmos os meses de dezembro a maio, é possível ver que o consumo sofre uma atenuação enquanto a geração hidrocinética apresenta um alto crescimento.

Dessa forma, a geração hidrocinética apresenta um grande potencial de geração, sendo um grande aliado a sustentabilidade, uma vez que não necessitam da mudança do percurso dos rios e nem de alagamento de áreas para sua implementação. A geração tem 24 horas de operação, o que acarreta em um maior rendimento na sua produção. A geração da turbina hidrocinética pode ser melhorada com uma adição de um difusor, assim aumentando consequentemente a velocidade do líquido nas pás da turbina hidrocinética, dando assim maior incidência no rotor, fazendo-o girar mais rápido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da aplicação das turbinas hidrocinéticas na cidade de Marabá surge como alternativa para novos meios de geração renovável, pois a partir de dados colhidos da Agência Nacional das Águas foi possível verificar a potencial hidrocinético dos dois rios presentes na cidade e verificar qual rio apresentaria um maior rendimento para a geração

e a partir de dados dos dois rios, foi possível obter a velocidade média e assim decidir qual seria o melhor sítio para a implementação da tecnologia hidrocínética. Diante disso, apesar do rio Tocantins apresentar uma largura maior que o canal do rio Itacaiunas e conseqüentemente sua vazão também ser maior, o rio Itacaiunas apresentou uma velocidade média tanto em períodos de seca quanto em períodos de cheia, maior que a do rio Tocantins, sendo assim, a melhor escolha para implementação das turbinas Smart Hydro Monofloat.

Ao analisar os dados de geração nos meses de cheia é possível verificar que além de suprir o consumo dessas cinco residências e o supermercado ainda existe um excedente de energia, pois a geração é grande quando comparada ao consumo, pois no inverno o consumo desses locais apresenta uma atenuação, o que acarreta em um excedente maior de energia. Dessa forma, a integração da geração hidrocínética ao sistema da concessionária local pode ser utilizada para a injeção de energia gerada e os excedentes da geração podem ser utilizados em outros períodos do ano, assim como a energia fotovoltaica.

Mediante a isso, toda energia gerada não será perdida, pois seus excedentes podem ser utilizados em épocas de seca onde a geração desse período não consegue suprir o consumo de energia das cinco residências e o supermercado, além disso, podem ser cadastradas beneficiárias para a geração hidrocínética, desse modo, aumentando o alcance da geração.

O curso de Engenharia Elétrica oferecido em Marabá é reconhecido por sua abordagem generalista, levando em consideração as diversas áreas da engenharia elétrica. Isso significa que os discentes têm a oportunidade de adquirir conhecimentos e habilidades em diferentes áreas do conhecimento, proporcionando aos discentes uma visão ampla do curso, para que estejam preparados em sua vida profissional. Conforme o Art. 4º da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, além das competências específicas, diversas são as áreas com ênfase no curso. Nesta perspectiva, destaca-se que no desenvolvimento deste artigo, conhecimentos relacionados a eletromagnetismo: sendo necessário compreender os fenômenos por meio de modelos matemáticos; e sistemas de energia: formular e conceber soluções desejáveis na engenharia, analisando e compreendendo o comportamento dessas soluções. Com isso, os discentes poderão adquirir as competências específicas, bem como explorar as áreas de conhecimento como o eletromagnetismo e os sistemas de energia. Essa formação completa prepara os estudantes para enfrentar os desafios da engenharia elétrica e contribuir para o avanço tecnológico e socioeconômico do campo.

REFERÊNCIAS

ANA – AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS: banco de dados. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 24 março. 2023.

CALDEIRAS, Regina N.; NETO, Pedro B. L. SAAVEDRA, Osvaldo R. **ESTUDO COM MICROTURBINAS HIDROCINÉTICAS PARA CORRENTES DE MARÉS NO LITORAL NORTE DO BRASIL**. In: X Conferencia de PCH, 2016, São Paulo. **Anais**. São Paulo. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308685424_ESTUDO_COM_MICROTURBINAS

[HIDROCINETICAS PARA CORRENTES DE MARES NO LITORAL NORTE DO BRASIL. Acesso em 10 abr.2023.](#)

Climate Date. **Dados climatológicos para marabá.** Disponível em <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/para/maraba-715120/>. Acesso em: 07 mar. 2023

Miranda, Ana **Rafaela & Evangelista**, Ludmila & Els, Rudi. (2017). **Tendências em Tecnologia Hidrocínética - Uma Análise Bibliométrica.**

Ministério de Minas e Meio Ambiente. **PNE 2050 Plano Nacional de Energia.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CNE. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019.** Disponível em https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECESN22019.pdf. Acesso em: 07 mar. 2023

REZEK, Thiago Junqueira. **Metodologia de Projeto Hidrodinâmico de Turbinas Hidrocínéticas Carenadas Baseada na Otimização e Simulação em Dinâmica dos Fluidos Computacional.** 2019. 107 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

SMART HYDRO POWER. **Smart Monofloat Turbine.** Disponível em https://smart-hydro.de/wp-content/uploads/2015/12/Datasheet_SMART_Monofloat.pdf. Acesso em: 07 mar. 2023.

Weather Spark. **Histórico de condições meteorológicas em 2022 em Marabá.** Disponível em <https://pt.weatherspark.com/h/y/29998/2022/Condi%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-hist%C3%B3ricas-durante-2022-em-Marab%C3%A1-Brasil#Figures-Summary>. Acesso em: 07 mar. 2023.

WATER POTENTIAL AND DISTRIBUTED GENERATION: A STUDY ON THE USE OF HYDROKINETICS TURBINES IN THE TOCANTINS AND ITACAIÚNAS RIVERS LOCATED IN MARABÁ

Abstract: *The current global scenario is seeking new forms of energy generation characterized as renewable, as the current forms of energy generation are non-renewable, which leads to various consequences for the environment and society in general. Thus, the study of new means of energy generation is gaining ground worldwide, such as hydrokinetic generation, which utilizes the flow of rivers for the generation of electricity, being an ally to the environment, as its installation does not require changing the course of rivers or causing flooding. This paper presents an analysis of the application of hydrokinetic microturbines in the city of Marabá in the state of Pará. The city is surrounded by two rivers, the Itacaiúnas*

River and the Tocantins River. Based on this, an analysis is conducted on various aspects of the rivers, such as average velocity, flow rate, and width, in order to determine the best site for implementing hydrokinetic microturbines.

Keywords: *renewable, non-renewable, generation, microturbines, Marabá.*