

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

MARIANA ARAUJO ZUCCHI

**Comparação econômica entre armazenamento hídrico bombeado e baterias
eletroquímicas em uma microrrede isolada com geração fotovoltaica**

São Paulo

2022

MARIANA ARAUJO ZUCCHI

**Comparação econômica entre armazenamento hídrico bombeado e baterias
eletroquímicas em uma microrrede isolada com geração fotovoltaica**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências.

Área de concentração: engenharia elétrica
/ sistemas de potência

Orientador: Eliane Aparecida Faria Amaral
Fadigas

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 9 de setembro de 2022

Assinatura do autor *Mariana A. Zucchi*

Assinatura do orientador *Eliane Amaral Fadigas*

Catálogo-na-publicação

ZUCCHI, MARIANA ARAUJO

Comparação econômica entre armazenamento hídrico bombeado e baterias eletroquímicas em uma microrrede isolada com geração fotovoltaica / M. A.

ZUCCHI -- versão corr. -- São Paulo, 2022.

108 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

1.GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA 2.ELETRIFICAÇÃO 3.INSTALAÇÕES ELÉTRICAS I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas II.t.

MARIANA ARAUJO ZUCCHI

**Comparação econômica entre armazenamento hídrico bombeado e baterias
eletroquímicas em uma microrrede isolada com geração fotovoltaica**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências.

São Paulo

2022

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: ZUCCHI, Mariana Araujo

Título: Comparação econômica entre armazenamento hídrico bombeado e baterias eletroquímicas em uma microrrede isolada com geração fotovoltaica

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em 13 de julho de 2022

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Eliane Amaral Fadigas

Instituição: PEA/EPUSP

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Federico Bernardino Morante Trigos

Instituição: UFABC

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Paulo Hélio Kanayama

Instituição: FATEC

Julgamento: Aprovado

Este trabalho é dedicado a todos que me acompanharam durante o tempo de elaboração desse mestrado.

Aos meus pais, por seu apoio em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos e irmã, por estimular o meu contínuo desenvolvimento.

À orientadora desse trabalho, pela paciência e colaboração.

“Não importa quem você seja, não importa onde você more, e não importa quantas pessoas o estejam perseguindo, o que você não lê é muitas vezes tão importante quanto o que você realmente lê.”

Lemony Snicket

RESUMO

ZUCCHI, M. A. **Comparação econômica entre armazenamento hídrico bombeado e baterias eletroquímicas em uma microrrede isolada com geração fotovoltaica.** 2022. Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica/ Sistemas de Potência) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Este trabalho faz uma avaliação comparativa qualitativa, técnica e econômica entre armazenamento de energia em reservatório hidrelétrico de bombeamento e armazenamento em baterias de chumbo-ácido e íons de lítio para uma microrrede isolada. Inicialmente é feito um levantamento da literatura internacional sobre a utilização e metodologias de dimensionamento desses tipos de armazenamento. Em seguida são analisadas as principais arquiteturas de uma microrrede e é definida a arquitetura para estudo de caso de microrredes com armazenamento em reservatório hidrelétrico de bombeamento e em banco de baterias. É definida uma modelagem matemática para determinação do melhor dimensionamento do sistema a partir de uma simulação horaria durante toda a vida útil da microrrede. Por fim, os resultados do dimensionamento são avaliados e os tipos de armazenamento são comparados para identificar a viabilidade de cada um. Conclui-se que o armazenamento em reservatório hidrelétrico de bombeamento é a opção mais econômica para microrredes com maior potência instalada e para sistemas maiores, e que apesar dos sistemas com armazenamento em baterias de chumbo-ácido ainda serem a opção mais economicamente viável para sistemas de pequenas potências, o reservatório é uma opção que traz vantagens de caráter ambiental e de confiabilidade.

ABSTRACT

ZUCCHI, M. A. **Economic comparison between pumped water storage and electrochemical batteries in an isolated microgrid with photovoltaic generation.** 2022. Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica/ Sistemas de Potência) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

This work makes a qualitative, technical, and economic comparative assessment between energy storage based in a pumping hydroelectric reservoir and in lead-acid and lithium-ion batteries for an isolated microgrid. Initially, a survey of the international literature on the use and sizing methodologies of these types of storage is carried out. Then, the main architectures of a microgrid are analyzed and is defined the architecture for a case study of microgrids with storage based in a pumping hydroelectric reservoir and in battery banks. A mathematical modeling is defined to determine the best dimensioning of the system from an hourly simulation during the entire life of the microgrid. Finally, the sizing results are evaluated, and energy storage models are compared to identify the feasibility of each. It is concluded that storage in a pumping hydroelectric reservoir is the most economical option for microgrids with greater installed power and for larger systems, and that despite the systems with storage in lead-acid batteries still being the most economically viable option for systems for small powers, the reservoir is an option that brings environmental and reliability advantages.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Potência instalada em Micro-geração distribuída por fonte (MW)	22
Figura 2: Estrutura de uma microrrede.....	34
Figura 3: Evolução do comportamento dos preços do petróleo em série histórica (USD por barril).....	35
Figura 4: Custo médio global ponderado de eletricidade de tecnologias de geração de energia renovável em escala de utilidade recentemente comissionadas, 2010-2020.	36
Figura 5: Exemplo simplificado de um reservatório hídrico de bombeamento.	38
Figura 6: Componentes do conjunto de armazenamento hídrico em reservatório em sistema ternário, com turbina e bomba ligadas num único eixo.....	39
Figura 7: Arquitetura de minirrede, esquerda: acoplada em CC, direita: acoplada em CA	40
Figura 8: Arquitetura de minirrede com acoplamento híbrido CC-CA	41
Figura 9: Exemplo de conexão de um sistema fotovoltaico com armazenamento em baterias, com a utilização de um controlador de carga e inversor de rede.	42
Figura 10: Arquitetura da microrrede com armazenamento em reservatório hídrico de bombeamento.	45
Figura 11: Arquitetura da microrrede com armazenamento em banco de baterias... ..	45
Figura 12: Esquema de um reservatório hídrico bombeado com determinação do comprimento das tubulações.	54
Figura 13: Fluxo de caixa dos custos da microrrede.	56
Figura 14: Curva de carga utilizada na simulação de um dia em diferentes meses. ..	58
Figura 15: Localidade escolhida para o estudo de caso.	58
Figura 16: Irradiação solar no Brasil.....	59
Figura 17: Topografia da região para o estudo de caso.....	60
Figura 18: Exemplo de aplicação do grupo turbina-gerador em um sistema isolado.	63
Figura 19: Custo estimado de O&M por tipo de fonte de geração e armazenamento.	66
Figura 20: VPC em função da potência instalada no arranjo fotovoltaico.	76
Figura 21: VPC em função da capacidade máxima de armazenamento.....	77

Figura 22: SUPERAVIT de energia em relação à potência instalada no arranjo fotovoltaico.	77
Figura 23: SUPERAVIT de energia em função da capacidade máxima de armazenamento.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação de diferentes tipos de baterias.	37
Tabela 2: Irradiância Horizontal Global diária (médias mensais) em W/m ² medida em Laranjal do Jarí.	60
Tabela 3: Custos de O&M anuais praticados por cenário do estudo de caso.	66
Tabela 4: Parâmetros técnicos utilizados na simulação	67
Tabela 5: Preços considerados por componente na simulação	68
Tabela 6: Vida útil dos principais componentes de uma microrrede isolada.	68
Tabela 7: Resultado da simulação do cenário de microrrede com armazenamento em reservatório hídrico bombeado.....	70
Tabela 8: Resultado da simulação do cenário de microrrede com armazenamento em banco de baterias de chumbo-ácido.	72
Tabela 9: Resultado da simulação do cenário de microrrede com armazenamento em banco de baterias de íons de lítio.	74
Tabela 10: Comparação entre os resultados dos cenários de armazenamento simulados	75

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	21
1.1.1. ARMAZENAMENTO DE ENERGIA E A GERAÇÃO DISTRIBUIDA	21
1.1.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS PARA ARMAZENAMENTOS EM RESERVATÓRIO HIDRÍCO BOMBEADO E EM BATERIAS	23
1.2. OBJETIVOS.....	24
1.3. METODOLOGIA	24
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	25
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
3. SISTEMA DE GERAÇÃO COM ARMAZENAMENTO EM RESERVATÓRIO HÍDRICO E ARMAZENAMENTO ELETROQUIMICO	33
3.1. DEFINIÇÃO DE MICRORREDE	33
3.2. ARQUITETURA DE MICRORREDES ISOLADAS	34
3.2.1. Fontes de geração	34
3.2.2. Armazenamento de energia	36
3.2.3. Tipos de alimentadores.....	40
3.2.4. Outros componentes de uma microrrede.....	41
3.3. ARQUITETURA DA MICRORREDE DO ESTUDO DE CASO PROPOSTO	44
4. MODELAGEM DA ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS PROPOSTOS 47	
4.1. MODELAGEM DOS SISTEMAS PARA DETERMINAÇÃO DE SUA CAPACIDADE INICIAL 47	
4.2. MODELAGEM DA SIMULAÇÃO HORÁRIA	48
4.3. MODELAGEM DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA	54
5. ESTUDO DE CASO	57
5.1.1. Descrição do local	57
5.1.2. Dados técnicos e econômicos dos equipamentos dos sistemas	61
5.1.3. Resultados do dimensionamento de cada cenário.....	68
5.1.4. Análise técnica e econômica	75
6. CONCLUSÃO	79

REFERÊNCIAS	81
APENDICE I	87
APENDICE II	103
ANEXO I.....	106

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a necessidade de desenvolvimento sustentável tornou a preservação socioambiental um dos principais motivadores de desenvolvimento no mundo. No Brasil isso se reflete nas políticas de inclusão energética, como o programa "luz para todos", que buscam a universalização da energia elétrica no país e em compromissos de redução de impactos ambientais.

A universalização da energia, em paralelo com a necessidade de redução de emissões de gases de efeito estufa, resulta do crescente investimento na geração distribuída a partir de fontes renováveis.

Geração distribuída é o nome dado à geração de pequeno porte localizada próxima ao consumo. Microgeração refere-se à geração de energia com potência instalada até 75kW e minigeração é a geração entre 75kW e 3MW para fonte hídrica ou 5MW para as demais fontes (ANEEL, 2016).

Entretanto, a utilização da geração renovável, devido à intermitência das fontes, exige um sistema de armazenamento de energia para curto e longo prazo que realize o controle das flutuações horárias e sazonais e, assim, atenda a demanda variável para manter a estabilidade e a qualidade da carga (GUNEY; TEPE, 2017).

No Brasil, devido aos programas de universalização do acesso à energia elétrica, muitos sistemas fotovoltaicos foram instalados em regiões remotas e isoladas, sem acesso à conexão com a rede elétrica. Dessa forma, esses sistemas são geralmente dependentes da utilização de baterias para suprir a demanda da carga em períodos noturnos ou de baixa incidência de radiação solar.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1.1. ARMAZENAMENTO DE ENERGIA E A GERAÇÃO DISTRIBUIDA

De acordo com Simone (2019), com a crise hídrica de 2015 e a criação das bandeiras tarifárias, o aumento na tarifa de energia impulsionou a instalação de sistemas de microgeração distribuídas que, ao final de 2015, chegou a contar com 17 MW de capacidade instalada. Nos anos seguintes, foi verificado o crescimento exponencial desse tipo de geração, conforme apresentado na Figura 1, atingindo 684 MW instalados em 2018 e ultrapassando 800 MW em 2019.

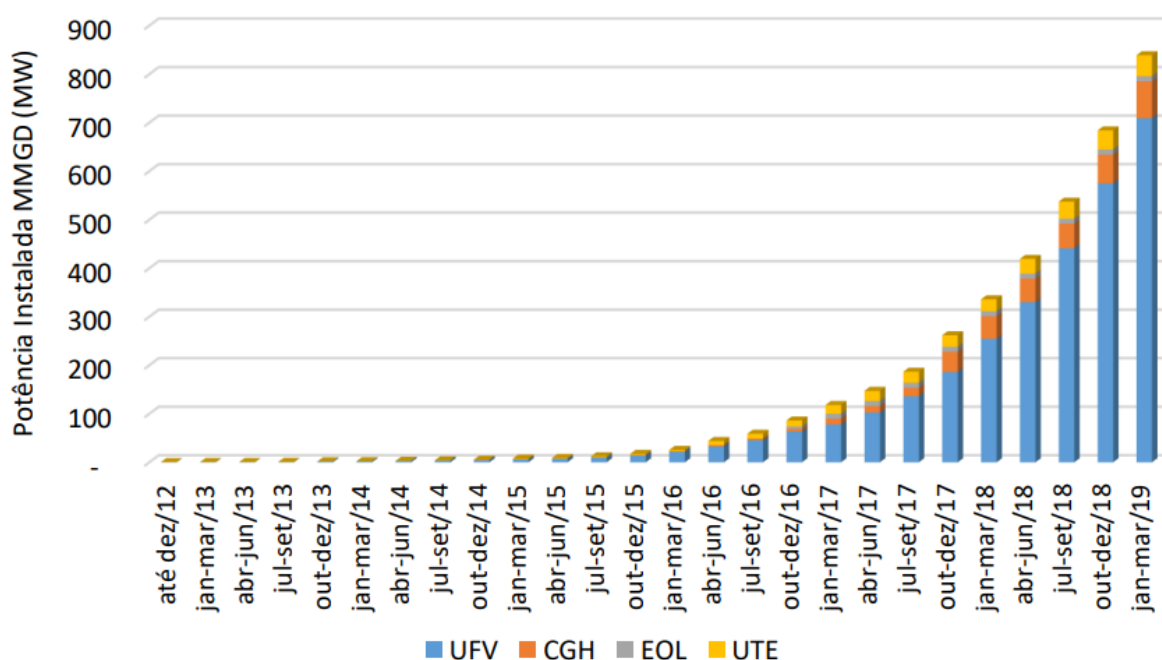


Figura 1: Potência instalada em micro-geração distribuída por fonte (MW). Fonte: Simone, 2019 com base em dados da Aneel (2019)

Além disso, devido aos programas de universalização do acesso à energia elétrica, muitos sistemas fotovoltaicos foram instalados em regiões remotas e isoladas do Brasil, sem acesso à rede elétrica convencional.

O crescimento exponencial da geração distribuída e o interesse desse tipo de instalação em regiões isoladas tornam essencial o desenvolvimento de formas de armazenamento de energia mais adequadas para cada caso específico.

Em geral, esses sistemas são dependentes da utilização de baterias para suprir a demanda da carga em períodos noturnos ou de baixa incidência de radiação solar.

Entretanto, em sistemas já instalados, como exemplo no projeto piloto da Eletrobrás (Projeto Xapuri), foi constatado que as baterias são o ponto mais fraco em sistemas isolados, causando o maior número de defeitos e o que mais impacta o custo da energia (ARE, 2017).

Com isso, faz-se necessária a busca por alternativas às baterias para estimular o acesso à geração fotovoltaica em comunidades isoladas e assim viabilizar o acesso à energia elétrica.

O reservatório hídrico bombeado é uma alternativa às baterias eletroquímicas, baseada em tecnologias simples, de fácil acesso e de confiabilidade reconhecidas, o que pode trazer diversas vantagens para uma microrrede isolada.

1.1.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS PARA ARMAZENAMENTOS EM RESERVATÓRIO HIDRÍCO BOMBEADO E EM BATERIAS

Em geral, para sistemas solares pequenos, é comum a utilização de baterias para a regulação da geração entregue à carga devido à facilidade de utilização e disponibilidade desses equipamentos no mercado. A utilização de baterias, porém, possui várias desvantagens, principalmente para utilização em regiões isoladas (ARE, 2017).

Segundo ARE (2017) as principais desvantagens da utilização de baterias são o curto tempo de vida (de 4 a 5 anos para baterias de chumbo ácido), a dificuldade do descarte dos componentes, o alto custo em relação à geração, a dificuldade de transporte e descarte em regiões remotas e o fato de não ser um tipo de armazenamento sustentável devido à utilização de metais pesados.

Atualmente, com a crescente utilização de baterias do tipo íons de lítio, algumas dessas desvantagens, como o tempo de vida, foram amenizadas e as baterias se tornaram mais eficientes e confiáveis, mas por um custo financeiro mais alto (CASTRO; BARROS; VEIGA, 2012).

Por outro lado, em Guney e Tepe (2017), argumenta-se que a utilização de reservatórios hidrelétricos de bombeamento com regulação diária exige reservatórios muito menores e com praticamente nenhum impacto ambiental em comparação com o armazenamento em baterias.

Segundo Margeta (2014) esses tipos de reservatórios são uma fonte de armazenamento verde e tradicionalmente usadas para balanceamento da produção e do consumo de energia de alta potência.

Além disso, os reservatórios hidrelétricos de bombeamento têm a vantagens de poderem ser construídos com materiais de baixo custo, disponíveis em várias regiões, como concreto, materiais metálicos, pedra e água. A vida útil de tais materiais é superior a 40 anos e seu custo de manutenção é comparativamente baixo em relação ao custo de trocas das baterias (MARGETA, 2014).

Uma desvantagem desse tipo de armazenamento é a eficiência por volta de 75%, o que é inferior às baterias que tem eficiências por volta de 90%, e o alto custo de implantação, principalmente devido à construção de reservatórios (MARGETA, 2014).

1.2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é a avaliação de uma alternativa sustentável à utilização de baterias em instalações de microgeração fotovoltaica em regiões remotas isoladas. Essa alternativa se baseia na utilização de um reservatório hidrelétrico de bombeamento construído a partir de materiais de fácil acesso.

Este trabalho pretende contribuir com o desenvolvimento sustentável de comunidades de baixa renda e de difícil acesso localizadas em regiões isoladas do Brasil, com destaque, na região Amazônica.

Como objetivo específico este trabalho propõe uma metodologia para avaliar comparativamente a utilização de armazenamento em reservatório hidrelétrico de bombeamento com armazenamento convencional em banco de baterias aplicados a uma microrrede isolada no Brasil.

A comparação é proposta com o objetivo de comprovar a viabilidade econômica da utilização de um reservatório ao invés de um sistema com armazenamento em banco de baterias através do custo de instalação, do valor presente dos custos, do custo do kWp instalado e do custo de geração.

O trabalho ainda pretende demonstrar a aplicabilidade da modelagem proposta para determinação do melhor armazenamento em um caso real através do dimensionamento de uma microrrede, onde é realizada uma análise de sensibilidade do custo total (valor presente dos custos) e da eficiência (energia excedente) em relação à capacidade de geração e de armazenamento instalados.

1.3. METODOLOGIA

Para a realização da avaliação proposta no objetivo deste trabalho foi inicialmente levantada a literatura sobre microrredes baseadas em sistemas de geração renovável e armazenamento em reservatório hídrico bombeado. Em seguida foi proposta uma configuração de sistema isolado de geração solar fotovoltaica com armazenamento em reservatório hídrico, cujo reservatório superior é alimentado por um sistema de bombeamento que armazena a geração solar fotovoltaica excedente.

Foi aplicada uma modelagem matemática para determinar o melhor dimensionamento desse sistema e de sistemas com banco de baterias para comparação entre os tipos de armazenamento. O dimensionamento é obtido através

de uma simulação horária que avalia o comportamento do sistema ao longo de toda a vida útil da instalação.

Os resultados são utilizados para comparar técnica e economicamente três tipos de armazenamento de energia: armazenamento hídrico em reservatório, armazenamento elétrico em banco de baterias de chumbo-ácido e de íons de lítio.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 2 apresenta os artigos e trabalhos mais relevantes que tratam de microrredes isoladas e armazenamento de energia, com destaque para artigos que tratam de reservatórios hidrelétricos de bombeamento e o dimensionamento dos sistemas.

O capítulo 3 define a microrrede e descreve as arquiteturas mais utilizadas, com base nos aspectos de fonte de geração, tipo de armazenamento e tipo de alimentação e apresenta os componentes que compõe uma microrrede isolada. Por fim, o capítulo apresenta as arquiteturas de microrredes que serão utilizadas no estudo de caso.

O capítulo 4 apresenta o estudo de caso utilizado para a análise comparativa dos sistemas de armazenamento em uma microrrede. Nesse capítulo são apresentadas as modelagens do sistema, da simulação e da avaliação econômica que será realizada.

No capítulo 5 são descritos os componentes escolhidos para utilização na simulação e são apresentados os dados técnicos e econômicos utilizados para cada componente do sistema. Por último, são apresentados os resultados obtidos na simulação de cada cenário e é realizada a análise comparativa entre os sistemas com armazenamento em reservatório hidrelétrico e em banco de baterias.

Por fim, na conclusão é apresentada uma consolidação dos resultados e das informações apresentadas nesse trabalho. São também apresentadas algumas recomendações a partir dos resultados obtidos e algumas sugestões para aprimoramento e desenvolvimento de trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo, apresenta uma revisão bibliográfica dos trabalhos relacionados aos temas desta dissertação, especialmente sobre sistemas de armazenamento de energia em microrredes isoladas e reservatórios de bombeamento.

Os artigos e projetos avaliados foram classificados de acordo com o objetivo proposto em cada um deles, sendo os principais: Comparações entre tipos de armazenamento, viabilidade técnica de reservatórios hidrelétricos de bombeamento em microrredes isoladas, estado da arte de reservatórios hidrelétricos de bombeamento, e estratégias de controle e otimização do dimensionamento.

A seguir são descritos os principais trabalhos utilizados nesta tese.

- Comparações Reservatório x outros tipos de armazenamento

Em Ma, Yang e Lu (2014a), examina-se e compara-se economicamente o custo do ciclo de vida do armazenamento de energia em baterias com o armazenamento em reservatório hidrelétrico bombeado para uma microrrede de geração renovável em uma ilha em Hong Kong. O trabalho conclui que o armazenamento hidrelétrico bombeado tem o custo de ciclo de vida mais econômico, entretanto, para um suprimento estável, a combinação híbrida de baterias com o reservatório de bombeamento é a melhor opção. Esse trabalho argumenta que uma turbina/bomba reversível aumentaria consideravelmente a eficiência do sistema e reduziria os custos, porém não foram encontradas à época esse tipo de turbina comercialmente para aplicações em microgeração renovável.

Hunt et al. (2018) faz uma comparação entre o reservatório de bombeamento e reservatórios convencionais com barragens. O objetivo é comparar como os serviços de armazenamento de energia e água são atendidos por reservatórios bombeados e barragens convencionais. O estudo de caso é realizado no Brasil, na bacia do São Francisco, onde são comparados os custos, especificidades dos terrenos e impactos sociais entre as duas modalidades, com base nas usinas de Muquem (reservatório de bombeamento) e Sobradinho (Barragem convencional). O artigo identifica que apesar de necessitar menos terreno e ter menos perdas por evaporação, os custos do reservatório bombeado são maiores que de uma barragem convencional. Apesar disso, os reservatórios de bombeamento ainda são imprescindíveis para regiões com topografia plana e alta evaporação.

Em Abdelshafy et al (2020) é apresentado um sistema com duplo armazenamento, em baterias e em reservatório de bombeamento. É proposta uma estratégia de gestão para o sistema de armazenamento para otimização dos processos de carga e descarga, prevendo a minimização do custo de investimento e da emissão de CO₂. É realizada ainda uma comparação entre esse sistema com dois armazenamentos e o sistema com armazenamento em reservatório bombeado. Os resultados indicam que o sistema com duplo armazenamento é mais eficiente e custo-efetivo.

- Viabilidade de reservatórios em microrredes isoladas

Em Ma, et al. (2014b) um armazenamento com reservatório de bombeamento é utilizado em uma microrrede isolada de geração híbrida solar-eólica para avaliação da viabilidade técnica desse sistema. O sistema proposto é aplicado à um estudo de caso em uma ilha remota em Hong Kong. Os resultados apresentam que é possível utilizar esse sistema como solução de geração autônoma em comunidades remotas. É notável que a geração eólica nesse caso tem uma parcela na geração total maior que a geração solar. O estudo por fim sugere que a utilização de um pequeno banco de baterias para atender a carga em períodos de pico aumentaria a confiabilidade do sistema.

Em Javed et al. (2020), é apresentada uma revisão detalhada sobre sistemas com armazenamento em reservatório de bombeamento com geração híbrida solar-eólica. Além disso, o artigo apresenta um panorama atual e futuro da presença desse tipo de armazenamento, assim com os desafios associados. Esse trabalho considera aspectos econômicos, ambientais e técnicos discutidos em artigos publicados nos últimos 10 anos. O objetivo do artigo é orientar futuras pesquisas que exploram esse tipo de sistemas.

- Estado da arte de reservatórios hidrelétricos de bombeamento

Em Haque e Rahman (2012), o estudo faz uma revisão das capacidades globais de armazenamento em reservatórios reversíveis e de bombeamento, do desenvolvimento tecnológico e dos sistemas híbridos de armazenamento hidrelétrico com geração renovável. A revisão explora os reservatórios hídricos como a tecnologia mais conveniente para redes autônomas isoladas e para armazenamento de grande escala, onde a eficiência do sistema varia entre 70% e 80%. O trabalho ainda levanta que no mundo, os reservatórios têm sido muito mais utilizados para regularização da

rede elétrica convencional, enquanto o armazenamento de pequena escala tem sido usado para alguns casos de geração fotovoltaica para atendimento de pequenas cargas domésticas. O artigo realça ainda a importância da relação entre a distância entre os reservatórios e a altura entre eles, onde quanto menor a relação, mais economicamente eficiente é o projeto.

Em Rehman, Hadhrami e Alam (2015), é realizada uma revisão conceitual de sistema de armazenamento em reservatórios de bombeamento, levantando a capacidade global existente desse tipo de armazenamento, o desenvolvimento tecnológico, os modelos de sistema híbridos (geração eólica e solar) e recomendações de possíveis opções desse tipo de sistema. A revisão apresenta que os reservatórios de bombeamento são a tecnologia mais recomendada para sistema autônomos pequenos em ilhas e em sistemas que precisam de armazenamento de grande escala, com eficiências entre 70% e 80%.

- Estratégias de controle e otimização do dimensionamento

Em Kusakana (2016), é proposto um modelo de despacho de energia que satisfaz a demanda da carga, levando em conta a intermitência da geração renovável e utilizando um reservatório hídrico de bombeamento e um gerador a diesel como backup. O objetivo é minimizar o custo de operação e otimizar o fluxo de potência do sistema. O modelo é então aplicado a dois estudos de caso. Os resultados mostram que o modelo de controle proposto economiza combustível, mantendo as características de atendimento da carga. Ainda nesse artigo, é apresentado como o reservatório bombeado consegue lidar com qualquer requerimento operacional que exija uma resposta rápida da geração ou do armazenamento. Por fim, o artigo mostra a importância do nível inicial de água no reservatório e da profundidade permissível de descarga no sistema operacional.

Em Ekoh et al. (2016), os autores apresentam um modelo matemático para otimizar o dimensionamento de um sistema isolado de geração híbrida solar-eólica com armazenamento em reservatório hídrico de bombeamento. O modelo é aplicado à um estudo de caso usando simulação horária de um dia para definir a vazão necessária e escolher a turbina e a bomba adequadas para a operação ótima.

Em Ghasemi e Enayatzare (2018), é proposto um método de otimização diário da gestão da energia de uma microrrede rural com geração solar e eólica. Para a regularização da geração, são comparados um reservatório bombeado e incentivos

para um programa de resposta em demanda. O estudo mostra que o reservatório com despacho ótimo tem uma performance melhor em comparação com a resposta em demanda, mas a combinação das duas tem o melhor resultado melhorando significativamente as performances técnica e econômica.

Kusakana (2018), desenvolve um modelo para minimizar o custo de operação diário em um sistema de geração híbrida (diesel e fotovoltaico) e armazenamento com reservatório de bombeamento, utilizando água de um poço subterrâneo. O modelo é aplicado à um estudo de caso para atividade rural em uma fazenda na África do Sul. Como resultado, obteve-se redução potencial de 71,3% de economia no custo da energia, devido à redução no consumo de óleo diesel. Ressalta-se que o resultado obtido é muito específico para o local do estudo de caso e, portanto, é necessário a utilização de outros indicadores econômicos para uma melhor avaliação.

Em Ahshan e Iqbal (2020) apresentam um estudo sobre a operação de microrredes isoladas com armazenamento em reservatório bombeado. O estudo de caso dimensiona o reservatório através de modelos matemáticos para uma microrrede de geração eólica. O trabalho desenvolve e testa a performance de um modelo de controle do reservatório de bombeamento, baseado na queda de frequência. Conclui-se que o sistema de controle do reservatório é capaz de entregar energia segura e confiável à carga nos momentos que não há geração eólica.

Em Mousavi (2020) é implementado um sistema de gerenciamento ótimo para controlar as bombas, turbina e tempo de irrigação em tempo real, avaliando as condições presente e futura de uma microrrede com reservatório de bombeamento em uma fazenda. A análise econômica é feita com base em diferentes condições de um sistema experimental instalado em laboratório. O autor conclui que o período para retorno do investimento é curto e traz benefícios em relação ao tempo de vida, comparando-se a um sistema com baterias.

Este trabalho, a semelhança dos projetos apresentados, aplica um modelo matemático para a avaliação comparativa entre uma microrrede com armazenamento em reservatório hidrelétrico de bombeamento e armazenamento em banco de baterias. O modelo teve o objetivo de buscar um dimensionamento mais próximo do ótimo para atendimento total das cargas. A simulação aplicada nesse projeto avalia a operação das microrredes durante toda a vida útil dos sistemas instalados resultando

em uma comparação técnico-econômica dos diferentes tipos de armazenamentos durante suas vidas úteis.

3. SISTEMA DE GERAÇÃO COM ARMAZENAMENTO EM RESERVATÓRIO HÍDRICO E ARMAZENAMENTO ELETROQUIMICO

3.1. DEFINIÇÃO DE MICRORREDE

Segundo Borges (2016), uma microrrede é um sistema integrado visto pela rede de distribuição como uma entidade única e que pode operar tanto conectado à rede (interligado) quanto de forma autônoma (isolado). Esse sistema é composto de recursos de geração distribuída, cargas controláveis e sistemas de armazenamento de energia.

No início do desenvolvimento da eletricidade, devido às limitações técnicas, cada cidade eletrificada operava como uma microrrede independente e isolada fisicamente. Não existiam os termos geração distribuída ou microrrede e nem interconexão.

O primeiro conceito de MR, desenvolvido pelo CERTS (Consortium for Electric Reliability Technology Solutions), foi estabelecido no ano de 1999. Segundo a definição do CERTS, uma microrrede é composta de cargas e microfuentes agregadas operando como um sistema único fornecendo energia elétrica ou calor, conectada ou não à rede da concessionária e permitindo flexibilidade que garanta a operação como um sistema único (LOPES, et al., 2013) e (LASSETER, 2002).

No Brasil, as microrredes são definidas pelo glossário de termos do Prodist (Procedimentos de Distribuição) (ANEEL, 2012) e pela resolução normativa nº 1.000/2021 (ANEEL, 2021). De acordo com as definições da Aneel, uma microrrede é um microssistema que pode operar isoladamente do sistema de distribuição, atendida diretamente por uma unidade de geração distribuída com potência instalada total de até 100kW.

A Figura 2 apresenta a estrutura de uma microrrede de geração híbrida genérica com armazenamento atendendo à uma carga. Ressalta-se a interconexão entre as cargas e geradores em um mesmo nível de tensão e a capacidade de operação isolada da rede de energia convencional.

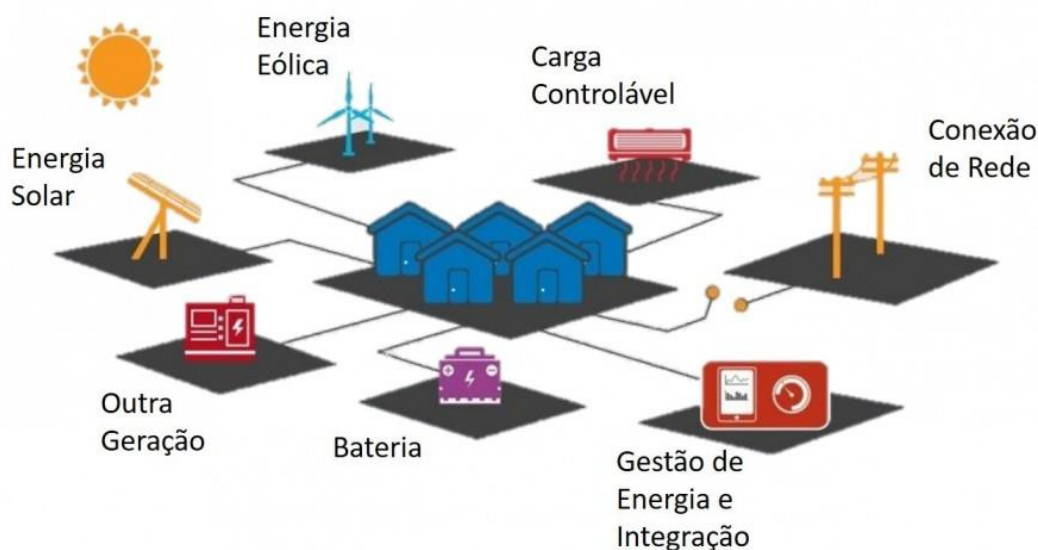


Figura 2: Estrutura de uma microrrede. Fonte: MARQUES, 2022

3.2. ARQUITETURA DE MICRORREDES ISOLADAS

A arquitetura de uma microrrede é composta pela combinação de diversas características construtivas. As principais características que definem uma microrrede são a fonte de geração, o tipo de armazenamento e o tipo de alimentador. A seguir são apresentadas as configurações mais usuais.

3.2.1. Fontes de geração

A primeira decisão na instalação de uma microrrede é o tipo de fonte de energia a ser utilizada. Essa fonte pode ser renovável, não renovável ou um sistema híbrido com dois ou mais tipos de fontes. As fontes mais utilizadas historicamente são geradores a Diesel, Biodiesel ou gás natural, solar-fotovoltaico, turbinas eólicas, e micro ou mini hidrelétricas (REN21, 2017).

A vantagem da utilização das fontes fósseis é a segurança de se gerar energia de forma constante, ou seja, sem intermitências. Além disso, por não depender de fatores naturais associados à localização da microrrede, é a opção mais versátil. Entretanto, o alto custo dos combustíveis e os prejuízos ambientais tornam essa fonte de geração cada vez menos atrativa. A flutuação no preço do combustível é um dos principais riscos na utilização de fontes térmicas. A Figura 3 apresenta a flutuação dos custos do petróleo ao longo dos anos.

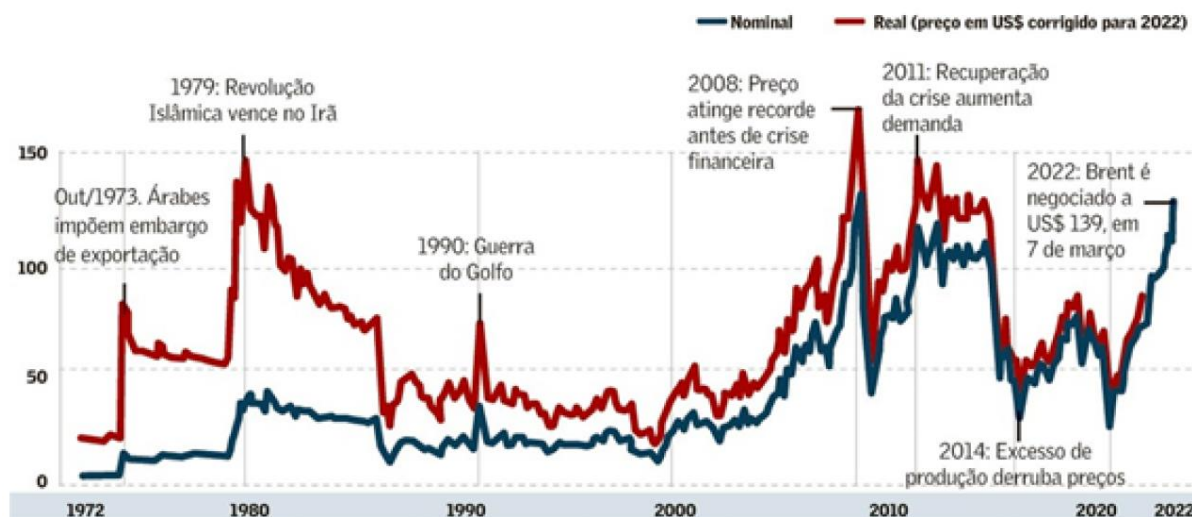


Figura 3: Evolução do comportamento dos preços do petróleo em série histórica (USD por barril). Fonte: VITTO, 2020, apud. Valor Econômico, 2022

De acordo com o ONS (2022), 80,5% da geração prevista nos sistemas isolados no Brasil ainda provém de geração térmica com óleo diesel ou biodiesel. Entretanto, através da portaria nº 552/GM/MME (MME, 2021) de setembro de 2021, prevê-se a instalação de 11.147 sistemas de geração fotovoltaicos em 2022, através do programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica na Amazônia Legal, visando reduzir a geração a base de fontes fósseis nos sistemas isolados.

Segundo Vitto (2022), as fontes de energias renováveis, especialmente solar e eólica tem tido uma rápida difusão nos últimos anos, devido aos ganhos de competitividade. Na Figura 4 é apresentada a redução dos custos das fontes renováveis entre 2010 e 2020. Nota-se a queda acentuada nos preços em US\$/MWh da geração solar fotovoltaica nesse período de 10 anos.

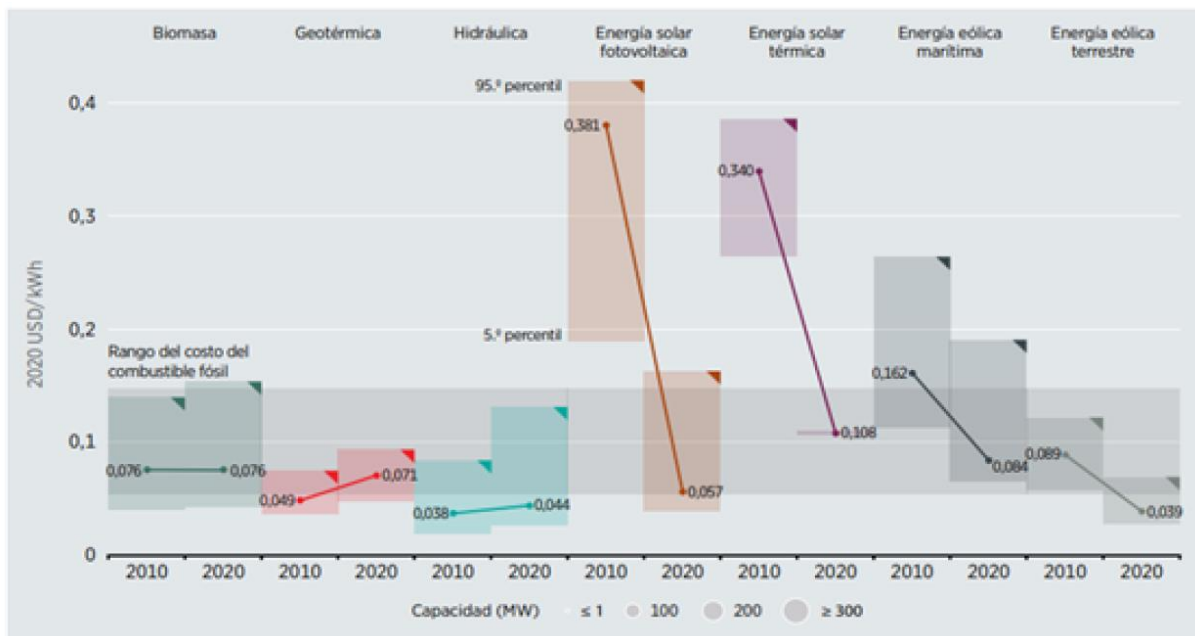


Figura 4: Custo médio global ponderado de eletricidade de tecnologias de geração de energia renovável em escala de utilidade recentemente comissionadas, 2010-2020. Fonte: VITTO, 2022. Apud. IRENA, 2020

Como exemplo dessa expansão, em 2019 a capacidade instalada de geração de fontes renováveis, principalmente solar fotovoltaica, foi de mais de 200 GW. As fontes solar e eólica se tornaram economicamente competitivas, sendo que, em algumas regiões são mais financeiramente vantajosos que a instalação de novas usinas a carvão (REN21, 2020).

Apesar dos números se referirem à projetos de grande porte, a tendência de aumento do interesse em fontes de geração renovável se aplica também a sistemas de pequeno porte e isolados.

3.2.2. Armazenamento de energia

O armazenamento de energia é necessário para viabilizar a utilização de fontes renováveis intermitentes em uma microrrede isolada, operando como fonte de back-up quando a demanda for maior que a geração (VITTO, 2022).

O sistema de armazenamento mais utilizado para redes de pequeno porte é o banco de baterias eletroquímicas.

A seguir, são apresentados detalhes sobre alguns tipos de armazenamento.

a) Armazenamento eletroquímico (baterias eletroquímicas)

As baterias eletroquímicas são o método de armazenamento mais utilizado atualmente em sistemas fotovoltaicos. Nesses sistemas, as mais utilizadas são as de Chumbo-ácido (Pb-ácido) e Níquel-cádmio (Ni-Cd). Além destas, para aplicações com maiores profundidades de descarga (até 80%) e número de ciclos na faixa de 5000, a tendência é a utilização de baterias de Lítio. Para profundidades de descarga maiores que 80% e número de ciclos maior que 5000, são utilizadas baterias de fluxo.

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os principais tipos de baterias utilizados em instalações fotovoltaicas isoladas.

Tabela 1: Comparação de diferentes tipos de baterias.

	Chumbo-Ácido	Níquel-Cádmio	Íon-Lítio
Ordem máxima de potências	Múltiplas dezenas de MW	Dezenas de MW	Dezenas de MW
Energia específica (Wh/Kg)	35 – 50	75	150 – 200
Potência específica (W/Kg)	75 – 300	150 – 300	200 – 315
Nº de ciclos	500 – 1500	2500	1000 – 10000
Carga / eficiência energética de descarga	-80%	-70%	-95%
Auto-descarga	2 – 5% por mês	5 – 20% por mês	- 1% ao mês

Fonte: GUNNEY, et al., 2017

b) Armazenamento mecânico (Reservatório hídrico de bombeamento)

O reservatório hídrico de bombeamento (Figura 5) utiliza os excedentes de energia gerada pelo sistema de geração para bombear água de um reservatório inferior para um reservatório superior. Quando há aumento na demanda de energia, a água é conduzida ao reservatório inferior, provocando a rotação de uma turbina que aciona um gerador elétrico. É um sistema simples com eficiências de 65% a 80%, dependendo dos equipamentos utilizados.

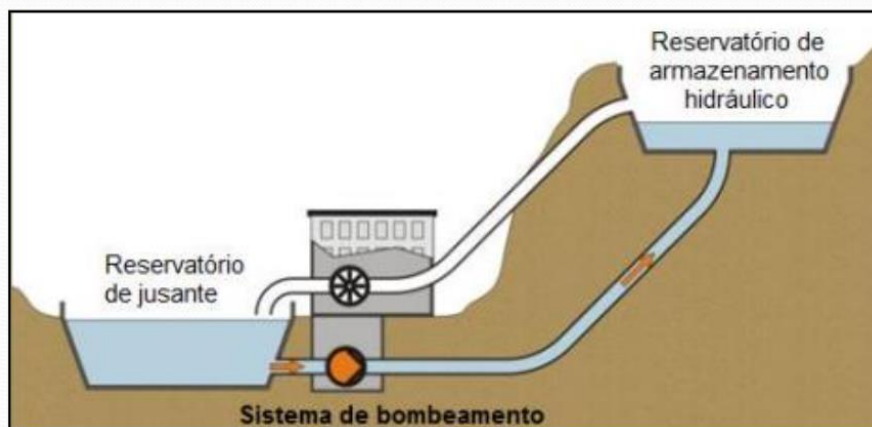


Figura 5: Exemplo simplificado de um reservatório hídrico de bombeamento. Fonte: MARTÍ, 2020

Atualmente, é muito utilizado para sistemas interligados, onde apresenta tecnologia madura com longos períodos de armazenagem, alta eficiência e custo de instalação relativamente baixo por unidade de energia.

Para sistemas isolados de pequeno porte, pode apresentar baixa eficiência e por isso pode não ser economicamente viável se a água bombeada não for utilizada para finalidades complementares, como irrigação e abastecimento de água (MANOLAKOS; PAPADAKIS, 2004).

Existem duas maneiras de implementar o bombeamento hidrelétrico. O primeiro método, apresentado na Figura 6, chamado de sistema ternário, utiliza uma turbina e uma bomba separadas. O segundo, utiliza uma turbina reversível.

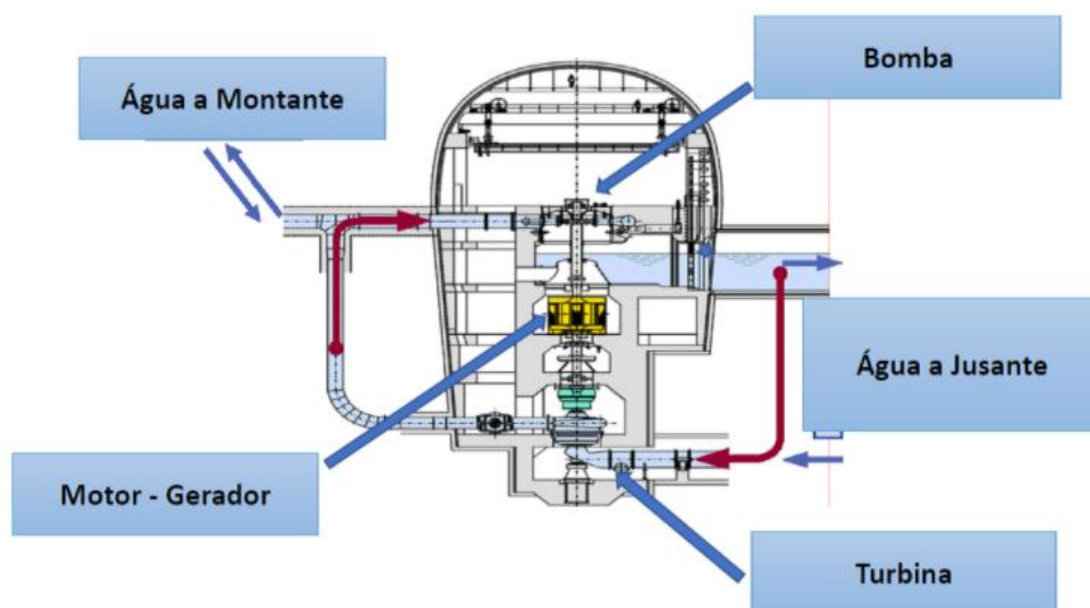


Figura 6: Componentes do conjunto de armazenamento hídrico em reservatório em sistema ternário, com turbina e bomba ligadas num único eixo. Fonte: Reis, 2019

O método ternário, utilizado nesse trabalho, é o mais simples, pois pode utilizar equipamentos comuns, de fácil acesso no mercado. Outra vantagem desse sistema é a possibilidade de operar simultaneamente como bomba e turbina, o que aumenta a flexibilidade da operação do sistema. Uma desvantagem é a necessidade de duas vias de tubulação para que a água possa escoar em ambos os sentidos, o que aumenta o custo total do sistema.

Em projetos de usinas hidrelétricas de bombeamento é comum a utilização de reservatórios de água já existentes no local, seja de água de rio, lago, fonte subterrânea ou até o mar. A utilização de reservatório natural é economicamente mais vantajosa pois não utiliza custos de materiais e mão de obra para construção. Adicionalmente, sendo uma fonte pré-existente não causa impactos ao meio ambiente em que está inserido, como o ocasionado por um reservatório em barragem.

Os reservatórios para um sistema hidrelétrico bombeado podem ser tanto uma fonte de água natural (como um lago, um rio ou um poço) como um reservatório artificial (construído com a utilização de uma barragem ou até um conjunto de cisternas).

As usinas que utilizam reservatórios de bombeamento podem ser classificadas em dois tipos: Usinas hidrelétricas de bombeamento puras (ciclo fechado) ou combinadas (ciclo aberto). As usinas puras são aquelas que utilizam para geração apenas a água previamente bombeada para o reservatório superior. A usina

combinada, além de utilizar a água armazenada no reservatório superior por bombeamento, utiliza água que flui para o reservatório superior através de um fluxo hídrico natural.

No caso de micro e mini-geração, ou seja, para potências menores, é possível a utilização de cisternas para armazenamento da água. Essa cisterna pode ser a mesma já utilizada para abastecimento hídrico local, o que diminui o custo para o sistema de geração.

3.2.3. Tipos de alimentadores

Segundo GEPEA (2016) não existe uma arquitetura de alimentação que seja universalmente aplicada. As vantagens e desvantagens dependem das características de oferta e demanda e da estratégia de operação. O projeto da microrrede deve simular diferentes cenários de arquitetura visando minimizar os custos e melhor aproveitamento da energia.

Uma microrrede, pode ser alimentada de três formas: com alimentadores do tipo CA, CC e híbrido.

Em geral, o tipo de alimentadores deve ser escolhido para atender os componentes de geração, armazenamento e de condicionamento de potência de forma a obter a melhor eficiência global. Ou seja, quanto menos vezes for necessário a realização de conversão de CC para CA ou de CA para CC, menor serão as perdas devido à essa conversão através dos inversores. A Figura 7 apresenta as configurações com alimentação em CC e CA.

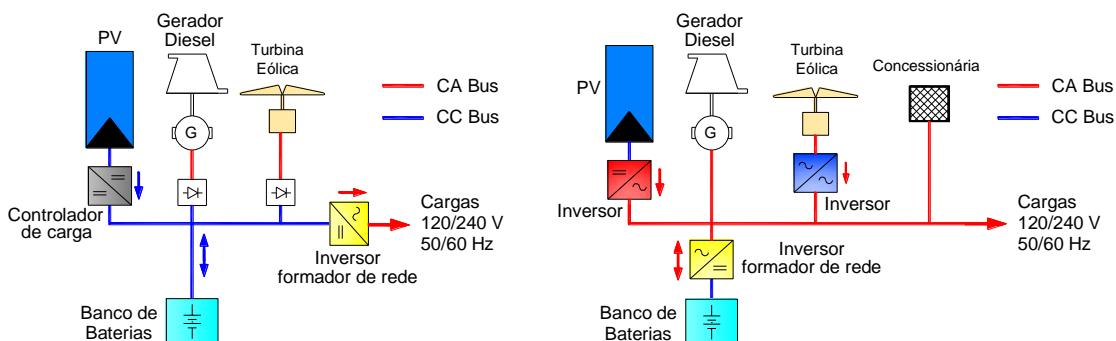


Figura 7: Arquitetura de microrrede, esquerda: acoplada em CC, direita: acoplada em CA Fonte: GEPEA, 2016

Na alimentação em CC, todas as fontes são acopladas num barramento CC antes de serem ligadas ao barramento CA através dos conversores. É o método mais

utilizado para sistemas de pequeno porte devido às elevadas perdas. A principal vantagem é que esse tipo não exige sistemas de controle complexos (GEPEA, 2016).

A alimentação em CA é a mais adequada para sistemas de maior porte, apesar de requerer um sistema de controle mais avançado. Uma vantagem é que esse sistema exige menor potência e tem maior flexibilidade para expansão futura (GEPEA, 2016).

A redes de alimentação híbrida, como da Figura 8, combinam vantagens das alimentações CC e CA, reduzindo suas desvantagens, pois esse modelo minimiza o número de conversões realizadas para o atendimento da carga (GEPEA, 2016).

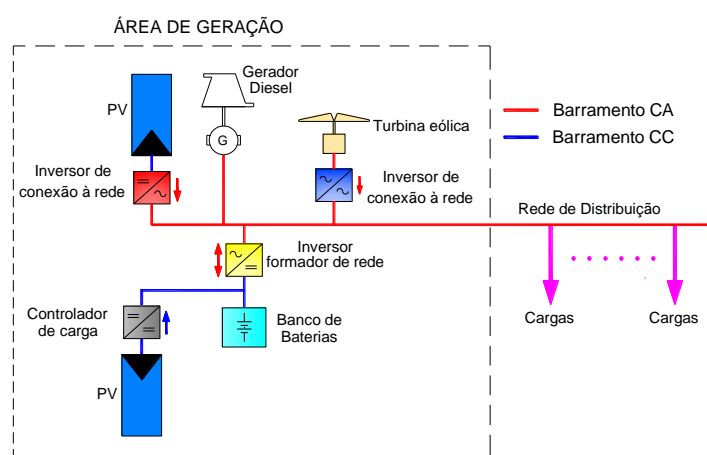


Figura 8: Arquitetura de microrrede com acoplamento híbrido CC-CA Fonte: GEPEA, 2016

3.2.4. Outros componentes de uma microrrede

Além da geração e armazenamento, uma microrrede utiliza um sistema de condicionamento de potência. Esse é composto principalmente pelos controladores de carga e inversores de conexão à rede. Em conjunto, esses equipamentos têm a função de otimizar e adequar a geração.

O sistema de condicionamento deve desempenhar as seguintes funções na microrrede:

- Manter a tensão CC e a frequência do sistema constantes (formação de rede);
- Fornecer tensão de referência para o modulador de pulsos do inversor;
- Converter a tensão gerada em CC em tensão CA utilizada pela carga;
- Gerenciar a carga e descarga do sistema de armazenamento;

- Gerenciar a operação dos módulos fotovoltaicos;
- Proteger o banco de baterias contra sobrecarga e descarga excessiva;
- Proteger os módulos fotovoltaicos sobre interferência causadas por sombreamentos, dentre outras.

Atualmente, todas essas funções podem ser desempenhadas por dois equipamentos, o inversor de rede e o controlador de carga. A Figura 9 apresenta um sistema fotovoltaico típico de aplicação isolada mostrando como os componentes de acondicionamento de potência são interligados.

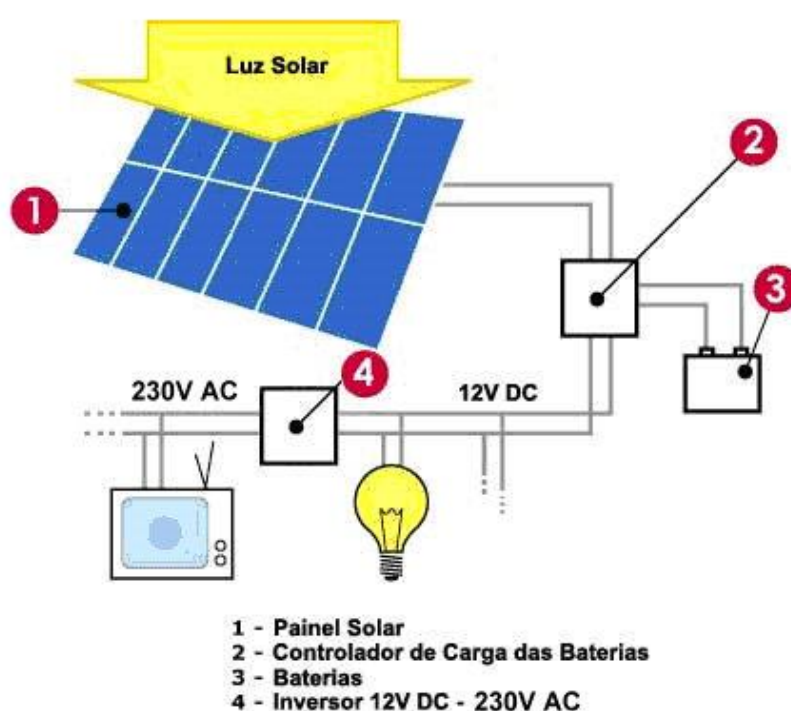


Figura 9: Exemplo de conexão de um sistema fotovoltaico com armazenamento em baterias, com a utilização de um controlador de carga e inversor de rede. Fonte: REIS, 2015

a) Inversores de conexão à rede

O inversor de conexão à rede é o responsável pela conversão da energia gerada em corrente contínua (CC) em energia a ser consumida pela carga em corrente alternada (CA). Além disso, os inversores atuais são capazes de atuar como proteção de sobrecargas e tensões e rastrear a operação ótima da geração fotovoltaica e registro de dados de tensão, corrente, potência e frequência de saída; tempo de operação do inversor, energia gerada e estado do dispositivo (falhas).

Atualmente existem comercialmente três principais tipos de inversores, o inversor conectado à rede (também chamado on-grid ou grid-tie), o isolado (ou off-grid) e o híbrido (Portal Solar, 2022).

O inversor conectado à rede é o modelo utilizado quando a microrrede opera conectada à rede elétrica convencional. Além das funções já citadas anteriormente ele também tem a função de desligar a microrrede caso a rede elétrica venha a cair.

O inversor isolado é utilizado em sistema que operam desconectados da rede elétrica, que geralmente utilizam baterias. São inversores ideais para microrredes isoladas onde o inversor é controlado por uma referência de tensão que, em geral, pode ser um gerador ou baterias.

O inversor híbrido é o modelo capaz de operar tanto conectado à rede, quanto isolado. Sua função, diferente dos anteriores, é isolar uma microrrede conectada à rede elétrica convencional no caso de queda, ou seja, diferente do inversor conectado à rede, com o inversor híbrido a microrrede não precisa ser desligada para evitar que a microrrede injete potência na rede.

Uma opção ainda que pode ser implementada é a modularidade dos inversores, através da ligação de múltiplos inversores em paralelo, para evitar perdas de eficiência quando a potência que passa por eles é inferior à sua potência nominal. Isto pode ocorrer, por exemplo, em períodos de baixos índices de radiação solar e, conseqüentemente, baixa geração fotovoltaica.

b) Controladores de carga

A principal função do controlador de carga no sistema é direcionar a energia gerada para as baterias. O controlador protege as baterias de receberem sobrecarga ou serem descarregadas profundamente.

Além disso, esse equipamento verifica a tensão das baterias para determinar seu estado de carga. Por isso, ele é o responsável por garantir a duração da vida útil das baterias.

Outras funções dele incluem proteção contra correntes reversas, monitoramento do sistema através de indicadores e alarmes, controle de cargas secundárias (como por exemplo bombas d'água) e compensação da tensão da carga devido à mudanças de temperatura quando as baterias estão num local não climatizado (MINHA CASA SOLAR, 2022).

Este equipamento possui dispositivos que informam a capacidade armazenada disponível no sistema e alertam o para a necessidade de adaptação da carga para atender as necessidades da instalação. (REIS, 2015)

O controlador deve ser dimensionado para ser capaz de superar a maior corrente: a dos módulos ou a de consumo. Caso seja necessário, pode-se utilizar mais de um controlador, dividindo-se a corrente entre eles (REIS, 2015).

3.3. ARQUITETURA DA MICRORREDE DO ESTUDO DE CASO PROPOSTO

Neste trabalho é proposto para o estudo de caso uma microrrede com geração fotovoltaica. Nessa microrrede, foram simulados sistemas fotovoltaicos com três tipos de armazenamento, configurando-se três cenários que são comparados técnico e economicamente: Cenário 1 é um sistema com reservatório hidrelétrico bombeado; Cenário 2 é um sistema com armazenamento em baterias de chumbo-ácido e; Cenário 3 é um sistema com armazenamento em baterias de íons de lítio.

Em todos os cenários, o inversor utilizado é do tipo para aplicação isolada, com a tensão de referência vinda das baterias ou do gerador hidrelétrico. O controlador de carga especificado tem a função de gerenciar o armazenamento de energia para ambos os tipos de armazenamento e, no caso do armazenamento hídrico, é responsável por determinar o acionamento das motobombas.

a) Reservatório de bombeamento

Nesta arquitetura da microrrede, é utilizado um conjunto de motobombas, reservatório superior, grupo turbina-gerador e tubulações para compor o armazenamento hídrico. O reservatório inferior, conforme será apresentado no capítulo 4, trata-se de uma fonte natural de água abundante.

A alimentação dessa arquitetura é mista, conforme Figura 10, pois, no lado CC, são conectados o arranjo fotovoltaico e a motobomba hidráulica solar. No lado CA, ficam o gerador hidrelétrico e a carga.

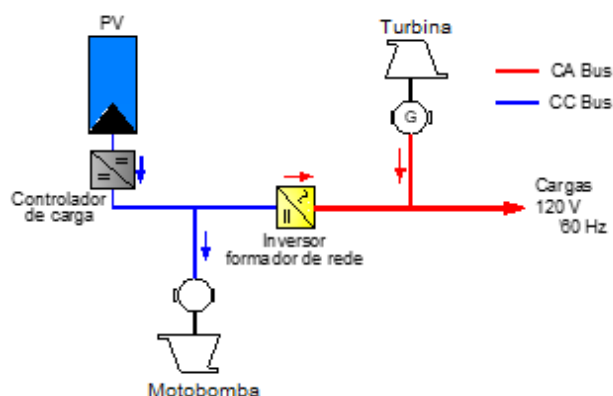


Figura 10: Arquitetura da microrrede com armazenamento em reservatório hídrico de bombeamento. Fonte: Autor

b) Banco de baterias de chumbo-ácido e íons de lítio

As duas microrredes que utilizam baterias para armazenamento da energia possuem a mesma arquitetura. Nesse caso, conforme a Figura 11, tanto as baterias quanto o arranjo fotovoltaico são ligados em um barramento CC, e apenas a carga opera com barramento em CA.

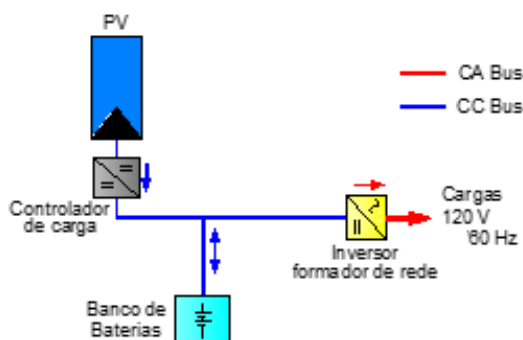


Figura 11: Arquitetura da microrrede com armazenamento em banco de baterias. Fonte: Autor

4. MODELAGEM DA ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS PROPOSTOS

4.1. MODELAGEM DOS SISTEMAS PARA DETERMINAÇÃO DE SUA CAPACIDADE INICIAL

A simulação horária tem como objetivo determinar o dimensionamento ótimo dos sistemas, ou seja, determinar a quantidade mínima necessária de módulos fotovoltaicos e capacidade de armazenamento de energia, de tal forma a obter um custo mínimo do sistema com 100% da carga atendida. A otimização é feita com base em iterações manuais, e, portanto, para reduzir o número de iterações necessárias para chegar ao ponto ótimo, inicia-se a simulação com uma determinada capacidade dos sistemas.

Para definir a capacidade inicial do sistema de armazenamento de energia, assume-se um valor correspondente a 50% da energia diária consumida pela carga. As seguintes equações são utilizadas para dimensionamento dos componentes do sistema:

a) Reservatório de água:

$$0,5 \times E_{\text{carga/dia}} = 9,8 \times Q_{\text{diária}} \times h_R \times \eta_H \times (86.400 \text{ segundos}) \quad (1)$$

Então:

$$Q_{\text{diária}} = \frac{0,5 \times E_{\text{carga/dia}}}{9,8 \times h_R \times \eta_H \times 86.400} \quad (2)$$

E

$$V_{\text{máximo}} = \frac{0,5 \times E_{\text{carga/dia}}}{9,8 \times h_R \times \eta_H} \quad (3)$$

Onde:

$Q_{\text{diária}}$: Vazão de água máxima diária [m³/s]

$E_{\text{carga/dia}}$: Consumo total diário de energia da carga [kWh]

h_R : Altura do reservatório superior. [m]

η_H : Rendimento do sistema de geração hidrelétrica dado por $\eta_t \times \eta_G \times \eta_{TH}$.

Onde η_{TH} é a eficiência da tubulação hidráulica de saída do sistema, η_t é a eficiência da turbina e η_G é a eficiência do gerador.

b) Banco de baterias:

$$C_{m\acute{a}ximo} = \frac{0,5 \times E_{carga/dia}}{\eta_{bat} \times \eta_{inv} \times PD_{bat}} \quad (4)$$

Onde:

$C_{m\acute{a}ximo}$: Capacidade máxima diária do banco de baterias [kWh]

$E_{carga/dia}$: Consumo total diário de energia da carga [kWh]

η_{bat} : Eficiência das baterias

η_{inv} : Eficiência do inversor

PD_{bat} : Profundidade de descarga das baterias

Para a quantidade inicial de módulos fotovoltaicos, calcula-se o valor inicial de potência do arranjo fotovoltaico pela seguinte equaao:

$$P_{arranjo} = \frac{E_{carga/dia}}{\eta_{cond} \times \eta_{modulo} \times \eta_{controlador} \times \eta_{inv} \times SP} \quad (5)$$

Onde:

$P_{arranjo}$: Potência total instalada do arranjo fotovoltaico [kW]

$E_{carga/dia}$: Consumo total diário de energia da carga [kWh].

η_{cond} : Rendimento do sistema elétrico, dado por (1-perdas nos condutores)

η_{modulo} : Rendimento dos módulos/ painéis, dado por (1- perdas nos módulos por sujeira, temperatura, degradaao com o tempo)

$\eta_{controlador}$: Rendimento do controlador de carga

η_{inv} : Eficiência do inversor

SP: Horas de Sol Pleno

4.2. MODELAGEM DA SIMULAAO HORÁRIA

A simulaao horária verifica, a cada intervalo de tempo, como o sistema atua no atendimento da carga. Assim a partir dos resultados calcula-se o dimensionamento otimizando-se o custo durante a vida útil do sistema. A otimizaao foi feita manualmente através de iteraoes da simulaao, buscando minimizar o custo, mas atendendo as condioes de contorno.

Como principal condiao de contorno, define-se que o sistema não deve apresentar déficit, ou seja, durante a vida útil do sistema a carga deve ser

integralmente atendida. Outra condição é a minimização do excesso de energia gerada (superávit) e do custo total do sistema.

Foram elaboradas simulações de uma microrrede com 100 kW de potência instalada com três diferentes sistemas de armazenamento: o primeiro com o reservatório de bombeamento de água, o segundo com baterias de chumbo-ácido e o terceiro com baterias de íons de lítio.

Assim, nos três casos, com base no mesmo perfil de radiação e de demanda, variou-se a capacidade dos sistemas de armazenamento e capacidade de geração fotovoltaica para minimizar os custos de investimento, de forma que o VPC seja mínimo, mas com atendimento de 100% da carga e mínimo incidência de superávit de energia produzida.

Para variar a capacidade dos sistemas de armazenamento utilizam-se as variáveis de Capacidade (volume) máximo do reservatório para o sistema com reservatório de bombeamento e a quantidade de baterias para os sistemas com armazenamento em baterias. A capacidade de geração fotovoltaica varia de acordo com a quantidade de módulos fotovoltaicos instalados.

Tanto o reservatório, quanto o banco de baterias, iniciam suas operações com máxima capacidade.

a) Geração Fotovoltaica

A potência fotovoltaica gerada P_{PV} , a cada intervalo de 1 hora Δt , é obtida a partir da irradiação solar ao longo do tempo, considerando as perdas do sistema:

$$P_{PV}(\Delta t) = n_{\text{módulos}} \times A_{\text{módulo}} \times E_s \times \eta_{PV} \times \eta_{\text{módulo}} \times \eta_{\text{controlador}} \quad (9)$$

Onde:

$P_{PV}(\Delta t)$: Potência gerada na saída da geração fotovoltaica no intervalo de tempo Δt [kW]

E_s : Irradiância solar [W/m²]

$n_{\text{módulo}}$: número de módulos fotovoltaicos no sistema

$A_{\text{módulo}}$: Área da superfície de um módulo fotovoltaico [m²]

η_{PV} : Rendimento do módulo fotovoltaico

η_{outros} : Rendimento, função da perda por temperatura, perdas internas do módulo, sujeira, etc.

$\eta_{controlador}$: Rendimento do controlador de carga

Assim, a potência entregue diretamente a carga ($P_{saída}$) é dada por:

$$P_{saída}(\Delta t) = P_{PV}(\Delta t) \times \eta_{inversor} \times \eta_{cond} \quad (10)$$

Onde:

$P_{saída}(\Delta t)$: Potência entregue à carga sem armazenamento no intervalo de tempo Δt [kW]

$P_{PV}(\Delta t)$: Potência gerada na saída da geração fotovoltaica no intervalo de tempo Δt [kW]

$\eta_{inversor}$: Rendimento do inversor

η_{cond} : Rendimento do sistema elétrico, dado por (1-perdas nos condutores)

b) Bombeamento de água

A vazão bombeada, que determina quanta energia foi armazenada durante o intervalo, é função da potência entregue pela geração fotovoltaica. Para o rendimento do bombeamento, foi utilizado um valor fixo.

Assim, considerando que:

$$P_{bomba}(\Delta t) = 9,8 \times Q_{bomba}(\Delta t) \times \frac{h_{in}}{\eta_{bomba}} \times \eta_{THin} \quad (11)$$

Então

$$Q_{bomba}(\Delta t) = \frac{P_{bomba}(\Delta t) \times \eta_{bomba}}{9,8 \times h_{in} \times \eta_{THin}} \quad (12)$$

Onde:

$P_{bomba}(\Delta t)$: Potência fornecida à bomba pelo arranjo fotovoltaico [kW]

$Q_{bomba}(\Delta t)$: Vazão de água bombeada do reservatório inferior para o reservatório superior durante o período Δt [m³/s]

h_{in} : altura entre o reservatório inferior, de onde a água é retirada até o reservatório superior [m]

η_{THin} : Rendimento da tubulação hidráulica do reservatório inferior para o reservatório superior. Estas perdas estão associadas a altura de bombeamento, devido à alterações na superfície da água, fricção da tubulação e vazão de água.

η_B : Eficiência da bomba hidráulica, que é função da vazão $Q_{bomba(\Delta t)}$ no período Δt .

A potência nominal do conjunto de bombas instaladas no sistema deve ser capaz de utilizar toda a potência fotovoltaica fornecida para armazenamento, ou seja, toda a potência que não for utilizada diretamente para atendimento da carga. Assim, o valor da potência total do conjunto de motobombas será obtido como resultado da simulação.

c) Energia e Volume armazenado no reservatório

O volume máximo do reservatório é um dado de entrada e define o tamanho do reservatório. Como restrição, deve-se considerar que o volume de água no reservatório nunca pode ser maior que o máximo, nem inferior ao mínimo definidos como dados de entrada, ou seja:

$$V_{res_{mín}} \leq V_{res} \leq V_{res_{máx}} \quad (13)$$

O volume de água que entra ou sai do reservatório é uma função das vazões bombeada e turbinada, seguindo a regra da seguinte fórmula:

$$V_{res}(\Delta t) = Q_{bomba} \times \Delta t - Q_{turbina} \times \Delta t \quad (14)$$

Onde:

$V_{res}(\Delta t)$: Volume de água a ser adicionado ou subtraído do volume de água presente no reservatório durante o período Δt em m^3

$Q_{bomba}(\Delta t)$: Vazão de água bombeada do reservatório inferior para o reservatório superior durante o período Δt [m^3/s]

$Q_{turbina}(\Delta t)$: Vazão de água turbinada para geração de energia para atendimento da carga durante o período Δt [m^3/s]

Δt : Intervalo de tempo considerado em segundos

Neste trabalho não foi considerado o volume perdido por evaporação, assim como o acrescido por chuvas em reservatório aberto.

Na simulação foi considerado que no instante inicial de operação o reservatório superior se encontra totalmente cheio, ou seja, $V_{res}(0) = V_{res_{máx}}$

d) Geração hidrelétrica

A potência da turbina é dada em função da vazão e da altura da queda a que a turbina é submetida. Para o rendimento da turbina, foi utilizado um valor fixo constante.

Assim, a potência gerada é dada pela fórmula:

$$P_H(\Delta t) = 9,8 \times Q_{\text{turbina}}(\Delta t) \times h_R \times \eta_H \quad (15)$$

Onde:

$P_H(\Delta t)$: Potência gerada hidrelétrica a cada intervalo de tempo Δt [kW]

η_H : Rendimento do sistema de geração hidrelétrico dado por $\eta_t \times \eta_G \times \eta_{TH}$.

Onde η_{TH} é a eficiência da tubulação hidráulica de saída do sistema, η_t é a eficiência da turbina e η_G é a eficiência do gerador.

$Q_{\text{turbina}}(\Delta t)$: Vazão de água turbinada para geração de energia para atendimento da carga durante o intervalo de tempo Δt [m³/s]

h_R : Altura da saída do reservatório superior até a entrada da turbina. [m]

Portanto, a vazão de água o sistema durante o período Δt de 1 hora, é dado por:

$$Q_{\text{turbina}}(\Delta t) = \frac{P_H(\Delta t)}{9,8 \times h_R \times \eta_H} \quad (16)$$

e) Armazenamento de energia nas baterias

A capacidade máxima do banco de baterias define a quantidade de baterias no banco. Como restrição, deve-se considerar que a energia acumulada no banco nunca pode ultrapassar sua capacidade máxima nem ser inferior a profundidade de descarga, definidos como dados de entrada, assim, a variável C_{banco} é utilizada na simulação para verificar quando o banco de baterias atinge a carga plena e carga mínima, da seguinte forma:

$$C_{\text{banco}_{\text{mín}}} \leq C_{\text{banco}} \leq C_{\text{banco}_{\text{máx}}} \quad (17)$$

A capacidade armazenada a cada intervalo de tempo no banco de baterias é função da diferença entre a energia entregue (geração fotovoltaica) e energia retirada (para atendimento da carga). A seguinte equação calcula a energia armazenada no banco de baterias a cada intervalo de tempo:

$$C_{\text{banco}}(\Delta t) = (P_{\text{in}} \times \Delta t) \times \eta_{\text{baterias}} - \frac{P_{\text{out}} \times \Delta t}{\eta_{\text{inversor}}} \quad (18)$$

Onde:

$C_{\text{banco}}(\Delta t)$: Capacidade armazenada no banco de baterias durante o período Δt em kWh

$P_{in}(\Delta t)$: Potência fornecida pelo arranjo fotovoltaico ao banco de baterias durante o período Δt [kW]

$P_{out}(\Delta t)$: Potência fornecida à carga pelo banco de baterias, dada pela diferença entre a potência demandada pela carga e a potência fornecida pelo arranjo fotovoltaico, no período Δt [kW]

η_{baterias} : Eficiência da bateria

f) Dimensionamento das tubulações

O diâmetro da tubulação deve ser suficiente para atender a vazão máxima do sistema, obtida no resultado da simulação. O cálculo desse diâmetro é feito pela fórmula de Bresse:

$$D = K * \sqrt{Q} \quad (19)$$

Onde:

D : Diâmetro da tubulação [m]

K : Coeficiente da fórmula de Bresse

Q : Vazão máxima [m³/s]

O comprimento da tubulação depende da distância entre as bombas e o reservatório superior e entre o reservatório superior e a turbina que a água terá que percorrer. Nesse estudo de caso, foi considerado para o comprimento da tubulação foi considerada de 130m, conforme Figura 12 abaixo.

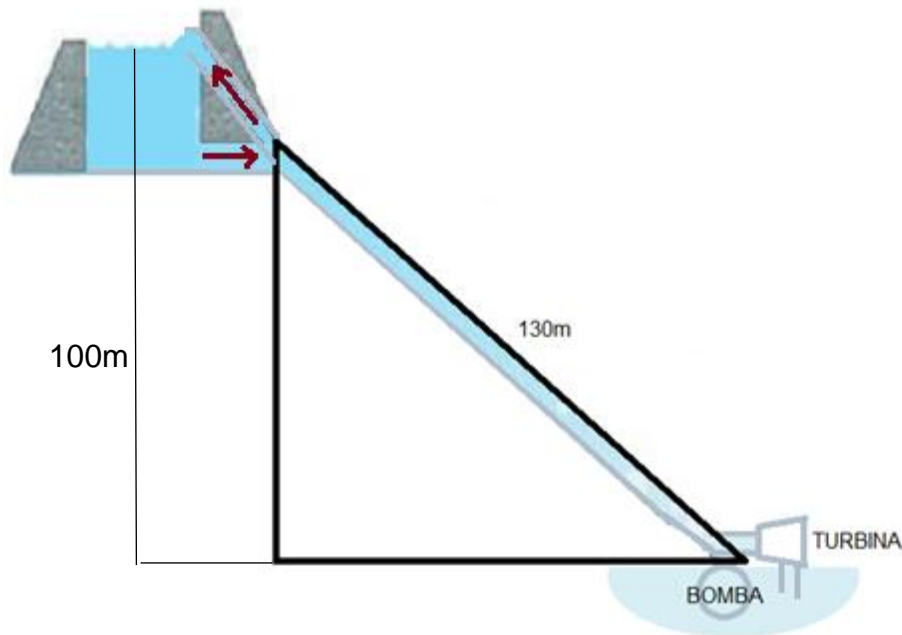


Figura 12: Esquema de um reservatório hidráulico bombeado com determinação do comprimento das tubulações. Fonte: Autor

4.3. MODELAGEM DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Para avaliação econômica comparativa entre os sistemas são utilizados quatro indicadores de mérito:

- Custo de implantação do sistema (R\$/kWp instalado): Inclui custo dos equipamentos e instalação dos sistemas, por potência instalada.
- Valor Presente dos custos (VPC): O VPC traz para a data inicial todos os custos incorridos durante a vida útil do projeto, como custos anuais de O&M e troca de equipamentos, considerando uma taxa de desconto apropriada, sendo somado ao custo inicial de implantação. O VPC é calculado usando a equação

$$VPC = C_0 + \sum_{n=1}^{24} \frac{C_n}{(1+i)^n} \quad (6)$$

Onde:

VPC : Valor Presente do Custos [R\$]

C_0 : Custo inicial de investimento [R\$]

C_n : Custo anual do sistema [R\$]

i : Taxa de desconto (%)

n : Ano de referência

- Custo anual da energia produzida (R\$/kWh): Leva em conta o valor presente dos custos totais transformados em custos anuais através da multiplicação destes pelo FRC (Fator de recuperação de capital), usando uma taxa de juros e o horizonte de análise. Este custo é calculado usando a equação:

$$Custo_{energia} = \frac{VPC \times \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)}{G_{média\ anual}} \quad (7)$$

Onde:

$Custo_{energia}$: Custo anual da energia gerada [R\$/kWh]

VPC : Valor Presente dos Custos [R\$]

i : Taxa de juros

$G_{média\ anual}$: Energia anual gerada (média do período de análise) [kWh]

- Custo do kWp instalado - Este custo é calculado usando a equação:

$$Custo_{kWp} = \frac{Custo_{implantação}}{P_{PV\ instalada}} \quad (8)$$

Onde:

$Custo_{kWp}$: Custo da potência instalada [R\$/kWp]

$Custo_{implantação}$: Custo total de implantação do sistema [R\$]

$P_{PV\ instalada}$: Potência total instalada do arranjo fotovoltaico [kWp]

A Figura 13 apresenta esquematicamente o fluxo de caixa do projeto com às saídas financeiras durante os 25 anos da vida útil do sistema.

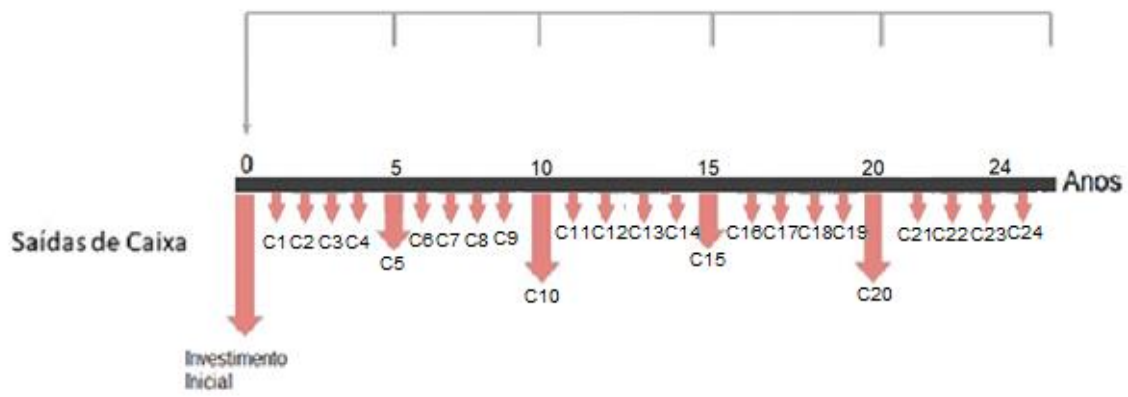


Figura 13: Fluxo de caixa dos custos da microrrede. Fonte: Autor

5. ESTUDO DE CASO

Nos itens a seguir são apresentados os parâmetros utilizados, equipamentos e as metodologias de dimensionamento para cada um dos principais componentes na simulação.

5.1.1. Descrição do local

a) Carga

Para simulação da curva de carga, foi utilizada a curva de geração de uma usina térmica à diesel em 2017, disponibilizada pela CCEE (2022)¹, de uma cidade operando no sistema isolado com uma carga mista residencial e industrial.

Esses dados são coletados pela CCEE, no ponto de conexão da usina, e utilizados para apuração dos custos de geração dos sistemas isolados para cálculo do reembolso da CCC. Por se tratar de uma rede isolada atendida diretamente por uma única usina à diesel, a forma da curva de geração no ponto de conexão com a rede é muito próxima à curva de carga.

Os dados reais foram convertidos para valores em p.u. e a curva do ano de 2017 foi utilizada para todos os 25 anos da simulação. Os dados anuais em p.u. estão disponíveis no APENDICE I.

A Figura 14 apresenta a curva típica de um dia (dia 20) de alguns meses do ano, em valores p.u..

¹ Informação fornecida pela CCEE através de acesso individual ao Sistema de Coleta de Dados SCD. São Paulo, 2022.

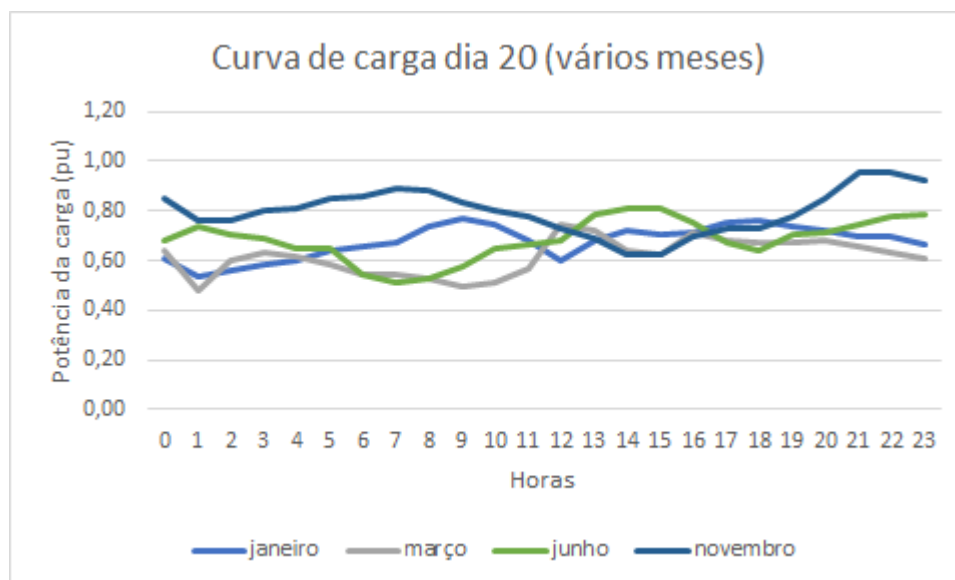


Figura 14: Curva de carga utilizada na simulação de um dia em diferentes meses. Fonte: Autor

b) Irradiação Solar

Foi escolhida para a simulação uma localidade nas coordenadas geográficas 0,489183 Sul e 52,713286 Oeste (Figura 15), nas proximidades da fronteira entre Pará e Amapá e do Rio Jarí.



Figura 15: Localidade escolhida para o estudo de caso. Fonte: GoogleMaps, 2022

O local apresenta as principais características que tornam este tipo de empreendimento atrativo: abundância de recurso hídrico, dificuldade de acesso à rede elétrica convencional, difícil acesso físico às pequenas comunidades, proximidade da linha do equador (menor impacto da sazonalidade solar) e alta relevância dos aspectos ambientais na região da floresta Amazônica. A Figura 16 apresenta a irradiação normal global média em kWh/m² no Brasil.

MAPA DE RECURSOS SOLARES

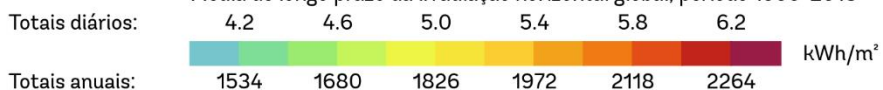
IRRADIAÇÃO NORMAL GLOBAL**BRASIL**

ESMAP

SOLARGIS



Média de longo prazo da irradiação horizontal global, período 1999-2018



Este mapa é publicado pelo Banco Mundial, fundado pelo ESMAP e preparado pela Solargis. Para mais informações e termos de utilização, visite <http://globalsolaratlas.info>.

Figura 16: Irradiação solar no Brasil. Fonte: SOLARGIS, 2022

Ainda de acordo com as informações do Google Maps (2022) (Figura 17) as altitudes locais podem chegar até 400m, o que é suficiente para construção de um reservatório superior. Para o reservatório inferior o estudo de caso considerou o rio Jarí.

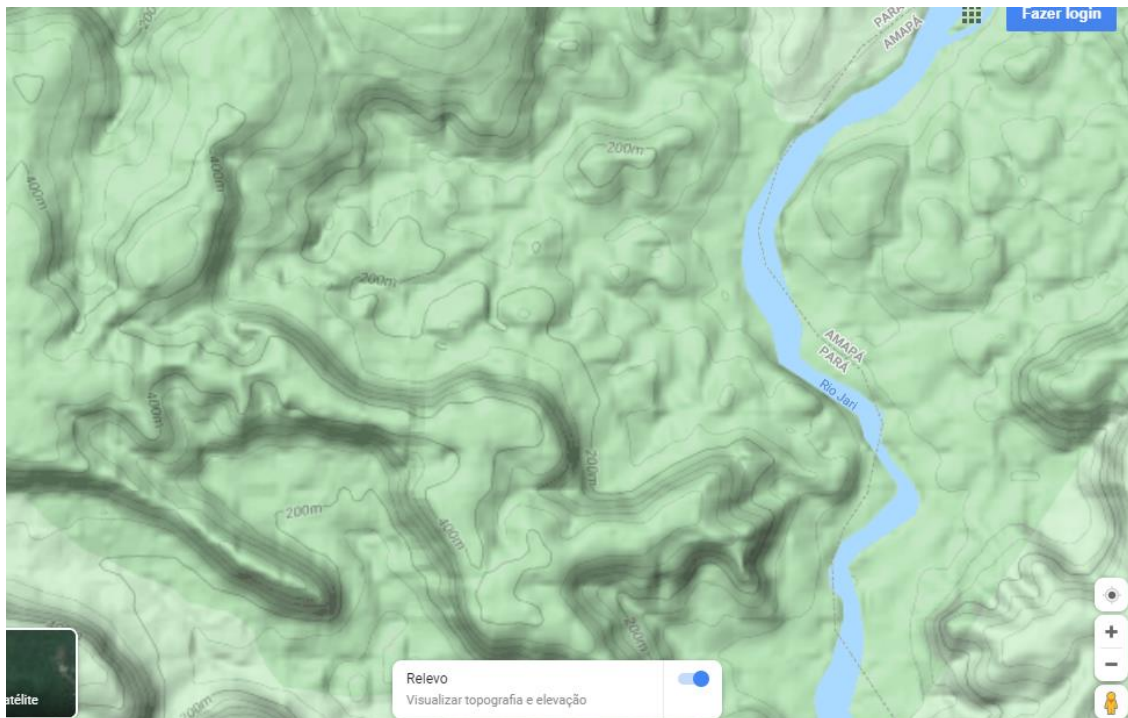


Figura 17: Topografia da região para o estudo de caso. Fonte: GOOGLEMAPS, 2022

Os dados de irradiação solar em base horária foram obtidos através da base de dados da NREL (National Renewable Energy Laboratory), chamada NSRDB (National Solar Radiation Database). No modelo atual desse banco de dados, as informações de radiação solar são coletadas utilizando-se satélites geoestacionários de diferentes locais para representar a radiação regional de um clima local.

A base de dados do NREL fornece os valores de Irradiância Horizontal Global em W/m^2 . Como a localidade é muito próxima do equador a inclinação do módulo fotovoltaico é praticamente zero. A Tabela 2 apresenta os valores de irradiação médias mensais, obtidas com base nos dados do NREL durante os 25 anos utilizados para a simulação.

Tabela 2: Irradiância Horizontal Global diária (médias mensais) em W/m^2 medida em Laranjal do Jarí.

Mês	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Irradiância mensal média (w/m^2) no período de 25 anos	424,660	412,015	417,222	407,400	417,248	436,313	470,009	526,190	546,474	527,217	487,202	453,394

Fonte: Autor com base em NREL, 2022

5.1.2. Dados técnicos e econômicos dos equipamentos dos sistemas

Os valores de potência, rendimentos, vida útil e preços dos componentes do sistema, utilizados na simulação, foram obtidos em catálogos técnicos de equipamentos disponíveis no mercado Brasileiro, em sites de internet. Foi realizada uma extensa pesquisa em sites onde foram verificados valores médios de preço para os equipamentos escolhidos. Para os dados técnicos dos equipamentos foram utilizadas as informações fornecidas pelos fabricantes através dos manuais técnicos (ANEXO I) fornecidos.

Para parâmetros e preços de estruturas de construção civil, os materiais e custos, incluindo custos de mão de obra e instalação foram consultados no banco de dados do SINAPI², em julho/2021.

Por fim, para dados empíricos de perdas e rendimentos, foram utilizados valores aproximados trazidos da literatura bibliográfica internacional³, entre os quais se destaca e MA et al. (2014).

A seguir, são descritos os equipamentos e dados usados para modelagem na simulação.

a) Módulo fotovoltaico

Foi selecionado para simulação o modelo de módulo solar fotovoltaico de silício Monocristalino de 590W.

Esse módulo apresenta preço médio de R\$ 1.600,00 por unidade, valor obtido em pesquisa na internet, realizada em fevereiro/2022.

b) Motobomba hidráulica

A bomba solar com alimentação CC utilizada depende principalmente da altura manométrica entre os reservatórios inferior e superior. Como a potência injetada no bombeamento não é constante, será utilizado um conjunto de motobombas

² SINAPI é a sigla para Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. É uma tabela muito utilizada no orçamento de obras, mantida pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE, que informa os custos e índices da Construção Civil no Brasil. Os preços de insumos e custos de composição do SINAPI são coletados pelo IBGE, que realiza o tratamento dos dados e a formação dos índices e disponibilizados pela Caixa, que realiza a especificação de insumos, composições de serviços e orçamentos de referência.

fotovoltaicas que deve ter potência total suficiente para a potência máxima que esse conjunto irá receber.

A motobomba operando em uma potência muito abaixo de sua potência nominal operará com vazão e eficiências muito baixas, podendo inclusive não produzir pressão suficiente para o bombeamento.

Para evitar essa situação, nesse projeto foi determinada a utilização de bombas de menor potência operando em cascata. Assim, cada motobomba é acionada conforme disponibilidade de potência do sistema, o que permite uma utilização mais eficiente do sistema.

Assim, para cada motobomba submersa foi considerado o valor de eficiência de 0,9, que é um valor médio utilizado em literatura para esse tipo de bomba. (MA et al, 2014)

O custo unitário do modelo de bomba utilizado é em média R\$ 3.000,00 em pesquisa na internet, realizada em fevereiro/2022.

c) Grupo Turbina-Gerador

Como o fluxo de água deverá ser controlado a escolha do conjunto turbina-gerador utilizado recai sobre a altura da “queda”. Para a queda de tamanho médio, definida previamente em 100m, foi utilizada para dimensionamento um conjunto com uma turbina de reação do tipo Francis.

Esses equipamentos foram encontrados para venda online através de importação.

O gerador hidrelétrico anunciado é fabricado com potência de 100 kW e eficiência de até 96% e pode ser utilizado tanto para aplicações conectadas à rede quanto isoladas. O custo desse gerador é de a partir de US 1.000,00.

A Turbina do tipo Francis, de 100kW tem eficiência de até 93% e pode ser utilizada tanto para aplicações conectadas à rede quanto isoladas. O custo da turbina é dado como a partir de US 1.000,00.

A Figura 18 é apresentada pelo fabricante como exemplo de utilização dos equipamentos.



Figura 18: Exemplo de aplicação do grupo turbina-gerador em um sistema isolado. Fonte: (ALIBABA, 2022a)

Portanto, o custo total do grupo turbina-gerador utilizado no estudo de caso, considerando a conversão do dólar para real de 4,60 R\$/US\$ (valor da média abril/2022) é de R\$ 9.200,00

d) Inversor

Por ser um sistema isolado, o inversor instalado precisa ser do tipo off-grid e compatível com as tensões do banco de baterias e da carga. A potência do inversor no dimensionamento ótimo é função da potência máxima que deve passar por ele.

No caso com armazenamento pelo reservatório, como a geração hídrica já é dada em AC, apenas a demanda atendida diretamente pela geração fotovoltaica deve passar pelo inversor.

No caso com armazenamento por baterias, a potência que passa pelo inversor é a mesma potência entregue à carga.

Assim, o resultado da simulação define a potência necessária, e a quantidade de inversores necessários.

Para a simulação, foi escolhido o Inversor Senoidal, com potência de 5000W. Foram utilizadas duas unidades, cada uma com o preço em média de R\$ 2.500,00, totalizando o custo de R\$ 5.000,00.

Para a eficiência do inversor foi utilizada a informação disponível em site de venda do produto de 0,91 (NEOSOLAR, 2022).

e) Controladores de Carga

O controlador escolhido apresenta tensão CC de entrada compatível com a tensão do banco de baterias e ser capaz de suportar a máxima corrente de curto-circuito do arranjo fotovoltaico.

Para o controlador de carga, são consideradas as características de um controlador, que pode ser encontrado com valores em média de R\$ 820,00.

A eficiência desse equipamento, de acordo com os manuais técnicos, é de 98%.

f) Reservatório hídrico

Na simulação foi considerado a construção de reservatório superior enquanto o reservatório inferior é o rio Jarí. A estrutura civil do reservatório superior pode ser similar à estrutura de uma caixa-d'água ou de uma cisterna.

O material escolhido para a construção do reservatório é a fibra de vidro, material que já é comum para a construção de caixas d'água e cisternas na construção civil. Além disso, esse material é atóxico e, portanto, não contamina a água, que pode ser devolvida ao ambiente ou utilizada para outros fins. Pesquisa de fornecedores, identificou a possibilidade de construção de reservatórios de até 100.000 litros usando esse material.

Por ser uma obra de construção civil, foi usado para orçamento a tabela do SINAPI⁴. Nesta tabela, com referência a julho/2021 no Estado do Pará, foi verificado, o custo do item “CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO PARA 10000 LITROS, COM TAMPA”, de R\$ 5.463,22 por unidade, valor que inclui os custos de mão de obra, tributos e equipamentos para instalação.

Assim, na modelagem da simulação, foi considerado o valor de R\$ 546,32 por m³ para o reservatório.

g) Bateria de chumbo-ácido

A bateria escolhida foi o modelo de 220 Ah, específica para aplicações de geração fotovoltaica isoladas. De acordo com os manuais do fabricante, a profundidade de descarga recomendada é de 80%⁵ e a vida útil média dessas baterias é de 5 anos.

⁴ “SINAPI é a sigla para Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. É uma tabela muito utilizada no orçamento de obras, mantida pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE, que informa os custos e índices da Construção Civil no Brasil. Os preços de insumos e custos de composição do SINAPI são coletados pelo IBGE, que realiza o tratamento dos dados e a formação dos índices e disponibilizados pela Caixa, que realiza a especificação de insumos, composições de serviços e orçamentos de referência.”

⁵ O fornecedor chama de profundidade de descarga o percentual de energia que deve ser mantido nas baterias de 20%.

As informações de eficiência da bateria não foram encontradas nos documentos do fabricante. Assim, na simulação, foi considerado eficiências de 90%, que é o valor utilizado pela ABNT.

O preço identificado para essa bateria em média é de R\$ 1.900,00 por bateria.

h) Bateria de íons de lítio

A bateria de íons de lítio escolhida é o modelo de 13,8kW. Para essa bateria foi utilizada uma profundidade de descarga de 90%⁶ para permitir uma reserva de carga em caso de interrupções abruptas. A eficiência desse tipo de baterias é por volta de 95% e a vida útil desses modelos é de 10 anos de acordo com os manuais técnicos dos fabricantes.

O preço médio para compra dessa bateria, em consulta através de sites na internet, é de R\$ 16.000,00 por bateria.

i) Operação e Manutenção

Os custos de operação e manutenção foram obtidos em REGO (2022), publicados nos estudos do plano Decenal de expansão de Energia 2031. Nesse caderno são apresentadas estimativas de custos ligados à operação e Manutenção, baseados em informações de empreendimentos habilitados participantes em leilões de geração, dados de fabricantes e agentes de mercado contratados pela EPE, além de referências internacionais.

A Figura 19 apresenta os custos de O&M ligados a cada tipo de fonte utilizados nos sistemas deste trabalho. Para o reservatório hidrelétrico de bombeamento será utilizado os valores de Usinas Reversíveis devido à semelhança nos equipamentos utilizados.

⁶ O valor de 90% de profundidade de descarga foi incluído apenas para garantir um “excesso” de carga em caso de interrupção abrupta do suprimento, uma vez que esse tipo de bateria não sofre danos com descargas profundas.

Tipo de Oferta	O&M [R\$/kW/ano]
Armazenamento – Baterias ⁽⁶⁾	60
Solar Fotovoltaica	50
Reversíveis	70

Figura 19: Custo estimado de O&M por tipo de fonte de geração e armazenamento. Fonte: REGO (2022)

Assim, para cada cenário do estudo de caso, considera-se no custo de O&M a soma dos custos de O&M estimados da fonte de geração e do armazenamento, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Custos de O&M anuais praticados por cenário do estudo de caso.

Tipo de geração	Custo de O&M (R\$/kW/ano)	
CENÁRIO SOLAR FOTOVOLTAICO COM BATERIAS	R\$	110,00
CENÁRIO SOLAR FOTOVOLTAICO COM RESERVATÓRIO	R\$	120,00
HIDRELÉTRICO DE BOMBEAMENTO		

Fonte: Autor

j) Resumo dos parâmetros

As Tabela 4 e Tabela 5 a seguir apresentam de forma consolidada os parâmetros e preços que foram utilizados como dados de entrada na simulação:

Tabela 4: Parâmetros técnicos utilizados como dados de entrada na simulação

COMPONENTE	Descrição	Valor	Unidade
CARGA	Potência máxima diária (instalada)	100	kW
	Energia diária	819,08	kWh
ARRANJO FOTOVOLTAICO	Área do módulo (altura x largura)	2,77036	m ²
	Eficiência no módulo	0,213	
	1-Perdas módulo (perdas internas, temperatura, etc)	0,8	
	Potência módulo	590	Wp
INVERSOR	Eficiência inversor	0,91	
	Potência Inversor	5	kW
CONTROLADOR DE CARGA	Eficiência controlador	0,9	
RESERVATÓRIO	Altura do reservatório	100	m
TUBULAÇÕES	Eficiência tubulação	0,9	
CONJUNTO MOTO-BOMBA	Eficiência bomba	0,9	
	Potência moto-bomba (por unidade)	0,75	kW
CONJUNTO TURBO-GERADOR	Eficiência hidrelétrica	0,80352	
	Eficiência turbina	0,93	
	Eficiência gerador	0,96	
	Potência da turbina e gerador	100	kW
CONDUTORES	1-Perdas na fiação	0,9	
IRRADIAÇÃO SOLAR MÉDIA	Horas de sol Pleno (radiação média anual)	4,19	
BATERIA CHUMBO-ÁCIDO	Eficiência bateria	0,9	
	Profundidade de Descarga	0,2	
	Potência da unidade	2,808	kW
BATERIA ÍON-LÍTIO	Eficiência bateria	0,95	
	Profundidade de Descarga	0,95	
	Potência da unidade	13,8	kW

Fonte: Autor

Tabela 5: Preços considerados por componente na simulação

Componente	Preço unitário	unidade	Justificativa
Módulo Fotovoltáico	1.600,00	Por unidade	Preço médio obtido em pesquisa em 28/2/2022
Reservatório	546,32	Por m ³	Custo SINEPI de julho/2021. Inclui material, instalação e mão de obra
Bomba hidráulica	3.000,00	Por unidade	Preço médio obtido em pesquisa em 28/2/2022
Conjunto Turbo-Gerador	9.200,00	Por unidade	Preço médio obtido em pesquisa em 23/05/2022
Inversor	5.000,00	Por unidade	Preço médio obtido em pesquisa em 28/2/2022
Controlador de carga	820,00	Por unidade	Preço médio obtido em pesquisa em 28/2/2022
Tubulação	142,83	Por m	Custo SINEPI de julho/2021. Inclui material, instalação e mão de obra
Bateria Chumbo-ácido	1.900,00	Por unidade	Preço médio obtido em pesquisa em 28/2/2022
Bateria Íon-Lítio	16.000,00	Por unidade	Preço médio obtido em pesquisa em 28/2/2022

Fonte: Autor

A Tabela 6 apresenta o período de vida útil de cada componente do sistema, de acordo com os manuais técnicos de fabricantes.

Tabela 6: Vida útil dos principais componentes de uma microrrede isolada.

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (ANOS)
Painel Solar	25
Bateria de Chumbo-ácido	5
Bateria de íon-lítio	10
Motobomba hidráulica	25
Reservatório e encanamentos*	25
Grupo Turbina-Gerador	25
Controlador de Carga	10
Inversor	10

* A manutenção e trocas de materiais são cobertos nos custos de O&M

Fonte: Autor

Para vida útil dos componentes mecânicos do sistema (as motobombas, o grupo turbina gerador e o reservatório e os encanamentos) foi considerado o período completo do sistema pois, em caso de defeito, é realizada a manutenção do equipamento, e não à troca completa do componente. O valor desse tipo de reparo é incluído dentro do custo de Operação e manutenção.

5.1.3. Resultados do dimensionamento de cada cenário

A seguir, são apresentados os resultados dos três cenários simulados, o primeiro, com armazenamento em reservatório, o segundo, com armazenamento em baterias do tipo chumbo-ácido, e o terceiro, com armazenamento em baterias do tipo íon-lítio.

O APENDICE II apresenta as telas da simulação.

A quantidade mínima de módulos fotovoltaicos determinada para esse sistema, de acordo com as equações de determinação para a aproximação inicial do sistema, é de 562 módulos.

a) Armazenamento em reservatório hidrelétrico

O cenário da microrrede com armazenamento em reservatório hidrelétrico foi executado, conforme os dados apresentados previamente. A Tabela 7 apresenta os valores simulados que atendem a condição de atendimento de 100% da carga.

Tabela 7: Resultado da simulação do cenário de microrrede com armazenamento em reservatório hídrico bombeado.

Volume do reservatório [m³]	Capacidade do reservatório [MWh]	Quantidade de módulos fotovoltaicos	Potência instalada fotovoltaica [kWp]	Custo de implantação [R\$]	VPC [R\$]	SUPERAVIT [kWh]	% SUPERAVIT em relação à carga	Custo de Geração [R\$/kWh]	Custo do kWp instalado [R\$/kWp]
23.254	6,34	562	332	R\$ 14.625.527,59	R\$ 14.847.069,35	1.360.626,32	18%	R\$ 5,55	R\$ 44.108,59
17.611	4,80	600	354	R\$ 11.657.432,54	R\$ 11.886.987,11	2.032.817,87	27%	R\$ 4,46	R\$ 32.930,60
6.708	1,83	700	413	R\$ 6.027.883,78	R\$ 6.276.134,89	3.798.604,65	51%	R\$ 2,39	R\$ 14.595,36
5.519	1,50	760	448,4	R\$ 5.578.306,92	R\$ 5.837.241,77	4.856.587,00	65%	R\$ 2,23	R\$ 12.440,47
5.422	1,48	765	451,35	R\$ 5.544.313,68	R\$ 5.805.919,47	4.944.786,83	66%	R\$ 2,22	R\$ 12.283,85
5.403	1,47	766	451,94	R\$ 5.538.533,57	R\$ 5.800.139,35	4.962.425,76	66%	R\$ 2,22	R\$ 12.255,02
5.393	1,47	767	452,53	R\$ 5.534.670,35	R\$ 5.796.276,13	4.980.056,40	67%	R\$ 2,22	R\$ 12.230,50
5.386	1,47	768	453,12	R\$ 5.535.446,09	R\$ 5.797.051,88	4.997.683,63	67%	R\$ 2,22	R\$ 12.216,29
5.383	1,47	769	453,71	R\$ 5.535.407,13	R\$ 5.797.012,91	5.015.305,42	67%	R\$ 2,22	R\$ 12.200,32
5.381	1,47	770	454,3	R\$ 5.538.914,48	R\$ 5.800.520,27	5.032.925,58	67%	R\$ 2,22	R\$ 12.192,20
5.361	1,46	780	460,2	R\$ 5.563.988,04	R\$ 5.828.264,76	5.209.116,48	70%	R\$ 2,23	R\$ 12.090,37
5.341	1,46	790	466,1	R\$ 5.586.061,60	R\$ 5.853.009,26	5.385.289,63	72%	R\$ 2,24	R\$ 11.984,68
5.321	1,45	800	472	R\$ 5.606.135,16	R\$ 5.873.082,82	5.561.454,67	74%	R\$ 2,24	R\$ 11.877,41
5.301	1,44	810	477,9	R\$ 5.631.208,72	R\$ 5.900.827,31	5.737.606,43	77%	R\$ 2,25	R\$ 11.783,24
5.019	1,37	900	531,00	R\$ 5.788.145,92	R\$ 6.076.461,05	7.322.377,78	98%	R\$ 2,32	R\$ 10.900,46

Fonte: Autor

Conforme apresentado na Tabela 7, o melhor resultado obtido para o dimensionamento da microrrede com armazenamento em reservatório foi a relação de um arranjo com 767 módulos fotovoltaicos, ou seja, 452,53 kWp instalados e um reservatório com capacidade máxima de armazenamento de 5.393 m³, o que representa uma capacidade de armazenamento de 1,47 MWh.

Nota-se que a quantidade inicial de módulos fotovoltaicos exige um volume muito expressivo para o reservatório, o que aumenta muito o custo de investimento. Entretanto, verifica-se que a relação quantidade de módulos e volume do reservatório produz um sistema com maior eficiência (menor SUPERAVIT). Assim, ressalta-se novamente as vantagens dessa opção em locais que possuam um reservatório superior natural com grande volume.

Uma vantagem da utilização desse tipo de armazenamento é a possibilidade de usar o excedente de água para outras finalidades, como por exemplo, para irrigação em uma fazenda, abastecimento para utilização em indústrias ou diretamente para consumo residencial.

b) Armazenamento em banco de baterias de chumbo-ácido

O cenário da microrrede com armazenamento em banco de baterias de chumbo-ácido foi executado, conforme os dados apresentados previamente. A Tabela 8 apresenta os valores simulados que atendem a condição de atendimento de 100% da carga.

Tabela 8: Resultado da simulação do cenário de microrrede com armazenamento em banco de baterias de chumbo-ácido.

Quantidade de baterias	Capacidade do Banco de baterias [MWh]	Quantidade mínima de módulos fotovoltaicos	Potência instalada fotovoltaica [kWp]	Custo de implantação [R\$]	VPC [R\$]	SUPERAVIT [MWh]	% SUPERAVIT em relação á carga	Custo de Geração [R\$/kWh]	Custo do kWp instalado [R\$/kWp]
1.644	4,62	562	331,58	R\$ 4.233.620,00	R\$ 8.801.945,83	1.731.190,26	23% R\$	3,32 R\$	12.768,02
1.214	3,41	600	354,00	R\$ 3.492.420,00	R\$ 6.929.451,90	2.333.579,61	31% R\$	2,63 R\$	9.865,59
575	1,61	680	401,20	R\$ 2.436.320,00	R\$ 4.196.314,70	3.601.034,29	48% R\$	1,62 R\$	6.072,58
554	1,56	690	407,10	R\$ 2.412.420,00	R\$ 4.116.774,14	3.759.400,54	50% R\$	1,59 R\$	5.925,87
536	1,51	699	412,41	R\$ 2.397.620,00	R\$ 4.056.953,17	3.901.917,23	52% R\$	1,57 R\$	5.813,68
534	1,50	700	413,00	R\$ 2.395.420,00	R\$ 4.049.454,07	3.917.751,63	52% R\$	1,57 R\$	5.800,05
523	1,47	710	418,90	R\$ 2.395.520,00	R\$ 4.023.079,94	4.076.089,78	55% R\$	1,56 R\$	5.718,60
519	1,46	720	424,80	R\$ 2.408.920,00	R\$ 4.028.552,68	4.234.415,40	57% R\$	1,56 R\$	5.670,72
518	1,45	722	425,98	R\$ 2.410.220,00	R\$ 4.027.203,13	4.266.078,98	57% R\$	1,56 R\$	5.658,06
517	1,45	726	428,34	R\$ 2.414.720,00	R\$ 4.029.053,58	4.329.404,77	58% R\$	1,56 R\$	5.637,39
517	1,45	729	430,11	R\$ 2.419.520,00	R\$ 4.033.853,58	4.376.897,90	59% R\$	1,56 R\$	5.625,35
516	1,45	730	430,70	R\$ 2.419.220,00	R\$ 4.030.904,03	4.392.728,78	59% R\$	1,56 R\$	5.616,95
515	1,45	734	433,06	R\$ 2.428.720,00	R\$ 4.040.425,41	4.456.050,95	60% R\$	1,56 R\$	5.608,28
514	1,44	738	435,42	R\$ 2.433.220,00	R\$ 4.042.275,86	4.519.371,30	60% R\$	1,56 R\$	5.588,21
514	1,44	740	436,60	R\$ 2.436.420,00	R\$ 4.045.475,86	4.551.030,65	61% R\$	1,56 R\$	5.580,44
511	1,43	750	442,50	R\$ 2.451.720,00	R\$ 4.055.498,14	4.709.327,51	63% R\$	1,57 R\$	5.540,61
499	1,40	800	472,00	R\$ 2.523.920,00	R\$ 4.103.916,34	5.500.687,37	74% R\$	1,59 R\$	5.347,29
497	1,40	810	477,90	R\$ 2.541.120,00	R\$ 4.118.488,17	5.658.934,05	76% R\$	1,59 R\$	5.317,26
474	1,33	900	531,00	R\$ 2.676.420,00	R\$ 4.211.545,05	7.082.844,78	95% R\$	1,63 R\$	5.040,34

Fonte: Autor

Conforme apresentado na Tabela 8, o melhor resultado obtido para o dimensionamento da microrrede com armazenamento em baterias de chumbo-ácido foi a relação de um arranjo com 710 módulos fotovoltaicos, ou seja, 418,90 kWp instalados e um banco com 523 baterias, o que representa uma capacidade de armazenamento de 1,47 MWh.

Nota-se novamente que a quantidade de módulos calculados como valor inicial produz um sistema mais eficiente, com menor Superávit. Nesse caso, diferente do reservatório hidrelétrico, não é possível utilizar esse excedente para outras funções, o que é uma das desvantagens da utilização de armazenamento eletroquímico.

c) Armazenamento em banco de baterias de íons de lítio

O cenário da microrrede com armazenamento em banco de baterias de íons de lítio foi executado, conforme os dados apresentados previamente. A Tabela 9 apresenta os valores simulados que atendem a condição de atendimento de 100% da carga.

Tabela 9: Resultado da simulação do cenário de microrrede com armazenamento em banco de baterias de íons de lítio.

Quantidade de baterias	Capacidade do Banco de baterias [MWh]	Quantidade mínima de módulos fotovoltaicos	Potência instalada fotovoltaica [kWp]	Custo de implantação [R\$]	VPC [R\$]	SUPERAVIT [MWh]	% SUPERAVIT em relação à carga	Preço da Energia [R\$/kWh]	Custo do kWp instalado [R\$/kWp]
248,00	3,42	562,00	332	R\$ 5.903.020,00	R\$ 8.675.842,62	2.061.784,31	28%	R\$ 3,27	R\$ 17.802,70
171,00	2,36	600,00	354	R\$ 4.801.820,00	R\$ 6.953.917,42	2.696.475,62	36%	R\$ 2,64	R\$ 13.564,46
102,00	1,41	650,00	383,50	R\$ 3.872.820,00	R\$ 5.485.922,82	3.531.485,90	47%	R\$ 2,09	R\$ 10.098,62
93,00	1,28	675,00	398,25	R\$ 3.813.820,00	R\$ 5.374.038,32	3.948.910,51	53%	R\$ 2,05	R\$ 9.576,45
92,00	1,27	678,00	400,02	R\$ 3.807.620,00	R\$ 5.361.962,26	3.998.998,75	54%	R\$ 2,05	R\$ 9.518,57
91,00	1,26	683,00	402,97	R\$ 3.809.620,00	R\$ 5.360.757,14	4.082.477,03	55%	R\$ 2,05	R\$ 9.453,86
90,00	1,24	700,00	413,00	R\$ 3.850.820,00	R\$ 5.409.435,76	4.366.290,29	58%	R\$ 2,07	R\$ 9.324,02
89,00	1,23	710,00	418,90	R\$ 3.870.820,00	R\$ 5.431.572,51	4.533.230,11	61%	R\$ 2,07	R\$ 9.240,44
88,00	1,21	733,00	432,47	R\$ 3.931.620,00	R\$ 5.505.192,99	4.917.184,10	66%	R\$ 2,10	R\$ 9.091,08
87,00	1,20	756,00	446,04	R\$ 3.997.420,00	R\$ 5.586.484,41	5.301.117,40	71%	R\$ 2,13	R\$ 8.962,02
86,00	1,19	778,00	459,02	R\$ 4.056.620,00	R\$ 5.658.504,90	5.668.332,09	76%	R\$ 2,16	R\$ 8.837,57
86,00	1,19	800,00	472,00	R\$ 4.131.820,00	R\$ 5.755.072,38	6.035.525,95	81%	R\$ 2,19	R\$ 8.753,86
81,00	1,12	900,00	531,00	R\$ 4.396.820,00	R\$ 6.076.162,00	7.704.369,31	103%	R\$ 2,31	R\$ 8.280,26

Fonte: Autor

Conforme apresentado na Tabela 9, o melhor resultado obtido para o dimensionamento da microrrede com armazenamento em baterias de íons de lítio foi a composição de um arranjo com 683 módulos fotovoltaicos, ou seja, 402,97 kWp instalados e um banco com 91 baterias, o que representa uma capacidade de armazenamento de 1,26 MWh.

5.1.4. Análise técnica e econômica

A Tabela 10 apresenta um comparativo entre os resultados de dimensionamento de cada um dos cenários de armazenamento simulados.

Tabela 10: Comparação entre os resultados dos cenários de armazenamento simulados

	Reservatório	Baterias chumbo ácido	Baterias íons de lítio
DIMENSIONAMENTO			
Volume do reservatório [m ³] /	5.393	523	91
Quantidade de baterias			
Capacidade do reservatório/ banco de baterias [MWh]	1,47	1,47	1,26
Quantidade de módulos fotovoltaicos	767	710	683
Potência instalada fotovoltaica [kWp]	452,53	418,90	402,97
Custo de implantação [R\$]	R\$ 5.534.670,35	R\$ 2.395.520,00	R\$ 3.809.620,00
VPC [R\$]	R\$ 5.796.276,13	R\$ 4.023.079,94	R\$ 5.360.757,14
SUPERAVIT [kWh]	4.980.056,40	4.076.089,78	4.082.477,03
% SUPERAVIT em relação á carga	67%	55%	55%
Custo de Geração [R\$/kWh]	R\$ 2,22	R\$ 1,56	R\$ 2,05
Custo do kWp instalado [R\$/kWp]	R\$ 12.230,50	R\$ 5.718,60	R\$ 9.453,86

Fonte: Autor

A opção de utilizar o reservatório resultou no maior VPC entre os três cenários, sendo ele 44% maior que o VPC da opção que utiliza reservatório hidrelétrico e 8% maior que a que utiliza baterias de chumbo-ácido.

Além disso, o sistema com armazenamento em baterias de chumbo-ácido tem o menor custo de instalação, menor custo do kWp instalado e menor custo de geração. Economicamente, a microrrede com armazenamento em baterias de chumbo-ácido é a opção de menor custo.

Entretanto, ainda deve-se considerar que devido à maior quantidade de energia gerada (maior SUPERAVIT), que pode ser utilizada na forma de água para usos

diretos, como irrigação e abastecimento, resultaria em um custo de geração menor para o consumidor.

Considerando a sensibilidade do custo em relação à potência instalada no arranjo fotovoltaico, verifica-se no gráfico da Figura 20 que o armazenamento com baterias de chumbo-ácido é economicamente mais vantajoso que as outras opções.

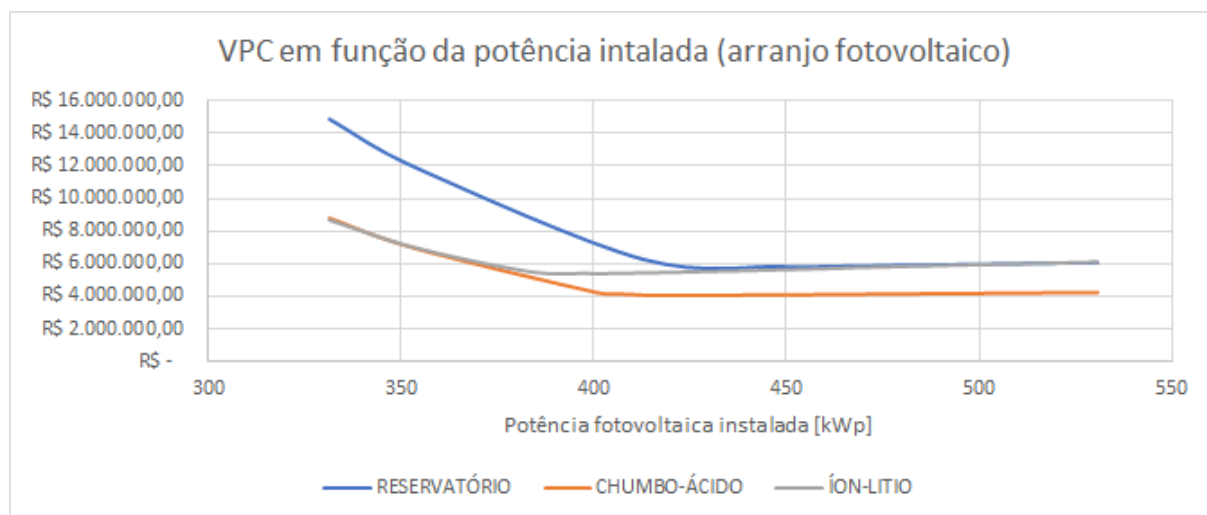


Figura 20: VPC em função da potência instalada no arranjo fotovoltaico. Fonte: Autor

Entretanto, para potências maiores que 430 kWp o reservatório passa a ser uma opção interessante em relação às baterias de íons de lítio, visto que traz diversas vantagens ambientais e especialmente considerando a utilização da água excedente para outros fins.

Em se tratando da sensibilidade em relação à capacidade de armazenamento, verifica-se pela inclinação das curvas no gráfico da Figura 21, que mais uma vez a bateria de chumbo-ácido é a mais vantajosa enquanto os armazenamentos em reservatório e íons de lítio ficam muito próximas entre si.

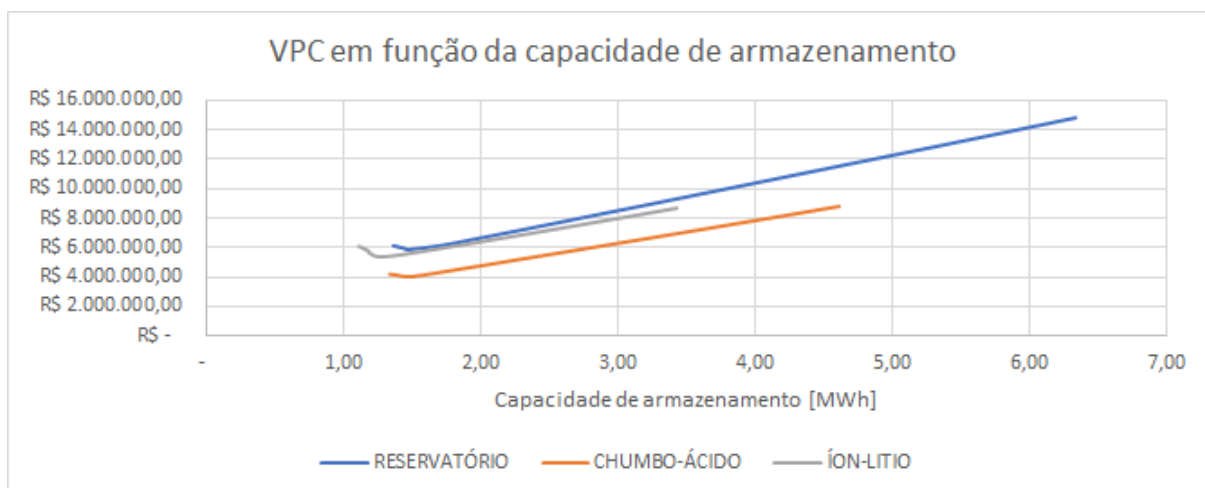


Figura 21: VPC em função da capacidade máxima de armazenamento. Fonte: Autor

Em relação à eficiência dos sistemas simulados, o gráfico da Figura 22 demonstra que o reservatório hidrelétrico foi o sistema que apresentou o menor montante de energia perdida superavitária até potências instaladas no arranjo fotovoltaico de aproximadamente 450kW. O armazenamento de íons de lítio, por sua vez, foi o que apresentou menor eficiência para as mesmas potências instaladas.

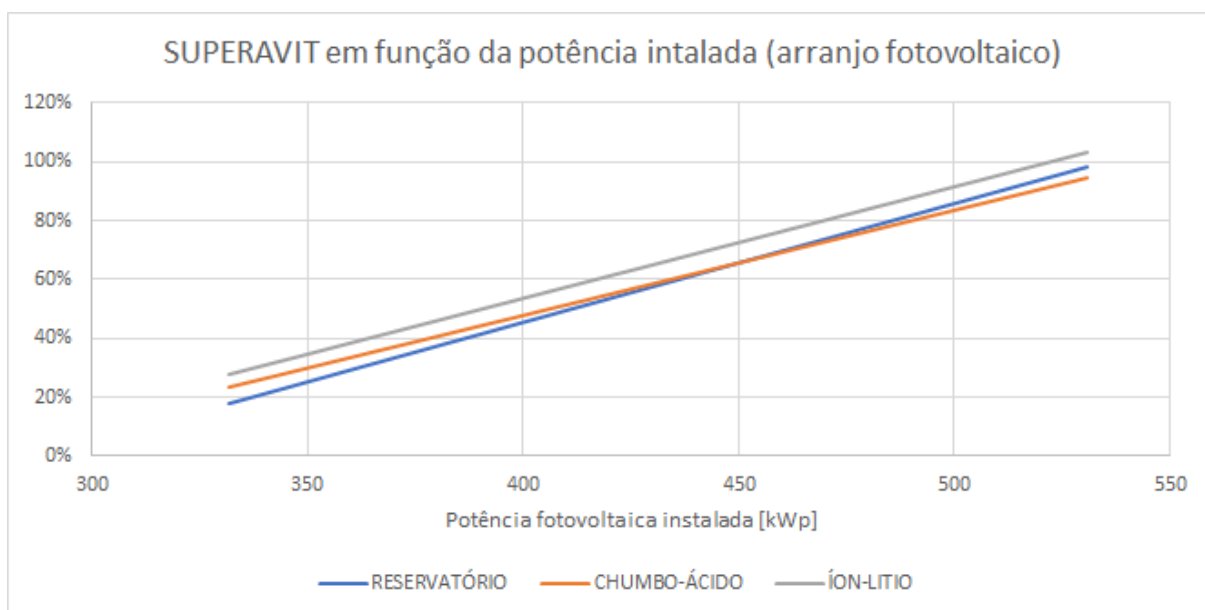


Figura 22: SUPERAVIT de energia em relação à potência instalada no arranjo fotovoltaico. Fonte: Autor

Como as curvas da Figura 22 são sempre crescentes, o Superavit do sistema é diretamente relacionado à potência instalada. Assim, o sistema mais eficiente é também o que exige menor potência instalada, que é o caso do sistema com reservatório até potências instaladas de aproximadamente 450kW. Para potências instaladas maiores, o sistema com melhor resultado foi o com baterias de chumbo-ácido.

Entretanto, quando se trata de eficiência, pelo menor superávit, o reservatório é a melhor escolha em potências instaladas menores em comparação com os outros cenários, uma vez que seu “excedente energético” pode ser utilizado para outras finalidades.

Por outro lado, quando se trata da capacidade de armazenamento, para menores capacidades, o sistema mais eficiente é o que utiliza banco de baterias de íons de lítio, como pode-se notar no gráfico da Figura 23.

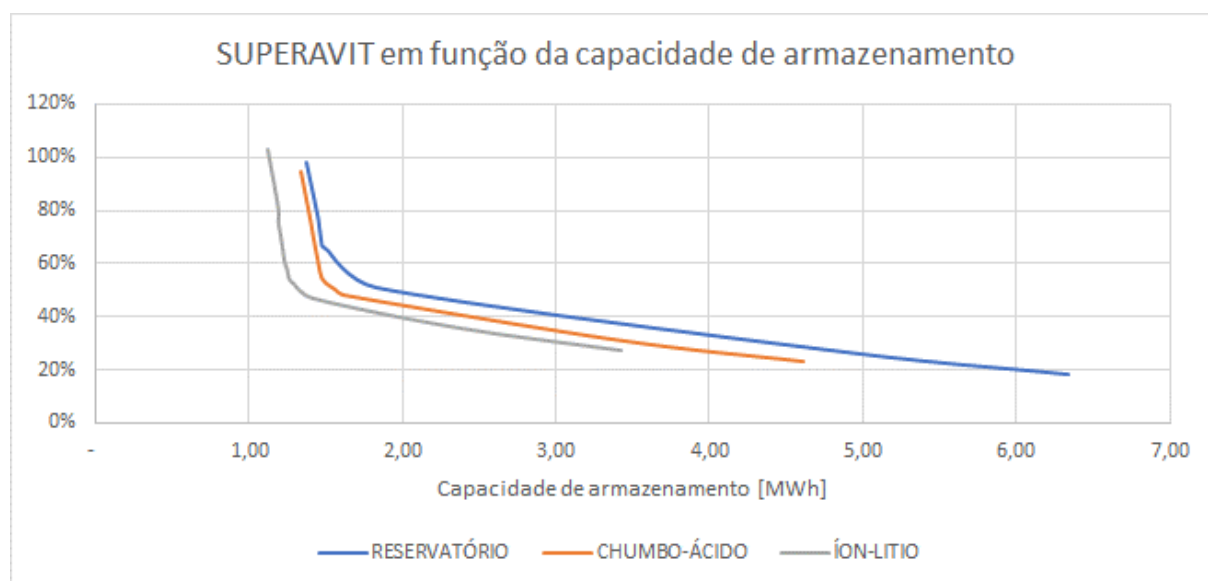


Figura 23: SUPERAVIT de energia em função da capacidade máxima de armazenamento. Fonte: Autor

O gráfico da Figura 23 demonstra que quando maior a capacidade de armazenamento, menor será o superávit energético. Assim, o reservatório hídrico de bombeamento mais uma vez é o mais indicado para sistemas que exijam maior capacidade armazenada já que seu custo é menor que as baterias nessas escalas.

6. CONCLUSÃO

O armazenamento de energia é um componente imprescindível para uma microrrede isolada. Existem vários tipos de armazenamento, mas os mais viáveis técnicos e economicamente atualmente são as baterias e os reservatórios hídricos.

A utilização de um reservatório hidrelétrico de bombeamento é uma opção mais flexível que um reservatório hidrelétrico convencional pois exige apenas uma cota horizontal, e uma fonte de água que pode ser um rio, um lago, uma fonte subterrânea ou até mesmo o mar.

O uso de baterias, por sua vez, independe da localização da microrrede e ocupa um espaço muito menor que um reservatório. Além disso, ainda é uma opção com menor custo de implementação apesar de exigir substituições ao longo da vida útil do sistema. As baterias mais utilizadas são do tipo chumbo-ácido, mas as baterias íons de lítio têm se tornado mais viáveis economicamente em vêm sendo utilizadas em maior escala.

As baterias de íons de lítio são mais eficientes que as de chumbo-ácido e tem pelo menos o dobro de tempo de vida útil, além de que não se degradam tão facilmente sob descargas profundas. Entretanto, essas baterias ainda têm um custo muito alto em relação às baterias de chumbo ácido, o que pode inviabilizar sua utilização.

Em relação às baterias, o reservatório de bombeamento tem a vantagem de ter um maior tempo de vida útil e, ao contrário das baterias, não utiliza materiais prejudiciais ao meio ambiente. Esses materiais, além de não serem sustentáveis são tóxicos e exigem um descarte minucioso, o que pode ser complexo em um local isolado.

Apesar disso, o reservatório hidrelétrico bombeado ainda não é a opção mais viável financeiramente para microrredes, como no exemplo do estudo de caso, onde foi verificado que o sistema com armazenamento em baterias de chumbo-ácido é o armazenamento de menor custo.

Este trabalho concluí que o reservatório hidrelétrico de bombeamento, apesar de seu custo elevado, é a melhor escolha em vista de um armazenamento ambientalmente sustentável. Financeiramente, esse sistema é atraente em

instalações que já possuam os reservatórios, seja pela geografia natural, seja por uma instalação prévia para outras finalidades.

Além disso, este trabalho ressalta que a possibilidade de utilizar o excedente energético produzido na forma de água para outras finalidades da comunidade, como irrigação e abastecimento, torna esse sistema o mais eficiente entre as opções de armazenamento.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a avaliação da sensibilidade desses cenários para diferentes curvas de carga e de irradiância solar, de forma a verificar como cada tipo de armazenamento se comporta em diferentes condições.

Além disso, seria interessante a implementação de modelagens mais precisas para cada tipo de armazenamento pois, as eficiências dos componentes variam em função da potência injetada.

Outra sugestão é um estudo para a criação de uma modelagem matemática para o comportamento do reservatório hídrico de bombeamento, considerando evaporação da água, inclusão de água por chuvas, corrosão dos materiais, turbulência da queda, impurezas na fonte de água, etc., de forma ter uma comparação mais precisa com as eficiências e modelagem das baterias.

Considerando ainda o local de estudo, será interessante avaliar a utilização de painéis flutuantes em localidades que fiquem alagadas em períodos chuvosos e um estudo de mapeamento de elevações na região norte do Brasil para levantar o potencial de usinas hidrelétricas do tipo reversível e de bombeamento.

REFERÊNCIAS

ADDEL, A. M. ET AL. **Optimized energy management strategy for grid connected double storage (pumped storage-battery) system powered by renewable energy sources.** Energy. 2020

AHSHAN, R.; IQBAL, M. T. **Sizing and operation of pumped hydro storage for isolated microgrids.** International Journal of Smart Grid and Clean Energy. Oman, 2020

ALDO. **Bateria solar lítio byd b-box pro 138kWh 48v lítio.** Disponível em: <https://www.aldo.com.br/produto/39677-0/bateria-solar-litio-byd-b-box-pro-138kwh-48v-litio-energia-solar-6000-ciclos-smart>. Acesso em: 28 fev. 2022.

ALIBABA. **horizontal francis 100KW 15 MW mini francis turbine.** 2022b. Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/horizontal-francis-100KW-15-mw-mini_1600519195042.html?spm=a2700.shop_plgr.41413.39.82913ffdolDsEI. Acesso em: 23 de maio de 2022.

ALIBABA. **Mini gerador hidro elétrico da turbina da água 100kW.** 2022a. Disponível em: <https://portuguese.alibaba.com/product-detail/100kw-hydroelectric-power-plant-water-turbine-1600111367335.html>. Acesso em: 23 de maio de 2022.

ANEEL. **Micro e Minigeração Distribuída: Sistema de Compensação de Energia Elétrica.** Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Brasília, 2016.

ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST – Módulo 1 – Introdução.** Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, 2012.

ANEEL. **Resolução Normativa ANEEL N° 1.016, de 19 de Abril de 2022.** Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Brasília, 2022.

ANEEL. **Resolução Normativa Aneel nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021.** Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, 2021.

ARE. **Access to energy services through renewable sources in Latin America & the Caribbean.** Alliance for Rural Electrification. Bruxelas, 2017.

BORGES, P. V. de S. **Análise Regulatória e Econômica de microrredes elétricas no Brasil.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

BYD. **B-BOX Pro 13,8kW.** 2022.

CASTRO, B. H. de; BARROS, D. C.; VEIGA, S. G. da. **Baterias automotivas: panorama da indústria no Brasil, as novas tecnologias e como os veículos elétricos podem transformar o mercado global.** Automotivo - BNDES Setorial. 2012.

CAUS, Tuane Regina; MICHELS, Ademar. **Energia Hidrelétrica: Eficiência na geração.** 2014. Monografia (Pós-Graduação) - Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

EKOH, S.; UNSAL, I.; MAHERI, A. **Optimal Sizing of Wind-PV-Pumped Hydro Energy Storage Systems.** Faculty of Engineering and Environment Northumbria University. Newcastle, 2016.

REGO, E. E. **Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2031: Parâmetros de Custos Geração e Transmissão.** EPE. Rio de Janeiro, fev. 2022.

EPEVER. **Ipower Plus Series:** Pure Sine Wave Inverter. Beijing, 2022a

EPEVER. **XTRA Series:** MPPT solar charge controller. Beijing, 2022b.

GEPEA. **Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento – P&D:** Minirredes com fontes intermitentes para atendimento de áreas isoladas. Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica. São Paulo, 2016.

GHASEMI, A. and ENAYATZARE, M. **Optimal energy management of a renewable-based isolated microgrid with pumped-storage unit and demand response.** Renewable Energy. Dezful 2018

GOOGLE. **GoogleMaps.** Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-0.489183,-52.713286,9z> Acesso em: 17 mai. 2022.

GUNEY, M. S.; TEPE, Y. **Classification and assessment of energy storage systems.** Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017

HAQUE, A. and RAHMAN, M. A. **Study of a solar PV-powered mini-grid pumped hydroelectric storage and its comparison with battery storage.** 2012 7th International Conference on Electrical and Computer Engineering. Dhaka 2012.

HUNT, J. D.; BYERS, E.; RIAHI, K.; LANGAN, S. **Comparison between seasonal pumped-storage and conventional reservoir dams from the water, energy and land nexus perspective.** Energy Conversion and Management. Viena, 2018.

Kusakana, K. **Hybrid DG-PV with groundwater pumped hydro storage for sustainable energy supply in arid areas.** Journal of Energy Storage. Bloemfontein, 2016.

KUSAKANA, K. **Minimizing Diesel running cost using PV with groundwater pumped hydro storage.** Department of Electrical, Electronic and Computer Engineering Central University of Technology. Bloemfontein, 2018.

LASSETER, R. et al. **White paper on integration of distributed energy resources: the certs microgrid concept.** Consortium for Electric Reliability Technology Solutions. 2002.

LEAPTON SOLAR. Lepton Solar: LP182*182-M-78-MH. Jiangsu, 2022.

LOPES, J. A. P., MADUREIRA, A. G. and MOREIRA, C. C. L. M. **A view of microgrids.** WIREs Energy Environ. 2013.

MA, T.; YANG, H.; LU, L. **Feasibility study and economic analysis of pumped hydro storage and battery storage for a renewable energy powered island.** Energy Conversion and Management. Hong Kong 2014b.

MA, T.; YANG, H.; LU, L. PENG, J. **Technical feasibility study on a standalone hybrid solar-wind system with pumped hydro storage for a remote island in Hong Kong.** Renewable energy. Hong Kong 2014a.

Ma, Tao, Yang, HongXing and Lu, Lin. **Feasibility study and economic analysis of pumped hydro storage and battery storage for a renewable energy powered island.** Energy Conversion and Management. 2014

MANOLAKOS, D.; PAPADAKIS, G. **A stand-alone photovoltaic power system for remote villages using pumped water energy storage.** Energy - ELSEVIER. Atenas, 2004.

MARGETA, J. **Water Storage as Energy Storage in green power systems.** Sustainable energy technologies and assesments. 2014.

MARQUES, G. **Você sabe o que é uma microrrede?** Legado Energias Renováveis. 2020. Disponível em: <https://legadoenergias.com/publicacao/voce-sabe-o-que-e-uma-microrrede/>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

MARTÍ, J. **Centrales hidroeléctricas reversibles.** Principia. 2020. Disponível em: <https://principia.es/centrales-hidroelectricas-reversibles/>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

MENEZES, J. F. G et al. **Comportamento hidroclimatológico da bacia hidrográfica do rio Jari**. XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Lavras, 2015

MINHA CASA SOLAR. Controlador de carga e descarga. Minha casa Solar. Disponível em: <https://www.minhacasasolar.com.br/saiba-mais-controlador-de-carga>. Acesso em: 04 de junho de 2022.

MME. **Portaria N° 552/GM/MME, de 13 de setembro de 2021**. Ministério de Minas e Energia Consultoria jurídica. Brasília, 2021.

MOURA. **Documentação Técnica: Acumulador Modelo: 12MS234**. Belo Jardim, 2022.

MOUSAVI, N. **The integration of pumped hydro storage systems into PV microgrids in rural areas**. 2020. Tese de Doutorado

NEOSOLAR. **Loja NeoSolar**. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/loja/>. Acesso em: 28 fev. 2022.

NEOSOLAR. **Controlador de Carga Solar**. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/controladores-de-carga>. Acesso em: 04 de junho de 2022.

NREL. **NSRDB: National Solar Radiation Database**. Disponível em: <https://nsrdb.nrel.gov/> Acesso em: 17 mai. 2022.

OLIVEIRA, B. S. S. DE et al. **Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá**. Ambiente & Água – Na interdisciplinar Journal of Applied Science. Amapá, 2014.

ONS. **Plano SISOL 2022**. Operador Nacional do Sistema Elétrico. 2021

PORTAL SOLAR. **O inversor solar**. Portal Solar. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>. Acesso em: 04 de junho de 2022.

REHMAN, S.; AL-HADHARAMI, L. M.; ALAM, M. M. **Pumped hydro energy storage system: A technological review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Elsevier Ltd. 2015.

REIS, P. **Dimensionamento do controlador de carga para um sistema solar**. Portal Energia - Energias Renováveis. 2015. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/controlador-carga-sistema-solar/>. Acesso em: 26 de setembro de 2020.

REN21. **Renewables 2017 Global Status Report**. REN21 Secretariat. Paris, 2017

REN21. **Renewables 2020 Global Status Report**. REN21 Secretariat. Paris, 2021

SHAHZAD M. J. ET AL. **Solar and Wind Power Generation Systems with pumped hydro storage: Review and future perspectives**. 2019

SIMONE, L. F. C. **Inserção da micro e minigeração distribuída solar fotovoltaica: impactos na receita das distribuidoras e nas tarifas dos consumidores**. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Potência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/D.3.2019.tde-12082019-074055. Acesso em: 2022-05-26.

SOLARGIS. **Download solar resource maps and GIS data for 200+ countries and regions**. Disponível em: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/brazil> Acesso em: 07 mai. 2022.

TPON. **Manual Técnico Bomba Solar Tpon**. 2022.

VITTO, W. A. C. **Implicações geopolíticas do processo de transição energética**. Ensaio Energético. 2022.

APENDICE I

Curva de carga anual. Valores em pu por hora

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 1 Hora: 0:00	1	0	0,60	0,60	0,60	0,53	0,62	0,70	0,60	0,69	0,77	0,00	0,89	0,00
Dia: 1 Hora: 1:00	1	1	0,61	0,59	0,57	0,50	0,65	0,69	0,66	0,72	0,78	0,85	0,90	0,95
Dia: 1 Hora: 2:00	1	2	0,62	0,64	0,59	0,49	0,64	0,66	0,66	0,72	0,77	0,83	0,96	0,92
Dia: 1 Hora: 3:00	1	3	0,60	0,64	0,61	0,48	0,57	0,64	0,51	0,68	0,84	0,82	0,91	0,88
Dia: 1 Hora: 4:00	1	4	0,57	0,62	0,67	0,48	0,57	0,63	0,52	0,79	0,94	0,80	0,78	0,84
Dia: 1 Hora: 5:00	1	5	0,53	0,59	0,70	0,47	0,65	0,56	0,55	0,87	0,96	0,77	0,62	0,82
Dia: 1 Hora: 6:00	1	6	0,50	0,55	0,69	0,48	0,69	0,59	0,53	0,86	0,91	0,74	0,69	0,79
Dia: 1 Hora: 7:00	1	7	0,50	0,54	0,66	0,50	0,73	0,63	0,49	0,80	0,80	0,66	0,72	0,70
Dia: 1 Hora: 8:00	1	8	0,48	0,59	0,64	0,55	0,76	0,65	0,51	0,69	0,71	0,61	0,71	0,68
Dia: 1 Hora: 9:00	1	9	0,49	0,62	0,62	0,54	0,78	0,66	0,54	0,65	0,80	0,61	0,72	0,75
Dia: 1 Hora: 10:00	1	10	0,48	0,64	0,60	0,55	0,76	0,63	0,54	0,72	0,83	0,60	0,72	0,77
Dia: 1 Hora: 11:00	1	11	0,51	0,68	0,58	0,56	0,74	0,63	0,54	0,73	0,83	0,61	0,73	0,79
Dia: 1 Hora: 12:00	1	12	0,55	0,67	0,56	0,59	0,70	0,70	0,56	0,76	0,85	0,62	0,70	0,79
Dia: 1 Hora: 13:00	1	13	0,54	0,65	0,54	0,62	0,67	0,73	0,62	0,80	0,88	0,64	0,68	0,70
Dia: 1 Hora: 14:00	1	14	0,50	0,63	0,51	0,60	0,63	0,70	0,66	0,79	0,84	0,70	0,68	0,86
Dia: 1 Hora: 15:00	1	15	0,52	0,62	0,57	0,59	0,59	0,66	0,66	0,80	0,83	0,75	0,65	0,96
Dia: 1 Hora: 16:00	1	16	0,58	0,60	0,58	0,61	0,59	0,00	0,62	0,79	0,79	0,78	0,64	0,92
Dia: 1 Hora: 17:00	1	17	0,61	0,58	0,61	0,60	0,56	0,00	0,60	0,74	0,78	0,73	0,60	0,74
Dia: 1 Hora: 18:00	1	18	0,59	0,57	0,61	0,58	0,59	0,32	0,60	0,71	0,74	0,72	0,54	0,74
Dia: 1 Hora: 19:00	1	19	0,56	0,54	0,60	0,57	0,60	0,59	0,63	0,68	0,72	0,75	0,52	0,77
Dia: 1 Hora: 20:00	1	20	0,62	0,49	0,73	0,55	0,56	0,68	0,63	0,68	0,67	0,77	0,49	0,84
Dia: 1 Hora: 21:00	1	21	0,62	0,55	0,71	0,53	0,57	0,68	0,64	0,63	0,61	0,78	0,51	0,83
Dia: 1 Hora: 22:00	1	22	0,60	0,56	0,70	0,52	0,54	0,70	0,68	0,55	0,62	0,82	0,59	0,83
Dia: 1 Hora: 23:00	1	23	0,60	0,60	0,67	0,52	0,54	0,77	0,71	0,64	0,63	0,89	0,61	0,88
Dia: 2 Hora: 0:00	2	0	0,57	0,58	0,57	0,48	0,62	0,78	0,69	0,68	0,63	0,91	0,67	0,90
Dia: 2 Hora: 1:00	2	1	0,56	0,58	0,65	0,48	0,64	0,77	0,67	0,72	0,63	0,90	0,73	0,89
Dia: 2 Hora: 2:00	2	2	0,56	0,62	0,69	0,52	0,69	0,74	0,65	0,74	0,63	0,86	0,74	0,86
Dia: 2 Hora: 3:00	2	3	0,55	0,70	0,69	0,55	0,65	0,70	0,65	0,69	0,70	0,82	0,73	0,85
Dia: 2 Hora: 4:00	2	4	0,52	0,71	0,71	0,61	0,60	0,69	0,63	0,66	0,77	0,79	0,67	0,82
Dia: 2 Hora: 5:00	2	5	0,46	0,65	0,71	0,60	0,65	0,65	0,61	0,69	0,78	0,77	0,66	0,80
Dia: 2 Hora: 6:00	2	6	0,47	0,58	0,68	0,63	0,70	0,64	0,56	0,73	0,77	0,73	0,72	0,77
Dia: 2 Hora: 7:00	2	7	0,45	0,57	0,66	0,71	0,69	0,59	0,50	0,71	0,71	0,63	0,74	0,69
Dia: 2 Hora: 8:00	2	8	0,45	0,66	0,64	0,75	0,69	0,56	0,50	0,60	0,69	0,64	0,75	0,66
Dia: 2 Hora: 9:00	2	9	0,45	0,67	0,63	0,73	0,68	0,64	0,51	0,55	0,72	0,74	0,77	0,65
Dia: 2 Hora: 10:00	2	10	0,44	0,68	0,61	0,68	0,68	0,67	0,54	0,62	0,72	0,76	0,83	0,66
Dia: 2 Hora: 11:00	2	11	0,48	0,69	0,58	0,61	0,66	0,71	0,54	0,66	0,73	0,82	0,86	0,66
Dia: 2 Hora: 12:00	2	12	0,52	0,72	0,52	0,65	0,65	0,71	0,57	0,69	0,78	0,82	0,85	0,67
Dia: 2 Hora: 13:00	2	13	0,54	0,70	0,54	0,70	0,62	0,72	0,60	0,73	0,83	0,78	0,80	0,64
Dia: 2 Hora: 14:00	2	14	0,52	0,68	0,55	0,71	0,60	0,79	0,62	0,71	0,87	0,92	0,78	0,74
Dia: 2 Hora: 15:00	2	15	0,46	0,66	0,58	0,75	0,58	0,87	0,64	0,74	0,85	1,00	0,74	0,78
Dia: 2 Hora: 16:00	2	16	0,54	0,64	0,58	0,77	0,59	0,87	0,63	0,70	0,83	0,95	0,72	0,79
Dia: 2 Hora: 17:00	2	17	0,59	0,61	0,56	0,76	0,53	0,79	0,58	0,67	0,80	0,88	0,67	0,73
Dia: 2 Hora: 18:00	2	18	0,61	0,59	0,58	0,73	0,56	0,70	0,64	0,64	0,78	0,78	0,63	0,65
Dia: 2 Hora: 19:00	2	19	0,60	0,58	0,65	0,70	0,60	0,71	0,65	0,62	0,76	0,75	0,65	0,74
Dia: 2 Hora: 20:00	2	20	0,64	0,52	0,65	0,68	0,65	0,80	0,65	0,61	0,72	0,80	0,64	0,78
Dia: 2 Hora: 21:00	2	21	0,60	0,59	0,65	0,64	0,66	0,79	0,68	0,59	0,66	0,80	0,68	0,80
Dia: 2 Hora: 22:00	2	22	0,58	0,60	0,65	0,64	0,66	0,78	0,71	0,54	0,63	0,86	0,70	0,79
Dia: 2 Hora: 23:00	2	23	0,57	0,60	0,58	0,62	0,67	0,80	0,73	0,57	0,60	0,92	0,68	0,84

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 3 Hora: 0:00	3	0	0,55	0,61	0,62	0,53	0,73	0,80	0,71	0,61	0,61	0,93	0,73	0,88
Dia: 3 Hora: 1:00	3	1	0,54	0,57	0,69	0,54	0,77	0,78	0,69	0,66	0,59	0,91	0,80	0,89
Dia: 3 Hora: 2:00	3	2	0,52	0,65	0,70	0,59	0,77	0,78	0,66	0,69	0,59	0,87	0,77	0,87
Dia: 3 Hora: 3:00	3	3	0,52	0,68	0,69	0,63	0,72	0,76	0,66	0,70	0,63	0,82	0,71	0,84
Dia: 3 Hora: 4:00	3	4	0,46	0,65	0,71	0,64	0,62	0,72	0,64	0,76	0,71	0,80	0,69	0,81
Dia: 3 Hora: 5:00	3	5	0,48	0,62	0,70	0,62	0,65	0,70	0,60	0,83	0,74	0,76	0,65	0,79
Dia: 3 Hora: 6:00	3	6	0,53	0,57	0,70	0,65	0,68	0,67	0,56	0,83	0,69	0,74	0,66	0,77
Dia: 3 Hora: 7:00	3	7	0,54	0,59	0,68	0,73	0,68	0,61	0,54	0,78	0,65	0,65	0,66	0,70
Dia: 3 Hora: 8:00	3	8	0,54	0,61	0,65	0,77	0,71	0,56	0,60	0,69	0,63	0,61	0,65	0,66
Dia: 3 Hora: 9:00	3	9	0,54	0,60	0,62	0,76	0,74	0,57	0,61	0,64	0,75	0,73	0,65	0,64
Dia: 3 Hora: 10:00	3	10	0,56	0,64	0,60	0,69	0,74	0,60	0,62	0,69	0,75	0,75	0,52	0,63
Dia: 3 Hora: 11:00	3	11	0,61	0,65	0,60	0,60	0,71	0,61	0,63	0,76	0,77	0,78	0,78	0,62
Dia: 3 Hora: 12:00	3	12	0,66	0,65	0,56	0,64	0,68	0,61	0,65	0,77	0,83	0,79	0,76	0,63
Dia: 3 Hora: 13:00	3	13	0,67	0,65	0,52	0,66	0,66	0,63	0,74	0,80	0,88	0,80	0,72	0,64
Dia: 3 Hora: 14:00	3	14	0,59	0,66	0,51	0,65	0,64	0,68	0,79	0,80	0,88	0,89	0,71	0,69
Dia: 3 Hora: 15:00	3	15	0,54	0,63	0,51	0,65	0,61	0,74	0,76	0,80	0,82	0,96	0,68	0,81
Dia: 3 Hora: 16:00	3	16	0,59	0,60	0,50	0,69	0,61	0,73	0,71	0,75	0,80	0,95	0,65	0,48
Dia: 3 Hora: 17:00	3	17	0,63	0,58	0,50	0,67	0,54	0,72	0,64	0,69	0,81	0,89	0,62	0,76
Dia: 3 Hora: 18:00	3	18	0,61	0,59	0,53	0,65	0,56	0,68	0,67	0,66	0,75	0,77	0,56	0,71
Dia: 3 Hora: 19:00	3	19	0,65	0,54	0,55	0,62	0,61	0,71	0,75	0,64	0,72	0,74	0,57	0,75
Dia: 3 Hora: 20:00	3	20	0,65	0,50	0,58	0,60	0,67	0,78	0,74	0,62	0,68	0,82	0,55	0,82
Dia: 3 Hora: 21:00	3	21	0,66	0,48	0,57	0,59	0,69	0,77	0,73	0,60	0,60	0,83	0,59	0,81
Dia: 3 Hora: 22:00	3	22	0,65	0,51	0,55	0,56	0,67	0,75	0,72	0,55	0,67	0,87	0,62	0,83
Dia: 3 Hora: 23:00	3	23	0,63	0,54	0,52	0,56	0,69	0,77	0,72	0,61	0,71	0,89	0,61	0,91
Dia: 4 Hora: 0:00	4	0	0,61	0,55	0,59	0,51	0,77	0,77	0,72	0,64	0,72	0,82	0,64	0,92
Dia: 4 Hora: 1:00	4	1	0,59	0,55	0,62	0,51	0,79	0,76	0,69	0,66	0,77	0,91	0,72	0,90
Dia: 4 Hora: 2:00	4	2	0,59	0,59	0,61	0,59	0,77	0,73	0,66	0,67	0,74	0,87	0,76	0,88
Dia: 4 Hora: 3:00	4	3	0,56	0,62	0,62	0,60	0,72	0,72	0,64	0,68	0,82	0,83	0,67	0,84
Dia: 4 Hora: 4:00	4	4	0,51	0,65	0,64	0,63	0,64	0,68	0,64	0,78	0,93	0,80	0,59	0,82
Dia: 4 Hora: 5:00	4	5	0,46	0,57	0,64	0,62	0,68	0,66	0,60	0,85	0,94	0,77	0,64	0,79
Dia: 4 Hora: 6:00	4	6	0,57	0,56	0,64	0,63	0,69	0,63	0,61	0,88	0,89	0,75	0,72	0,78
Dia: 4 Hora: 7:00	4	7	0,53	0,59	0,63	0,71	0,69	0,58	0,62	0,80	0,77	0,66	0,71	0,68
Dia: 4 Hora: 8:00	4	8	0,64	0,66	0,60	0,75	0,68	0,53	0,61	0,71	0,67	0,64	0,69	0,65
Dia: 4 Hora: 9:00	4	9	0,69	0,68	0,58	0,69	0,71	0,52	0,62	0,66	0,77	0,74	0,73	0,71
Dia: 4 Hora: 10:00	4	10	0,52	0,67	0,59	0,63	0,70	0,52	0,61	0,75	0,78	0,76	0,78	0,75
Dia: 4 Hora: 11:00	4	11	0,51	0,70	0,58	0,59	0,66	0,58	0,71	0,75	0,80	0,80	0,78	0,80
Dia: 4 Hora: 12:00	4	12	0,48	0,70	0,52	0,63	0,62	0,59	0,76	0,76	0,84	0,79	0,77	0,79
Dia: 4 Hora: 13:00	4	13	0,52	0,71	0,49	0,68	0,63	0,59	0,75	0,77	0,88	0,76	0,73	0,78
Dia: 4 Hora: 14:00	4	14	0,60	0,71	0,47	0,70	0,61	0,67	0,71	0,80	0,90	0,88	0,70	0,91
Dia: 4 Hora: 15:00	4	15	0,61	0,67	0,48	0,67	0,60	0,69	0,64	0,79	0,84	0,95	0,70	0,96
Dia: 4 Hora: 16:00	4	16	0,60	0,65	0,48	0,69	0,58	0,70	0,64	0,77	0,83	0,94	0,69	0,96
Dia: 4 Hora: 17:00	4	17	0,61	0,64	0,49	0,68	0,54	0,69	0,68	0,74	0,78	0,88	0,65	0,91
Dia: 4 Hora: 18:00	4	18	0,62	0,64	0,52	0,65	0,52	0,64	0,66	0,73	0,73	0,76	0,58	0,78
Dia: 4 Hora: 19:00	4	19	0,61	0,58	0,56	0,63	0,55	0,67	0,69	0,70	0,71	0,75	0,58	0,78
Dia: 4 Hora: 20:00	4	20	0,60	0,54	0,58	0,62	0,57	0,73	0,74	0,68	0,67	0,85	0,55	0,87
Dia: 4 Hora: 21:00	4	21	0,60	0,53	0,57	0,61	0,58	0,75	0,75	0,64	0,59	0,86	0,55	0,86
Dia: 4 Hora: 22:00	4	22	0,58	0,51	0,57	0,58	0,56	0,80	0,74	0,59	0,68	0,87	0,51	0,89
Dia: 4 Hora: 23:00	4	23	0,56	0,51	0,57	0,54	0,55	0,82	0,73	0,59	0,72	0,89	0,57	0,94

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 5 Hora: 0:00	5	0	0,56	0,51	0,64	0,53	0,58	0,81	0,69	0,59	0,74	0,94	0,59	0,95
Dia: 5 Hora: 1:00	5	1	0,54	0,53	0,65	0,53	0,65	0,80	0,66	0,60	0,81	0,89	0,67	0,93
Dia: 5 Hora: 2:00	5	2	0,49	0,58	0,65	0,59	0,68	0,77	0,63	0,62	0,78	0,86	0,71	0,89
Dia: 5 Hora: 3:00	5	3	0,52	0,62	0,69	0,76	0,64	0,75	0,62	0,63	0,83	0,83	0,69	0,85
Dia: 5 Hora: 4:00	5	4	0,50	0,60	0,74	0,72	0,57	0,72	0,57	0,68	0,93	0,79	0,63	0,83
Dia: 5 Hora: 5:00	5	5	0,48	0,56	0,71	0,65	0,59	0,70	0,53	0,71	0,96	0,75	0,63	0,79
Dia: 5 Hora: 6:00	5	6	0,53	0,55	0,71	0,69	0,65	0,68	0,57	0,75	0,93	0,73	0,76	0,76
Dia: 5 Hora: 7:00	5	7	0,55	0,60	0,69	0,72	0,65	0,63	0,59	0,72	0,78	0,63	0,76	0,66
Dia: 5 Hora: 8:00	5	8	0,65	0,64	0,65	0,72	0,68	0,58	0,61	0,67	0,70	0,63	0,77	0,64
Dia: 5 Hora: 9:00	5	9	0,69	0,66	0,63	0,75	0,71	0,66	0,61	0,66	0,79	0,72	0,80	0,72
Dia: 5 Hora: 10:00	5	10	0,69	0,69	0,60	0,76	0,71	0,71	0,59	0,72	0,82	0,73	0,87	0,74
Dia: 5 Hora: 11:00	5	11	0,62	0,67	0,59	0,73	0,70	0,73	0,68	0,70	0,81	0,78	0,86	0,78
Dia: 5 Hora: 12:00	5	12	0,58	0,69	0,51	0,73	0,67	0,73	0,71	0,71	0,86	0,81	0,85	0,73
Dia: 5 Hora: 13:00	5	13	0,59	0,68	0,54	0,71	0,66	0,70	0,72	0,73	0,91	0,79	0,81	0,78
Dia: 5 Hora: 14:00	5	14	0,66	0,67	0,59	0,68	0,65	0,80	0,68	0,78	0,92	0,89	0,77	0,90
Dia: 5 Hora: 15:00	5	15	0,68	0,63	0,61	0,65	0,63	0,84	0,62	0,79	0,88	0,96	0,74	0,95
Dia: 5 Hora: 16:00	5	16	0,69	0,61	0,62	0,63	0,60	0,83	0,62	0,77	0,84	0,92	0,72	0,96
Dia: 5 Hora: 17:00	5	17	0,71	0,59	0,62	0,61	0,55	0,81	0,68	0,75	0,79	0,85	0,67	0,89
Dia: 5 Hora: 18:00	5	18	0,72	0,58	0,61	0,54	0,54	0,69	0,69	0,72	0,76	0,74	0,58	0,80
Dia: 5 Hora: 19:00	5	19	0,71	0,51	0,68	0,56	0,57	0,69	0,70	0,71	0,74	0,72	0,65	0,78
Dia: 5 Hora: 20:00	5	20	0,69	0,52	0,69	0,62	0,57	0,76	0,72	0,68	0,70	0,77	0,69	0,88
Dia: 5 Hora: 21:00	5	21	0,68	0,56	0,70	0,45	0,57	0,75	0,74	0,64	0,61	0,81	0,72	0,88
Dia: 5 Hora: 22:00	5	22	0,64	0,61	0,64	0,64	0,57	0,79	0,72	0,59	0,66	0,82	0,77	0,91
Dia: 5 Hora: 23:00	5	23	0,63	0,62	0,59	0,65	0,60	0,81	0,70	0,59	0,71	0,86	0,76	0,98
Dia: 6 Hora: 0:00	6	0	0,62	0,58	0,60	0,64	0,60	0,81	0,67	0,58	0,77	0,88	0,80	0,97
Dia: 6 Hora: 1:00	6	1	0,57	0,66	0,64	0,73	0,65	0,79	0,64	0,57	0,81	0,88	0,94	0,95
Dia: 6 Hora: 2:00	6	2	0,53	0,76	0,64	0,73	0,64	0,75	0,63	0,57	0,75	0,85	0,95	0,90
Dia: 6 Hora: 3:00	6	3	0,59	0,80	0,67	0,62	0,60	0,73	0,60	0,58	0,83	0,82	0,90	0,88
Dia: 6 Hora: 4:00	6	4	0,60	0,78	0,68	0,58	0,61	0,71	0,56	0,65	0,96	0,78	0,81	0,84
Dia: 6 Hora: 5:00	6	5	0,62	0,71	0,65	0,56	0,63	0,69	0,51	0,66	0,95	0,75	0,72	0,81
Dia: 6 Hora: 6:00	6	6	0,61	0,56	0,65	0,56	0,59	0,67	0,58	0,67	0,89	0,72	0,82	0,76
Dia: 6 Hora: 7:00	6	7	0,61	0,58	0,63	0,61	0,62	0,63	0,62	0,67	0,78	0,63	0,85	0,68
Dia: 6 Hora: 8:00	6	8	0,69	0,68	0,59	0,60	0,66	0,57	0,64	0,66	0,71	0,61	0,86	0,68
Dia: 6 Hora: 9:00	6	9	0,74	0,72	0,59	0,63	0,67	0,64	0,63	0,66	0,76	0,71	0,90	0,74
Dia: 6 Hora: 10:00	6	10	0,73	0,74	0,58	0,63	0,68	0,64	0,63	0,71	0,78	0,75	0,91	0,76
Dia: 6 Hora: 11:00	6	11	0,59	0,75	0,57	0,65	0,67	0,66	0,70	0,70	0,80	0,79	0,90	0,81
Dia: 6 Hora: 12:00	6	12	0,57	0,75	0,54	0,63	0,67	0,67	0,75	0,75	0,81	0,80	0,85	0,80
Dia: 6 Hora: 13:00	6	13	0,58	0,73	0,52	0,62	0,67	0,67	0,74	0,79	0,88	0,77	0,82	0,78
Dia: 6 Hora: 14:00	6	14	0,65	0,71	0,54	0,62	0,63	0,73	0,72	0,83	0,91	0,85	0,78	0,87
Dia: 6 Hora: 15:00	6	15	0,64	0,68	0,55	0,60	0,59	0,79	0,65	0,83	0,89	0,91	0,77	0,93
Dia: 6 Hora: 16:00	6	16	0,65	0,67	0,55	0,57	0,56	0,81	0,66	0,80	0,82	0,81	0,76	0,94
Dia: 6 Hora: 17:00	6	17	0,66	0,63	0,57	0,56	0,51	0,76	0,72	0,75	0,78	0,81	0,68	0,86
Dia: 6 Hora: 18:00	6	18	0,66	0,59	0,60	0,52	0,51	0,67	0,72	0,74	0,75	0,73	0,60	0,77
Dia: 6 Hora: 19:00	6	19	0,66	0,50	0,68	0,51	0,50	0,67	0,73	0,72	0,74	0,74	0,66	0,79
Dia: 6 Hora: 20:00	6	20	0,66	0,55	0,72	0,55	0,52	0,71	0,75	0,70	0,69	0,79	0,69	0,87
Dia: 6 Hora: 21:00	6	21	0,65	0,62	0,66	0,61	0,51	0,69	0,76	0,65	0,58	0,80	0,75	0,87
Dia: 6 Hora: 22:00	6	22	0,62	0,66	0,57	0,62	0,54	0,70	0,73	0,59	0,57	0,79	0,78	0,87
Dia: 6 Hora: 23:00	6	23	0,61	0,68	0,55	0,65	0,54	0,74	0,73	0,69	0,55	0,84	0,73	0,93

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 7 Hora: 0:00	7	0	0,61	0,66	0,58	0,63	0,61	0,75	0,71	0,69	0,59	0,85	0,78	0,96
Dia: 7 Hora: 1:00	7	1	0,55	0,65	0,62	0,70	0,62	0,74	0,67	0,73	0,60	0,87	0,88	0,92
Dia: 7 Hora: 2:00	7	2	0,52	0,52	0,61	0,71	0,63	0,71	0,64	0,74	0,60	0,83	0,88	0,89
Dia: 7 Hora: 3:00	7	3	0,53	0,65	0,63	0,71	0,59	0,68	0,64	0,72	0,62	0,82	0,83	0,86
Dia: 7 Hora: 4:00	7	4	0,54	0,57	0,66	0,69	0,59	0,66	0,59	0,82	0,63	0,79	0,73	0,83
Dia: 7 Hora: 5:00	7	5	0,55	0,64	0,65	0,60	0,60	0,64	0,54	0,88	0,65	0,76	0,68	0,80
Dia: 7 Hora: 6:00	7	6	0,56	0,64	0,64	0,62	0,59	0,62	0,61	0,90	0,64	0,73	0,80	0,77
Dia: 7 Hora: 7:00	7	7	0,55	0,69	0,61	0,70	0,62	0,60	0,64	0,87	0,58	0,64	0,82	0,68
Dia: 7 Hora: 8:00	7	8	0,59	0,71	0,58	0,68	0,69	0,58	0,67	0,76	0,56	0,59	0,80	0,66
Dia: 7 Hora: 9:00	7	9	0,61	0,72	0,58	0,68	0,70	0,64	0,67	0,69	0,64	0,61	0,81	0,73
Dia: 7 Hora: 10:00	7	10	0,62	0,68	0,56	0,68	0,69	0,65	0,65	0,73	0,77	0,61	0,85	0,75
Dia: 7 Hora: 11:00	7	11	0,60	0,65	0,54	0,69	0,67	0,68	0,72	0,77	0,80	0,63	0,85	0,79
Dia: 7 Hora: 12:00	7	12	0,58	0,62	0,50	0,68	0,66	0,68	0,76	0,83	0,81	0,65	0,80	0,79
Dia: 7 Hora: 13:00	7	13	0,61	0,61	0,50	0,67	0,64	0,63	0,77	0,84	0,83	0,66	0,77	0,74
Dia: 7 Hora: 14:00	7	14	0,67	0,59	0,56	0,65	0,62	0,70	0,72	0,86	0,85	0,72	0,74	0,83
Dia: 7 Hora: 15:00	7	15	0,69	0,58	0,58	0,62	0,62	0,77	0,64	0,85	0,85	0,79	0,71	0,88
Dia: 7 Hora: 16:00	7	16	0,68	0,55	0,61	0,60	0,60	0,78	0,68	0,79	0,81	0,78	0,71	0,89
Dia: 7 Hora: 17:00	7	17	0,69	0,52	0,58	0,58	0,53	0,76	0,73	0,76	0,75	0,73	0,65	0,80
Dia: 7 Hora: 18:00	7	18	0,72	0,56	0,59	0,54	0,59	0,67	0,72	0,74	0,73	0,69	0,53	0,73
Dia: 7 Hora: 19:00	7	19	0,71	0,56	0,64	0,49	0,64	0,66	0,71	0,71	0,71	0,72	0,63	0,74
Dia: 7 Hora: 20:00	7	20	0,72	0,56	0,66	0,51	0,66	0,74	0,71	0,71	0,70	0,73	0,68	0,83
Dia: 7 Hora: 21:00	7	21	0,68	0,56	0,65	0,54	0,67	0,75	0,73	0,62	0,61	0,73	0,74	0,80
Dia: 7 Hora: 22:00	7	22	0,66	0,50	0,62	0,55	0,65	0,76	0,71	0,56	0,65	0,30	0,76	0,71
Dia: 7 Hora: 23:00	7	23	0,65	0,56	0,57	0,57	0,00	0,78	0,71	0,63	0,67	0,79	0,75	0,86
Dia: 8 Hora: 0:00	8	0	0,64	0,63	0,61	0,57	0,00	0,77	0,66	0,70	0,68	0,86	0,83	0,90
Dia: 8 Hora: 1:00	8	1	0,59	0,64	0,67	0,65	0,00	0,79	0,65	0,72	0,72	0,84	0,92	0,91
Dia: 8 Hora: 2:00	8	2	0,51	0,62	0,68	0,70	0,00	0,74	0,63	0,72	0,71	0,81	0,92	0,87
Dia: 8 Hora: 3:00	8	3	0,47	0,62	0,70	0,68	0,00	0,72	0,60	0,73	0,75	0,77	0,87	0,85
Dia: 8 Hora: 4:00	8	4	0,45	0,60	0,72	0,66	0,00	0,70	0,56	0,83	0,82	0,76	0,78	0,82
Dia: 8 Hora: 5:00	8	5	0,44	0,70	0,71	0,61	0,00	0,66	0,50	0,91	0,86	0,72	0,72	0,79
Dia: 8 Hora: 6:00	8	6	0,44	0,70	0,67	0,66	0,00	0,65	0,51	0,88	0,82	0,71	0,78	0,78
Dia: 8 Hora: 7:00	8	7	0,45	0,71	0,66	0,70	0,00	0,60	0,49	0,83	0,73	0,62	0,79	0,68
Dia: 8 Hora: 8:00	8	8	0,45	0,73	0,64	0,68	0,00	0,53	0,51	0,75	0,69	0,54	0,81	0,64
Dia: 8 Hora: 9:00	8	9	0,43	0,72	0,58	0,69	0,00	0,63	0,53	0,68	0,74	0,57	0,82	0,62
Dia: 8 Hora: 10:00	8	10	0,48	0,70	0,57	0,77	0,00	0,67	0,51	0,75	0,74	0,56	0,85	0,66
Dia: 8 Hora: 11:00	8	11	0,49	0,67	0,55	0,77	0,00	0,72	0,52	0,77	0,74	0,57	0,87	0,68
Dia: 8 Hora: 12:00	8	12	0,50	0,66	0,49	0,74	0,00	0,71	0,56	0,78	0,78	0,61	0,83	0,68
Dia: 8 Hora: 13:00	8	13	0,58	0,64	0,52	0,74	0,09	0,71	0,60	0,81	0,84	0,61	0,80	0,66
Dia: 8 Hora: 14:00	8	14	0,59	0,53	0,57	0,71	0,75	0,82	0,58	0,85	0,84	0,70	0,78	0,77
Dia: 8 Hora: 15:00	8	15	0,61	0,57	0,61	0,69	0,79	0,75	0,54	0,84	0,85	0,76	0,74	0,83
Dia: 8 Hora: 16:00	8	16	0,63	0,58	0,67	0,69	0,81	0,80	0,58	0,80	0,80	0,72	0,71	0,80
Dia: 8 Hora: 17:00	8	17	0,62	0,54	0,64	0,67	0,75	0,79	0,62	0,76	0,78	0,60	0,66	0,74
Dia: 8 Hora: 18:00	8	18	0,62	0,54	0,67	0,61	0,65	0,74	0,63	0,74	0,74	0,57	0,58	0,69
Dia: 8 Hora: 19:00	8	19	0,62	0,55	0,73	0,56	0,64	0,71	0,62	0,72	0,71	0,62	0,68	0,75
Dia: 8 Hora: 20:00	8	20	0,61	0,56	0,75	0,53	0,69	0,81	0,62	0,70	0,70	0,63	0,71	0,80
Dia: 8 Hora: 21:00	8	21	0,58	0,54	0,73	0,55	0,70	0,81	0,65	0,63	0,60	0,68	0,77	0,80
Dia: 8 Hora: 22:00	8	22	0,55	0,41	0,65	0,53	0,72	0,82	0,64	0,56	0,59	0,69	0,79	0,80
Dia: 8 Hora: 23:00	8	23	0,54	0,58	0,62	0,53	0,79	0,84	0,63	0,67	0,58	0,72	0,76	0,87

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 9 Hora: 0:00	9	0	0,54	0,62	0,65	0,55	0,73	0,85	0,61	0,71	0,62	0,76	0,84	0,87
Dia: 9 Hora: 1:00	9	1	0,47	0,63	0,57	0,58	0,77	0,82	0,62	0,73	0,63	0,81	0,91	0,87
Dia: 9 Hora: 2:00	9	2	0,51	0,60	0,57	0,65	0,74	0,80	0,61	0,73	0,63	0,78	0,92	0,85
Dia: 9 Hora: 3:00	9	3	0,54	0,55	0,63	0,64	0,70	0,78	0,59	0,74	0,67	0,75	0,90	0,81
Dia: 9 Hora: 4:00	9	4	0,56	0,56	0,67	0,65	0,68	0,74	0,55	0,85	0,72	0,73	0,82	0,81
Dia: 9 Hora: 5:00	9	5	0,58	0,64	0,68	0,60	0,66	0,72	0,51	0,93	0,78	0,70	0,74	0,78
Dia: 9 Hora: 6:00	9	6	0,58	0,62	0,66	0,64	0,65	0,70	0,51	0,92	0,75	0,67	0,79	0,76
Dia: 9 Hora: 7:00	9	7	0,59	0,63	0,63	0,68	0,61	0,64	0,50	0,86	0,68	0,58	0,80	0,70
Dia: 9 Hora: 8:00	9	8	0,65	0,63	0,62	0,66	0,56	0,59	0,47	0,77	0,66	0,56	0,82	0,64
Dia: 9 Hora: 9:00	9	9	0,66	0,63	0,60	0,67	0,62	0,67	0,50	0,69	0,78	0,66	0,84	0,65
Dia: 9 Hora: 10:00	9	10	0,68	0,61	0,57	0,68	0,63	0,67	0,52	0,75	0,75	0,71	0,89	0,66
Dia: 9 Hora: 11:00	9	11	0,63	0,60	0,55	0,71	0,64	0,69	0,53	0,78	0,71	0,76	0,91	0,61
Dia: 9 Hora: 12:00	9	12	0,59	0,58	0,51	0,72	0,63	0,68	0,56	0,82	0,75	0,78	0,87	0,64
Dia: 9 Hora: 13:00	9	13	0,62	0,58	0,51	0,68	0,66	0,68	0,57	0,83	0,78	0,78	0,84	0,68
Dia: 9 Hora: 14:00	9	14	0,67	0,56	0,58	0,67	0,75	0,71	0,53	0,85	0,80	0,89	0,82	0,76
Dia: 9 Hora: 15:00	9	15	0,68	0,55	0,61	0,65	0,77	0,75	0,54	0,85	0,83	0,93	0,78	0,81
Dia: 9 Hora: 16:00	9	16	0,69	0,53	0,66	0,63	0,71	0,74	0,60	0,83	0,80	0,92	0,75	0,79
Dia: 9 Hora: 17:00	9	17	0,73	0,50	0,62	0,60	0,63	0,69	0,60	0,77	0,75	0,85	0,69	0,74
Dia: 9 Hora: 18:00	9	18	0,72	0,55	0,64	0,56	0,56	0,64	0,60	0,73	0,73	0,76	0,60	0,68
Dia: 9 Hora: 19:00	9	19	0,69	0,56	0,73	0,52	0,72	0,67	0,63	0,70	0,71	0,77	0,69	0,73
Dia: 9 Hora: 20:00	9	20	0,68	0,58	0,75	0,62	0,73	0,72	0,65	0,68	0,69	0,81	0,74	0,79
Dia: 9 Hora: 21:00	9	21	0,64	0,58	0,72	0,63	0,70	0,70	0,67	0,65	0,62	0,82	0,77	0,77
Dia: 9 Hora: 22:00	9	22	0,62	0,57	0,66	0,62	0,69	0,67	0,66	0,55	0,62	0,87	0,82	0,76
Dia: 9 Hora: 23:00	9	23	0,62	0,65	0,60	0,56	0,56	0,69	0,64	0,65	0,60	0,92	0,79	0,83
Dia: 10 Hora: 0:00	10	0	0,59	0,68	0,66	0,62	0,07	0,71	0,64	0,68	0,59	0,94	0,85	0,84
Dia: 10 Hora: 1:00	10	1	0,53	0,63	0,67	0,67	0,07	0,74	0,62	0,69	0,61	0,89	0,93	0,81
Dia: 10 Hora: 2:00	10	2	0,53	0,64	0,66	0,69	0,46	0,73	0,58	0,70	0,64	0,86	0,95	0,81
Dia: 10 Hora: 3:00	10	3	0,58	0,56	0,68	0,67	0,58	0,72	0,59	0,69	0,65	0,83	0,91	0,79
Dia: 10 Hora: 4:00	10	4	0,60	0,59	0,69	0,64	0,57	0,70	0,53	0,80	0,73	0,81	0,78	0,76
Dia: 10 Hora: 5:00	10	5	0,62	0,61	0,71	0,58	0,56	0,69	0,54	0,89	0,74	0,78	0,75	0,75
Dia: 10 Hora: 6:00	10	6	0,60	0,62	0,68	0,60	0,54	0,68	0,60	0,91	0,74	0,74	0,86	0,74
Dia: 10 Hora: 7:00	10	7	0,60	0,66	0,67	0,63	0,65	0,64	0,62	0,85	0,68	0,63	0,87	0,66
Dia: 10 Hora: 8:00	10	8	0,68	0,66	0,65	0,63	0,70	0,58	0,66	0,76	0,66	0,62	0,85	0,63
Dia: 10 Hora: 9:00	10	9	0,71	0,67	0,63	0,67	0,71	0,52	0,65	0,69	0,77	0,69	0,87	0,61
Dia: 10 Hora: 10:00	10	10	0,72	0,65	0,60	0,73	0,68	0,55	0,64	0,75	0,77	0,71	0,87	0,61
Dia: 10 Hora: 11:00	10	11	0,64	0,63	0,58	0,72	0,64	0,62	0,72	0,74	0,81	0,78	0,89	0,62
Dia: 10 Hora: 12:00	10	12	0,57	0,61	0,53	0,70	0,60	0,56	0,76	0,75	0,85	0,66	0,85	0,63
Dia: 10 Hora: 13:00	10	13	0,60	0,60	0,49	0,67	0,70	0,58	0,76	0,80	0,87	0,67	0,83	0,61
Dia: 10 Hora: 14:00	10	14	0,66	0,58	0,52	0,63	0,69	0,62	0,71	0,87	0,88	0,77	0,81	0,68
Dia: 10 Hora: 15:00	10	15	0,66	0,56	0,52	0,61	0,72	0,67	0,63	0,83	0,86	0,90	0,77	0,74
Dia: 10 Hora: 16:00	10	16	0,66	0,54	0,56	0,59	0,76	0,72	0,63	0,79	0,81	0,74	0,77	0,74
Dia: 10 Hora: 17:00	10	17	0,70	0,49	0,54	0,59	0,78	0,67	0,67	0,79	0,78	0,66	0,69	0,70
Dia: 10 Hora: 18:00	10	18	0,72	0,48	0,56	0,51	0,77	0,53	0,68	0,72	0,74	0,62	0,63	0,69
Dia: 10 Hora: 19:00	10	19	0,69	0,49	0,56	0,53	0,72	0,63	0,69	0,68	0,72	0,70	0,64	0,72
Dia: 10 Hora: 20:00	10	20	0,66	0,50	0,55	0,59	0,68	0,61	0,69	0,67	0,69	0,76	0,64	0,79
Dia: 10 Hora: 21:00	10	21	0,65	0,52	0,53	0,64	0,65	0,61	0,74	0,62	0,60	0,76	0,65	0,79
Dia: 10 Hora: 22:00	10	22	0,62	0,51	0,51	0,65	0,61	0,62	0,70	0,57	0,68	0,78	0,66	0,83
Dia: 10 Hora: 23:00	10	23	0,61	0,57	0,50	0,66	0,61	0,63	0,67	0,64	0,73	0,82	0,70	0,87

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 11 Hora: 0:00	11	0	0,58	0,60	0,57	0,67	0,56	0,68	0,67	0,67	0,76	0,85	0,71	0,88
Dia: 11 Hora: 1:00	11	1	0,52	0,59	0,59	0,79	0,50	0,71	0,64	0,69	0,82	0,80	0,79	0,89
Dia: 11 Hora: 2:00	11	2	0,54	0,55	0,58	0,82	0,56	0,70	0,62	0,72	0,75	0,78	0,81	0,87
Dia: 11 Hora: 3:00	11	3	0,60	0,54	0,62	0,81	0,59	0,68	0,62	0,72	0,83	0,75	0,76	0,83
Dia: 11 Hora: 4:00	11	4	0,56	0,57	0,65	0,72	0,62	0,66	0,56	0,82	0,92	0,73	0,69	0,82
Dia: 11 Hora: 5:00	11	5	0,61	0,63	0,64	0,67	0,64	0,65	0,55	0,88	0,81	0,71	0,71	0,78
Dia: 11 Hora: 6:00	11	6	0,62	0,62	0,63	0,67	0,62	0,64	0,63	0,88	0,87	0,67	0,79	0,76
Dia: 11 Hora: 7:00	11	7	0,64	0,66	0,62	0,74	0,64	0,58	0,66	0,85	0,79	0,58	0,77	0,66
Dia: 11 Hora: 8:00	11	8	0,67	0,69	0,60	0,73	0,65	0,54	0,67	0,72	0,71	0,58	0,81	0,66
Dia: 11 Hora: 9:00	11	9	0,70	0,68	0,59	0,73	0,67	0,49	0,65	0,65	0,83	0,67	0,84	0,75
Dia: 11 Hora: 10:00	11	10	0,64	0,67	0,53	0,76	0,63	0,46	0,66	0,72	0,84	0,69	0,84	0,77
Dia: 11 Hora: 11:00	11	11	0,58	0,66	0,51	0,75	0,61	0,44	0,72	0,76	0,84	0,73	0,85	0,80
Dia: 11 Hora: 12:00	11	12	0,54	0,63	0,47	0,70	0,56	0,41	0,78	0,76	0,88	0,74	0,86	0,79
Dia: 11 Hora: 13:00	11	13	0,60	0,61	0,48	0,67	0,62	0,43	0,77	0,78	0,90	0,73	0,84	0,81
Dia: 11 Hora: 14:00	11	14	0,66	0,60	0,48	0,65	0,67	0,44	0,71	0,84	0,90	0,85	0,81	0,91
Dia: 11 Hora: 15:00	11	15	0,66	0,59	0,48	0,63	0,70	0,45	0,63	0,81	0,84	0,92	0,75	1,00
Dia: 11 Hora: 16:00	11	16	0,66	0,54	0,49	0,62	0,71	0,49	0,61	0,79	0,81	0,89	0,74	0,95
Dia: 11 Hora: 17:00	11	17	0,68	0,50	0,48	0,62	0,73	0,48	0,68	0,77	0,79	0,85	0,70	0,87
Dia: 11 Hora: 18:00	11	18	0,68	0,47	0,52	0,55	0,72	0,48	0,69	0,71	0,76	0,73	0,64	0,76
Dia: 11 Hora: 19:00	11	19	0,64	0,45	0,56	0,53	0,68	0,56	0,72	0,69	0,75	0,73	0,61	0,77
Dia: 11 Hora: 20:00	11	20	0,63	0,47	0,56	0,59	0,67	0,67	0,74	0,67	0,70	0,78	0,58	0,84
Dia: 11 Hora: 21:00	11	21	0,62	0,48	0,54	0,61	0,66	0,68	0,76	0,62	0,60	0,78	0,62	0,87
Dia: 11 Hora: 22:00	11	22	0,59	0,50	0,54	0,61	0,65	0,73	0,74	0,57	0,69	0,80	0,62	0,88
Dia: 11 Hora: 23:00	11	23	0,59	0,55	0,55	0,62	0,62	0,74	0,71	0,59	0,73	0,84	0,64	0,94
Dia: 12 Hora: 0:00	12	0	0,56	0,57	0,64	0,60	0,59	0,75	0,68	0,60	0,76	0,84	0,66	0,96
Dia: 12 Hora: 1:00	12	1	0,51	0,58	0,63	0,67	0,54	0,73	0,66	0,59	0,82	0,84	0,75	0,94
Dia: 12 Hora: 2:00	12	2	0,51	0,55	0,66	0,69	0,58	0,70	0,63	0,62	0,78	0,81	0,77	0,91
Dia: 12 Hora: 3:00	12	3	0,56	0,54	0,69	0,71	0,00	0,69	0,62	0,65	0,85	0,80	0,73	0,87
Dia: 12 Hora: 4:00	12	4	0,57	0,60	0,71	0,68	0,00	0,66	0,55	0,72	0,92	0,77	0,69	0,84
Dia: 12 Hora: 5:00	12	5	0,57	0,60	0,69	0,62	0,00	0,64	0,54	0,76	0,95	0,74	0,71	0,82
Dia: 12 Hora: 6:00	12	6	0,59	0,62	0,67	0,65	0,00	0,61	0,59	0,77	0,88	0,70	0,82	0,79
Dia: 12 Hora: 7:00	12	7	0,60	0,59	0,66	0,70	0,00	0,55	0,61	0,74	0,79	0,62	0,83	0,71
Dia: 12 Hora: 8:00	12	8	0,64	0,71	0,64	0,70	0,00	0,56	0,62	0,68	0,72	0,58	0,83	0,69
Dia: 12 Hora: 9:00	12	9	0,68	0,71	0,62	0,70	0,00	0,63	0,60	0,68	0,79	0,58	0,88	0,72
Dia: 12 Hora: 10:00	12	10	0,66	0,69	0,60	0,71	0,38	0,65	0,60	0,73	0,77	0,58	0,91	0,72
Dia: 12 Hora: 11:00	12	11	0,58	0,66	0,57	0,66	0,63	0,68	0,69	0,75	0,78	0,59	0,91	0,75
Dia: 12 Hora: 12:00	12	12	0,55	0,65	0,52	0,71	0,66	0,66	0,73	0,74	0,83	0,61	0,85	0,78
Dia: 12 Hora: 13:00	12	13	0,60	0,64	0,54	0,68	0,64	0,70	0,73	0,78	0,82	0,66	0,81	0,78
Dia: 12 Hora: 14:00	12	14	0,62	0,62	0,56	0,65	0,73	0,75	0,68	0,81	0,85	0,70	0,80	0,91
Dia: 12 Hora: 15:00	12	15	0,62	0,60	0,61	0,62	0,81	0,78	0,61	0,83	0,81	0,75	0,78	0,98
Dia: 12 Hora: 16:00	12	16	0,62	0,54	0,64	0,61	0,80	0,79	0,60	0,81	0,81	0,74	0,74	0,96
Dia: 12 Hora: 17:00	12	17	0,65	0,55	0,61	0,59	0,77	0,74	0,67	0,74	0,79	0,71	0,66	0,89
Dia: 12 Hora: 18:00	12	18	0,64	0,59	0,66	0,55	0,66	0,67	0,69	0,72	0,73	0,65	0,61	0,77
Dia: 12 Hora: 19:00	12	19	0,63	0,60	0,73	0,53	0,64	0,70	0,70	0,69	0,70	0,67	0,67	0,78
Dia: 12 Hora: 20:00	12	20	0,62	0,62	0,77	0,58	0,68	0,72	0,72	0,68	0,65	0,73	0,71	0,85
Dia: 12 Hora: 21:00	12	21	0,62	0,59	0,77	0,60	0,71	0,71	0,73	0,66	0,60	0,73	0,77	0,84
Dia: 12 Hora: 22:00	12	22	0,60	0,61	0,70	0,61	0,72	0,76	0,72	0,58	0,70	0,76	0,81	0,87
Dia: 12 Hora: 23:00	12	23	0,58	0,69	0,65	0,64	0,73	0,78	0,70	0,55	0,76	0,83	0,77	0,91

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 13 Hora: 0:00	13	0	0,56	0,70	0,70	0,62	0,74	0,77	0,66	0,55	0,81	0,87	0,84	0,93
Dia: 13 Hora: 1:00	13	1	0,50	0,71	0,72	0,70	0,73	0,64	0,64	0,56	0,85	0,87	0,95	0,91
Dia: 13 Hora: 2:00	13	2	0,53	0,59	0,75	0,68	0,71	0,67	0,62	0,57	0,77	0,83	0,95	0,88
Dia: 13 Hora: 3:00	13	3	0,57	0,62	0,78	0,66	0,68	0,65	0,61	0,55	0,85	0,80	0,91	0,86
Dia: 13 Hora: 4:00	13	4	0,58	0,57	0,76	0,61	0,68	0,64	0,59	0,59	0,96	0,79	0,80	0,83
Dia: 13 Hora: 5:00	13	5	0,60	0,70	0,74	0,58	0,68	0,62	0,55	0,65	0,97	0,75	0,75	0,80
Dia: 13 Hora: 6:00	13	6	0,60	0,74	0,71	0,62	0,67	0,62	0,59	0,67	0,90	0,72	0,83	0,80
Dia: 13 Hora: 7:00	13	7	0,61	0,76	0,69	0,66	0,62	0,58	0,58	0,62	0,81	0,63	0,86	0,71
Dia: 13 Hora: 8:00	13	8	0,65	0,77	0,65	0,67	0,57	0,55	0,59	0,61	0,73	0,61	0,88	0,68
Dia: 13 Hora: 9:00	13	9	0,68	0,78	0,63	0,68	0,56	0,60	0,58	0,63	0,81	0,67	0,92	0,72
Dia: 13 Hora: 10:00	13	10	0,68	0,76	0,62	0,72	0,57	0,59	0,59	0,73	0,78	0,71	0,96	0,76
Dia: 13 Hora: 11:00	13	11	0,62	0,72	0,57	0,72	0,59	0,61	0,65	0,74	0,80	0,72	0,95	0,76
Dia: 13 Hora: 12:00	13	12	0,57	0,68	0,54	0,73	0,61	0,62	0,71	0,76	0,86	0,74	0,88	0,76
Dia: 13 Hora: 13:00	13	13	0,55	0,66	0,57	0,70	0,62	0,64	0,71	0,81	0,92	0,75	0,87	0,75
Dia: 13 Hora: 14:00	13	14	0,53	0,64	0,61	0,67	0,66	0,74	0,67	0,83	0,91	0,84	0,84	0,85
Dia: 13 Hora: 15:00	13	15	0,55	0,63	0,65	0,66	0,71	0,78	0,59	0,83	0,85	0,91	0,82	0,95
Dia: 13 Hora: 16:00	13	16	0,56	0,54	0,67	0,63	0,71	0,80	0,60	0,78	0,82	0,91	0,79	0,92
Dia: 13 Hora: 17:00	13	17	0,57	0,56	0,60	0,62	0,69	0,73	0,65	0,76	0,79	0,83	0,71	0,83
Dia: 13 Hora: 18:00	13	18	0,60	0,60	0,70	0,56	0,67	0,65	0,64	0,72	0,75	0,75	0,62	0,77
Dia: 13 Hora: 19:00	13	19	0,58	0,64	0,76	0,52	0,71	0,65	0,66	0,70	0,71	0,76	0,71	0,78
Dia: 13 Hora: 20:00	13	20	0,59	0,67	0,78	0,50	0,74	0,71	0,67	0,66	0,64	0,78	0,74	0,88
Dia: 13 Hora: 21:00	13	21	0,55	0,64	0,77	0,49	0,72	0,71	0,70	0,63	0,60	0,77	0,79	0,85
Dia: 13 Hora: 22:00	13	22	0,56	0,68	0,72	0,47	0,73	0,74	0,68	0,57	0,72	0,78	0,82	0,81
Dia: 13 Hora: 23:00	13	23	0,54	0,73	0,66	0,45	0,76	0,76	0,67	0,62	0,73	0,83	0,77	0,88
Dia: 14 Hora: 0:00	14	0	0,52	0,76	0,74	0,45	0,78	0,77	0,63	0,67	0,79	0,86	0,85	0,90
Dia: 14 Hora: 1:00	14	1	0,49	0,75	0,74	0,42	0,78	0,74	0,60	0,70	0,82	0,86	0,93	0,88
Dia: 14 Hora: 2:00	14	2	0,48	0,70	0,72	0,45	0,74	0,70	0,58	0,70	0,77	0,84	0,94	0,84
Dia: 14 Hora: 3:00	14	3	0,47	0,63	0,70	0,46	0,73	0,69	0,58	0,73	0,86	0,81	0,91	0,82
Dia: 14 Hora: 4:00	14	4	0,47	0,65	0,72	0,46	0,70	0,66	0,55	0,82	0,97	0,78	0,85	0,79
Dia: 14 Hora: 5:00	14	5	0,48	0,66	0,71	0,47	0,69	0,63	0,51	0,88	0,97	0,74	0,76	0,78
Dia: 14 Hora: 6:00	14	6	0,48	0,68	0,70	0,55	0,66	0,62	0,58	0,88	0,92	0,72	0,80	0,76
Dia: 14 Hora: 7:00	14	7	0,49	0,66	0,68	0,59	0,62	0,54	0,61	0,86	0,81	0,63	0,81	0,68
Dia: 14 Hora: 8:00	14	8	0,52	0,72	0,64	0,58	0,55	0,55	0,63	0,77	0,72	0,60	0,82	0,67
Dia: 14 Hora: 9:00	14	9	0,53	0,71	0,63	0,60	0,55	0,62	0,67	0,69	0,83	0,63	0,82	0,69
Dia: 14 Hora: 10:00	14	10	0,53	0,70	0,61	0,62	0,54	0,66	0,64	0,76	0,83	0,63	0,89	0,72
Dia: 14 Hora: 11:00	14	11	0,51	0,67	0,58	0,64	0,54	0,68	0,72	0,81	0,85	0,64	0,93	0,69
Dia: 14 Hora: 12:00	14	12	0,51	0,65	0,53	0,62	0,55	0,66	0,75	0,82	0,89	0,63	0,89	0,70
Dia: 14 Hora: 13:00	14	13	0,59	0,64	0,57	0,62	0,55	0,65	0,75	0,86	0,93	0,69	0,86	0,66
Dia: 14 Hora: 14:00	14	14	0,64	0,63	0,59	0,61	0,58	0,67	0,68	0,89	0,92	0,75	0,86	0,77
Dia: 14 Hora: 15:00	14	15	0,62	0,61	0,59	0,59	0,61	0,71	0,64	0,86	0,89	0,79	0,82	0,80
Dia: 14 Hora: 16:00	14	16	0,63	0,55	0,60	0,57	0,64	0,71	0,63	0,82	0,86	0,76	0,77	0,78
Dia: 14 Hora: 17:00	14	17	0,64	0,56	0,56	0,57	0,66	0,66	0,68	0,80	0,80	0,40	0,72	0,72
Dia: 14 Hora: 18:00	14	18	0,65	0,59	0,55	0,50	0,63	0,60	0,66	0,79	0,77	0,69	0,66	0,67
Dia: 14 Hora: 19:00	14	19	0,63	0,58	0,59	0,50	0,68	0,61	0,68	0,75	0,75	0,73	0,66	0,67
Dia: 14 Hora: 20:00	14	20	0,62	0,59	0,58	0,52	0,71	0,68	0,68	0,74	0,68	0,79	0,64	0,74
Dia: 14 Hora: 21:00	14	21	0,60	0,60	0,58	0,54	0,73	0,69	0,72	0,65	0,60	0,80	0,64	0,74
Dia: 14 Hora: 22:00	14	22	0,60	0,64	0,54	0,55	0,72	0,68	0,70	0,56	0,70	0,79	0,66	0,75
Dia: 14 Hora: 23:00	14	23	0,58	0,65	0,51	0,55	0,78	0,72	0,68	0,58	0,72	0,81	0,67	0,81

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 15 Hora: 0:00	15	0	0,58	0,72	0,61	0,49	0,78	0,76	0,65	0,60	0,80	0,83	0,74	0,83
Dia: 15 Hora: 1:00	15	1	0,53	0,73	0,67	0,48	0,78	0,74	0,62	0,61	0,83	0,84	0,79	0,81
Dia: 15 Hora: 2:00	15	2	0,50	0,69	0,66	0,50	0,73	0,70	0,63	0,62	0,76	0,83	0,72	0,79
Dia: 15 Hora: 3:00	15	3	0,50	0,62	0,70	0,49	0,72	0,66	0,60	0,63	0,86	0,79	0,77	0,77
Dia: 15 Hora: 4:00	15	4	0,51	0,67	0,69	0,46	0,69	0,64	0,54	0,70	0,98	0,77	0,70	0,74
Dia: 15 Hora: 5:00	15	5	0,49	0,70	0,68	0,50	0,67	0,62	0,50	0,79	0,97	0,76	0,69	0,72
Dia: 15 Hora: 6:00	15	6	0,48	0,72	0,67	0,56	0,65	0,61	0,53	0,79	0,91	0,72	0,81	0,73
Dia: 15 Hora: 7:00	15	7	0,48	0,74	0,65	0,56	0,59	0,54	0,56	0,74	0,78	0,64	0,85	0,67
Dia: 15 Hora: 8:00	15	8	0,48	0,75	0,63	0,56	0,56	0,52	0,55	0,66	0,73	0,61	0,87	0,62
Dia: 15 Hora: 9:00	15	9	0,52	0,64	0,61	0,59	0,64	0,53	0,59	0,66	0,83	0,61	0,90	0,64
Dia: 15 Hora: 10:00	15	10	0,53	0,69	0,60	0,59	0,67	0,54	0,58	0,73	0,82	0,61	0,93	0,65
Dia: 15 Hora: 11:00	15	11	0,53	0,68	0,59	0,61	0,63	0,56	0,64	0,75	0,84	0,59	0,93	0,64
Dia: 15 Hora: 12:00	15	12	0,54	0,66	0,53	0,60	0,70	0,58	0,66	0,78	0,91	0,61	0,89	0,65
Dia: 15 Hora: 13:00	15	13	0,62	0,62	0,55	0,59	0,73	0,60	0,67	0,85	0,93	0,63	0,86	0,62
Dia: 15 Hora: 14:00	15	14	0,64	0,60	0,56	0,58	0,79	0,63	0,61	0,89	0,91	0,69	0,84	0,70
Dia: 15 Hora: 15:00	15	15	0,63	0,57	0,55	0,57	0,84	0,65	0,57	0,89	0,91	0,72	0,80	0,77
Dia: 15 Hora: 16:00	15	16	0,67	0,51	0,53	0,56	0,79	0,59	0,64	0,83	0,86	0,73	0,76	0,79
Dia: 15 Hora: 17:00	15	17	0,70	0,55	0,51	0,54	0,73	0,56	0,68	0,80	0,81	0,70	0,69	0,71
Dia: 15 Hora: 18:00	15	18	0,69	0,56	0,50	0,51	0,66	0,54	0,68	0,76	0,78	0,68	0,63	0,67
Dia: 15 Hora: 19:00	15	19	0,68	0,58	0,54	0,47	0,67	0,57	0,72	0,73	0,78	0,76	0,69	0,69
Dia: 15 Hora: 20:00	15	20	0,66	0,59	0,57	0,47	0,72	0,59	0,72	0,71	0,73	0,75	0,73	0,75
Dia: 15 Hora: 21:00	15	21	0,63	0,58	0,57	0,47	0,75	0,61	0,73	0,66	0,63	0,75	0,77	0,75
Dia: 15 Hora: 22:00	15	22	0,61	0,60	0,53	0,47	0,76	0,64	0,71	0,57	0,62	0,79	0,80	0,73
Dia: 15 Hora: 23:00	15	23	0,59	0,67	0,50	0,49	0,79	0,67	0,69	0,66	0,64	0,84	0,75	0,75
Dia: 16 Hora: 0:00	16	0	0,58	0,70	0,60	0,50	0,79	0,69	0,65	0,72	0,66	0,89	0,82	0,77
Dia: 16 Hora: 1:00	16	1	0,52	0,65	0,64	0,55	0,75	0,68	0,65	0,75	0,68	0,90	0,91	0,78
Dia: 16 Hora: 2:00	16	2	0,55	0,61	0,63	0,58	0,72	0,67	0,63	0,77	0,70	0,86	0,92	0,76
Dia: 16 Hora: 3:00	16	3	0,58	0,55	0,65	0,57	0,69	0,63	0,61	0,67	0,75	0,84	0,77	0,74
Dia: 16 Hora: 4:00	16	4	0,58	0,60	0,64	0,58	0,68	0,61	0,56	0,85	0,78	0,80	0,90	0,72
Dia: 16 Hora: 5:00	16	5	0,57	0,61	0,65	0,58	0,65	0,56	0,52	0,91	0,80	0,79	0,91	0,71
Dia: 16 Hora: 6:00	16	6	0,55	0,62	0,64	0,67	0,62	0,56	0,55	0,91	0,74	0,75	0,94	0,69
Dia: 16 Hora: 7:00	16	7	0,56	0,62	0,60	0,65	0,58	0,55	0,54	0,82	0,67	0,63	0,95	0,65
Dia: 16 Hora: 8:00	16	8	0,61	0,62	0,58	0,66	0,54	0,53	0,54	0,69	0,66	0,64	0,93	0,60
Dia: 16 Hora: 9:00	16	9	0,64	0,62	0,58	0,67	0,63	0,56	0,55	0,75	0,73	0,74	0,89	0,60
Dia: 16 Hora: 10:00	16	10	0,64	0,59	0,56	0,70	0,67	0,60	0,55	0,80	0,75	0,79	0,85	0,61
Dia: 16 Hora: 11:00	16	11	0,60	0,57	0,54	0,69	0,71	0,61	0,59	0,80	0,75	0,82	0,81	0,64
Dia: 16 Hora: 12:00	16	12	0,55	0,55	0,48	0,66	0,72	0,62	0,62	0,85	0,77	0,81	0,80	0,61
Dia: 16 Hora: 13:00	16	13	0,59	0,54	0,53	0,66	0,72	0,63	0,62	0,91	0,83	0,81	0,78	0,59
Dia: 16 Hora: 14:00	16	14	0,66	0,54	0,58	0,65	0,83	0,69	0,62	0,91	0,81	0,91	0,66	0,64
Dia: 16 Hora: 15:00	16	15	0,66	0,53	0,59	0,64	0,88	0,75	0,60	0,86	0,83	0,96	0,62	0,73
Dia: 16 Hora: 16:00	16	16	0,69	0,51	0,60	0,61	0,87	0,72	0,63	0,81	0,80	0,96	0,69	0,73
Dia: 16 Hora: 17:00	16	17	0,70	0,52	0,58	0,60	0,80	0,66	0,69	0,79	0,75	0,89	0,73	0,70
Dia: 16 Hora: 18:00	16	18	0,69	0,51	0,64	0,54	0,74	0,62	0,70	0,76	0,72	0,79	0,77	0,63
Dia: 16 Hora: 19:00	16	19	0,69	0,52	0,73	0,54	0,70	0,66	0,71	0,77	0,72	0,79	0,80	0,70
Dia: 16 Hora: 20:00	16	20	0,67	0,53	0,74	0,61	0,80	0,71	0,73	0,69	0,69	0,87	0,73	0,75
Dia: 16 Hora: 21:00	16	21	0,62	0,51	0,74	0,63	0,79	0,71	0,75	0,57	0,61	0,88	0,86	0,71
Dia: 16 Hora: 22:00	16	22	0,59	0,52	0,68	0,64	0,80	0,70	0,72	0,62	0,58	0,91	0,95	0,71
Dia: 16 Hora: 23:00	16	23	0,58	0,55	0,60	0,62	0,82	0,72	0,69	0,73	0,56	0,95	0,91	0,73

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 17 Hora: 0:00	17	0	0,57	0,60	0,69	0,64	0,81	0,71	0,66	0,74	0,61	0,97	0,85	0,76
Dia: 17 Hora: 1:00	17	1	0,50	0,59	0,71	0,72	0,78	0,70	0,64	0,75	0,61	0,92	0,75	0,77
Dia: 17 Hora: 2:00	17	2	0,54	0,57	0,70	0,67	0,75	0,68	0,61	0,72	0,63	0,87	0,74	0,74
Dia: 17 Hora: 3:00	17	3	0,59	0,49	0,71	0,61	0,73	0,65	0,62	0,81	0,65	0,85	0,82	0,72
Dia: 17 Hora: 4:00	17	4	0,60	0,59	0,72	0,56	0,71	0,63	0,55	0,91	0,73	0,81	0,76	0,72
Dia: 17 Hora: 5:00	17	5	0,62	0,63	0,72	0,52	0,66	0,61	0,54	0,93	0,67	0,78	0,82	0,70
Dia: 17 Hora: 6:00	17	6	0,60	0,62	0,70	0,56	0,65	0,62	0,62	0,87	0,68	0,75	0,86	0,61
Dia: 17 Hora: 7:00	17	7	0,66	0,62	0,69	0,58	0,58	0,56	0,66	0,79	0,65	0,62	0,89	0,62
Dia: 17 Hora: 8:00	17	8	0,69	0,62	0,65	0,59	0,55	0,52	0,69	0,70	0,65	0,64	0,86	0,57
Dia: 17 Hora: 9:00	17	9	0,71	0,64	0,65	0,65	0,62	0,51	0,68	0,70	0,75	0,71	0,83	0,56
Dia: 17 Hora: 10:00	17	10	0,71	0,62	0,62	0,66	0,65	0,53	0,68	0,75	0,75	0,75	0,80	0,55
Dia: 17 Hora: 11:00	17	11	0,64	0,61	0,59	0,65	0,69	0,53	0,76	0,78	0,77	0,78	0,77	0,54
Dia: 17 Hora: 12:00	17	12	0,57	0,59	0,53	0,62	0,71	0,56	0,78	0,81	0,85	0,79	0,75	0,56
Dia: 17 Hora: 13:00	17	13	0,61	0,58	0,49	0,61	0,69	0,57	0,81	0,89	0,88	0,79	0,73	0,54
Dia: 17 Hora: 14:00	17	14	0,64	0,57	0,46	0,59	0,76	0,62	0,73	0,85	0,85	0,91	0,62	0,61
Dia: 17 Hora: 15:00	17	15	0,67	0,54	0,48	0,57	0,85	0,63	0,65	0,84	0,83	0,97	0,60	0,65
Dia: 17 Hora: 16:00	17	16	0,68	0,50	0,48	0,54	0,84	0,60	0,66	0,80	0,79	0,96	0,57	0,66
Dia: 17 Hora: 17:00	17	17	0,72	0,51	0,48	0,55	0,78	0,58	0,73	0,77	0,74	0,89	0,61	0,64
Dia: 17 Hora: 18:00	17	18	0,69	0,52	0,50	0,53	0,67	0,58	0,76	0,74	0,72	0,80	0,64	0,61
Dia: 17 Hora: 19:00	17	19	0,70	0,51	0,52	0,52	0,71	0,64	0,77	0,71	0,72	0,78	0,63	0,67
Dia: 17 Hora: 20:00	17	20	0,68	0,54	0,53	0,58	0,77	0,66	0,78	0,69	0,68	0,75	0,65	0,74
Dia: 17 Hora: 21:00	17	21	0,64	0,55	0,53	0,60	0,78	0,64	0,79	0,57	0,59	0,33	0,75	0,74
Dia: 17 Hora: 22:00	17	22	0,61	0,57	0,50	0,59	0,81	0,64	0,75	0,62	0,73	0,44	0,82	0,75
Dia: 17 Hora: 23:00	17	23	0,61	0,59	0,54	0,58	0,82	0,65	0,73	0,72	0,75	0,44	0,79	0,80
Dia: 18 Hora: 0:00	18	0	0,60	0,61	0,62	0,58	0,82	0,68	0,71	0,73	0,78	0,63	0,72	0,83
Dia: 18 Hora: 1:00	18	1	0,54	0,58	0,65	0,66	0,78	0,69	0,68	0,74	0,81	0,92	0,68	0,80
Dia: 18 Hora: 2:00	18	2	0,54	0,52	0,63	0,69	0,75	0,66	0,65	0,71	0,74	0,89	0,75	0,80
Dia: 18 Hora: 3:00	18	3	0,56	0,52	0,65	0,69	0,74	0,63	0,64	0,81	0,85	0,87	0,81	0,76
Dia: 18 Hora: 4:00	18	4	0,55	0,59	0,66	0,67	0,71	0,63	0,58	0,90	0,95	0,83	0,80	0,75
Dia: 18 Hora: 5:00	18	5	0,54	0,60	0,67	0,60	0,69	0,61	0,56	0,92	0,96	0,80	0,78	0,71
Dia: 18 Hora: 6:00	18	6	0,51	0,59	0,65	0,63	0,62	0,61	0,62	0,87	0,91	0,75	0,81	0,70
Dia: 18 Hora: 7:00	18	7	0,51	0,60	0,64	0,70	0,55	0,56	0,65	0,83	0,79	0,63	0,83	0,64
Dia: 18 Hora: 8:00	18	8	0,53	0,63	0,64	0,72	0,53	0,51	0,69	0,69	0,70	0,61	0,84	0,61
Dia: 18 Hora: 9:00	18	9	0,55	0,62	0,63	0,73	0,61	0,50	0,68	0,73	0,80	0,71	0,82	0,66
Dia: 18 Hora: 10:00	18	10	0,56	0,60	0,60	0,72	0,68	0,52	0,69	0,75	0,82	0,79	0,78	0,71
Dia: 18 Hora: 11:00	18	11	0,52	0,60	0,58	0,72	0,71	0,53	0,74	0,75	0,85	0,82	0,75	0,72
Dia: 18 Hora: 12:00	18	12	0,49	0,59	0,51	0,70	0,71	0,54	0,76	0,78	0,89	0,80	0,73	0,66
Dia: 18 Hora: 13:00	18	13	0,56	0,57	0,52	0,67	0,69	0,55	0,72	0,84	0,95	0,80	0,73	0,60
Dia: 18 Hora: 14:00	18	14	0,59	0,56	0,50	0,66	0,81	0,55	0,60	0,84	0,91	0,90	0,65	0,62
Dia: 18 Hora: 15:00	18	15	0,60	0,55	0,52	0,66	0,83	0,60	0,58	0,83	0,88	0,94	0,61	0,68
Dia: 18 Hora: 16:00	18	16	0,60	0,50	0,54	0,64	0,76	0,62	0,61	0,79	0,85	0,88	0,58	0,73
Dia: 18 Hora: 17:00	18	17	0,63	0,47	0,58	0,61	0,70	0,62	0,64	0,75	0,81	0,82	0,57	0,69
Dia: 18 Hora: 18:00	18	18	0,61	0,46	0,59	0,56	0,66	0,60	0,65	0,73	0,77	0,75	0,59	0,64
Dia: 18 Hora: 19:00	18	19	0,60	0,45	0,61	0,56	0,71	0,66	0,68	0,71	0,74	0,75	0,55	0,64
Dia: 18 Hora: 20:00	18	20	0,59	0,45	0,63	0,61	0,76	0,68	0,70	0,68	0,68	0,85	0,55	0,72
Dia: 18 Hora: 21:00	18	21	0,56	0,50	0,52	0,63	0,76	0,71	0,73	0,58	0,61	0,85	0,65	0,68
Dia: 18 Hora: 22:00	18	22	0,54	0,51	0,45	0,64	0,81	0,73	0,70	0,59	0,68	0,87	0,69	0,71
Dia: 18 Hora: 23:00	18	23	0,54	0,56	0,50	0,63	0,81	0,76	0,67	0,61	0,72	0,87	0,74	0,77

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 19 Hora: 0:00	19	0	0,54	0,56	0,55	0,66	0,80	0,76	0,65	0,63	0,78	0,88	0,69	0,76
Dia: 19 Hora: 1:00	19	1	0,50	0,54	0,63	0,74	0,76	0,75	0,64	0,64	0,80	0,86	0,68	0,76
Dia: 19 Hora: 2:00	19	2	0,51	0,52	0,64	0,78	0,73	0,72	0,61	0,65	0,79	0,83	0,77	0,72
Dia: 19 Hora: 3:00	19	3	0,53	0,54	0,65	0,75	0,73	0,68	0,60	0,70	0,90	0,80	0,80	0,70
Dia: 19 Hora: 4:00	19	4	0,56	0,60	0,67	0,73	0,70	0,66	0,54	0,79	0,99	0,76	0,81	0,69
Dia: 19 Hora: 5:00	19	5	0,55	0,61	0,69	0,64	0,66	0,64	0,53	0,80	0,97	0,75	0,86	0,66
Dia: 19 Hora: 6:00	19	6	0,57	0,62	0,67	0,69	0,63	0,63	0,59	0,80	0,94	0,74	0,90	0,64
Dia: 19 Hora: 7:00	19	7	0,58	0,65	0,64	0,74	0,55	0,58	0,64	0,73	0,81	0,61	0,90	0,55
Dia: 19 Hora: 8:00	19	8	0,67	0,68	0,64	0,73	0,58	0,58	0,66	0,67	0,73	0,60	0,88	0,56
Dia: 19 Hora: 9:00	19	9	0,68	0,69	0,62	0,76	0,64	0,66	0,67	0,73	0,82	0,68	0,83	0,57
Dia: 19 Hora: 10:00	19	10	0,67	0,64	0,59	0,78	0,68	0,67	0,68	0,77	0,82	0,72	0,80	0,59
Dia: 19 Hora: 11:00	19	11	0,62	0,63	0,57	0,76	0,69	0,71	0,76	0,77	0,86	0,79	0,79	0,63
Dia: 19 Hora: 12:00	19	12	0,57	0,62	0,51	0,75	0,68	0,68	0,76	0,80	0,89	0,78	0,77	0,67
Dia: 19 Hora: 13:00	19	13	0,61	0,60	0,58	0,73	0,73	0,70	0,76	0,84	0,96	0,76	0,74	0,60
Dia: 19 Hora: 14:00	19	14	0,68	0,57	0,62	0,69	0,71	0,75	0,70	0,82	0,94	0,87	0,64	0,66
Dia: 19 Hora: 15:00	19	15	0,67	0,57	0,65	0,66	0,72	0,78	0,63	0,84	0,92	0,94	0,65	0,66
Dia: 19 Hora: 16:00	19	16	0,70	0,51	0,67	0,64	0,72	0,79	0,65	0,82	0,88	0,94	0,71	0,62
Dia: 19 Hora: 17:00	19	17	0,73	0,55	0,65	0,63	0,67	0,75	0,68	0,78	0,82	0,84	0,74	0,58
Dia: 19 Hora: 18:00	19	18	0,74	0,58	0,70	0,54	0,61	0,60	0,69	0,74	0,78	0,73	0,80	0,52
Dia: 19 Hora: 19:00	19	19	0,71	0,62	0,77	0,55	0,70	0,65	0,72	0,72	0,75	0,75	0,77	0,53
Dia: 19 Hora: 20:00	19	20	0,70	0,63	0,76	0,63	0,72	0,74	0,74	0,70	0,70	0,78	0,81	0,60
Dia: 19 Hora: 21:00	19	21	0,66	0,61	0,64	0,63	0,72	0,76	0,77	0,61	0,62	0,78	0,93	0,59
Dia: 19 Hora: 22:00	19	22	0,64	0,64	0,58	0,66	0,73	0,79	0,76	0,59	0,70	0,80	0,94	0,57
Dia: 19 Hora: 23:00	19	23	0,63	0,68	0,61	0,64	0,75	0,81	0,74	0,60	0,72	0,86	0,91	0,60
Dia: 20 Hora: 0:00	20	0	0,61	0,69	0,64	0,68	0,75	0,68	0,73	0,61	0,80	0,89	0,85	0,62
Dia: 20 Hora: 1:00	20	1	0,53	0,67	0,48	0,74	0,71	0,74	0,69	0,59	0,83	0,85	0,76	0,62
Dia: 20 Hora: 2:00	20	2	0,56	0,60	0,60	0,77	0,71	0,70	0,67	0,52	0,78	0,81	0,76	0,62
Dia: 20 Hora: 3:00	20	3	0,58	0,55	0,63	0,76	0,69	0,69	0,66	0,62	0,90	0,81	0,80	0,60
Dia: 20 Hora: 4:00	20	4	0,60	0,57	0,61	0,72	0,67	0,65	0,59	0,67	0,97	0,78	0,81	0,58
Dia: 20 Hora: 5:00	20	5	0,64	0,59	0,58	0,65	0,65	0,64	0,58	0,68	0,95	0,77	0,85	0,57
Dia: 20 Hora: 6:00	20	6	0,65	0,60	0,55	0,69	0,62	0,54	0,80	0,69	0,91	0,73	0,86	0,57
Dia: 20 Hora: 7:00	20	7	0,67	0,62	0,55	0,73	0,55	0,51	0,83	0,66	0,77	0,61	0,89	0,53
Dia: 20 Hora: 8:00	20	8	0,73	0,61	0,53	0,72	0,53	0,53	0,84	0,65	0,68	0,61	0,88	0,51
Dia: 20 Hora: 9:00	20	9	0,77	0,61	0,50	0,73	0,55	0,57	0,77	0,71	0,77	0,69	0,84	0,53
Dia: 20 Hora: 10:00	20	10	0,75	0,60	0,51	0,77	0,58	0,65	0,73	0,75	0,78	0,73	0,81	0,58
Dia: 20 Hora: 11:00	20	11	0,68	0,59	0,57	0,76	0,60	0,67	0,64	0,78	0,82	0,79	0,77	0,61
Dia: 20 Hora: 12:00	20	12	0,60	0,57	0,74	0,76	0,55	0,68	0,70	0,84	0,84	0,78	0,73	0,63
Dia: 20 Hora: 13:00	20	13	0,68	0,56	0,72	0,74	0,62	0,78	0,72	0,88	0,86	0,75	0,69	0,60
Dia: 20 Hora: 14:00	20	14	0,72	0,55	0,64	0,69	0,69	0,81	0,75	0,88	0,81	0,86	0,63	0,66
Dia: 20 Hora: 15:00	20	15	0,70	0,53	0,62	0,67	0,71	0,81	0,76	0,86	0,80	0,82	0,62	0,76
Dia: 20 Hora: 16:00	20	16	0,72	0,50	0,71	0,65	0,66	0,75	0,77	0,84	0,75	0,88	0,70	0,74
Dia: 20 Hora: 17:00	20	17	0,75	0,52	0,68	0,65	0,66	0,68	0,80	0,79	0,75	0,78	0,73	0,73
Dia: 20 Hora: 18:00	20	18	0,76	0,55	0,67	0,56	0,64	0,64	0,75	0,75	0,73	0,69	0,73	0,65
Dia: 20 Hora: 19:00	20	19	0,74	0,57	0,67	0,56	0,73	0,71	0,74	0,74	0,71	0,73	0,77	0,64
Dia: 20 Hora: 20:00	20	20	0,72	0,60	0,68	0,56	0,73	0,71	0,71	0,71	0,61	0,79	0,85	0,72
Dia: 20 Hora: 21:00	20	21	0,70	0,58	0,65	0,56	0,71	0,74	0,69	0,61	0,59	0,78	0,95	0,71
Dia: 20 Hora: 22:00	20	22	0,69	0,61	0,63	0,57	0,75	0,78	0,68	0,68	0,67	0,78	0,95	0,73
Dia: 20 Hora: 23:00	20	23	0,66	0,63	0,61	0,59	0,75	0,79	0,64	0,76	0,71	0,81	0,92	0,78

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 21 Hora: 0:00	21	0	0,64	0,62	0,60	0,61	0,76	0,77	0,56	0,77	0,75	0,83	0,71	0,79
Dia: 21 Hora: 1:00	21	1	0,56	0,59	0,59	0,64	0,74	0,74	0,59	0,80	0,74	0,84	0,88	0,78
Dia: 21 Hora: 2:00	21	2	0,54	0,56	0,56	0,61	0,73	0,71	0,67	0,76	0,74	0,79	0,89	0,75
Dia: 21 Hora: 3:00	21	3	0,55	0,47	0,57	0,63	0,72	0,70	0,68	0,82	0,86	0,79	0,88	0,73
Dia: 21 Hora: 4:00	21	4	0,53	0,55	0,52	0,62	0,69	0,67	0,71	0,92	0,92	0,76	0,90	0,70
Dia: 21 Hora: 5:00	21	5	0,55	0,58	0,55	0,53	0,68	0,65	0,70	0,94	0,90	0,75	0,94	0,69
Dia: 21 Hora: 6:00	21	6	0,54	0,59	0,54	0,64	0,66	0,60	0,74	0,91	0,83	0,72	0,94	0,67
Dia: 21 Hora: 7:00	21	7	0,56	0,62	0,57	0,69	0,57	0,56	0,82	0,80	0,69	0,64	0,89	0,62
Dia: 21 Hora: 8:00	21	8	0,63	0,61	0,55	0,69	0,56	0,57	0,81	0,69	0,68	0,61	0,85	0,58
Dia: 21 Hora: 9:00	21	9	0,65	0,59	0,51	0,70	0,55	0,65	0,71	0,72	0,75	0,63	0,84	0,64
Dia: 21 Hora: 10:00	21	10	0,65	0,58	0,54	0,74	0,55	0,65	0,66	0,78	0,77	0,62	0,81	0,67
Dia: 21 Hora: 11:00	21	11	0,60	0,57	0,57	0,73	0,55	0,65	0,62	0,81	0,78	0,65	0,74	0,64
Dia: 21 Hora: 12:00	21	12	0,59	0,55	0,60	0,72	0,57	0,67	0,70	0,85	0,82	0,66	0,68	0,65
Dia: 21 Hora: 13:00	21	13	0,64	0,54	0,59	0,70	0,62	0,74	0,73	0,90	0,88	0,66	0,60	0,64
Dia: 21 Hora: 14:00	21	14	0,65	0,53	0,58	0,68	0,65	0,78	0,72	0,90	0,86	0,76	0,68	0,74
Dia: 21 Hora: 15:00	21	15	0,66	0,52	0,53	0,65	0,61	0,71	0,72	0,86	0,82	0,80	0,70	0,78
Dia: 21 Hora: 16:00	21	16	0,71	0,48	0,64	0,65	0,70	0,68	0,76	0,82	0,78	0,82	0,76	0,70
Dia: 21 Hora: 17:00	21	17	0,75	0,53	0,66	0,61	0,80	0,62	0,74	0,78	0,74	0,74	0,79	0,62
Dia: 21 Hora: 18:00	21	18	0,77	0,56	0,67	0,57	0,78	0,64	0,74	0,75	0,70	0,68	0,78	0,60
Dia: 21 Hora: 19:00	21	19	0,74	0,56	0,68	0,52	0,78	0,67	0,72	0,73	0,69	0,69	0,84	0,59
Dia: 21 Hora: 20:00	21	20	0,72	0,54	0,68	0,51	0,82	0,67	0,68	0,69	0,62	0,72	0,94	0,65
Dia: 21 Hora: 21:00	21	21	0,71	0,47	0,67	0,52	0,84	0,70	0,66	0,59	0,62	0,70	0,95	0,66
Dia: 21 Hora: 22:00	21	22	0,68	0,47	0,66	0,51	0,81	0,70	0,65	0,64	0,71	0,71	0,82	0,65
Dia: 21 Hora: 23:00	21	23	0,67	0,49	0,62	0,51	0,77	0,73	0,64	0,71	0,72	0,78	0,81	0,68
Dia: 22 Hora: 0:00	22	0	0,63	0,48	0,59	0,50	0,73	0,70	0,57	0,72	0,78	0,81	0,76	0,71
Dia: 22 Hora: 1:00	22	1	0,59	0,50	0,57	0,54	0,71	0,68	0,54	0,76	0,79	0,82	0,83	0,69
Dia: 22 Hora: 2:00	22	2	0,54	0,46	0,57	0,56	0,71	0,67	0,55	0,75	0,74	0,80	0,88	0,67
Dia: 22 Hora: 3:00	22	3	0,54	0,46	0,54	0,57	0,71	0,64	0,56	0,81	0,89	0,77	0,87	0,65
Dia: 22 Hora: 4:00	22	4	0,53	0,55	0,49	0,54	0,67	0,63	0,58	0,93	0,93	0,73	0,91	0,63
Dia: 22 Hora: 5:00	22	5	0,51	0,57	0,50	0,54	0,58	0,60	0,58	0,95	0,90	0,72	0,97	0,61
Dia: 22 Hora: 6:00	22	6	0,52	0,55	0,61	0,63	0,61	0,56	0,59	0,92	0,81	0,71	0,95	0,61
Dia: 22 Hora: 7:00	22	7	0,54	0,56	0,61	0,63	0,68	0,53	0,63	0,83	0,69	0,63	0,93	0,56
Dia: 22 Hora: 8:00	22	8	0,57	0,55	0,63	0,62	0,70	0,59	0,64	0,71	0,73	0,58	0,88	0,53
Dia: 22 Hora: 9:00	22	9	0,60	0,54	0,65	0,63	0,73	0,63	0,60	0,78	0,80	0,59	0,85	0,56
Dia: 22 Hora: 10:00	22	10	0,59	0,54	0,75	0,65	0,71	0,62	0,60	0,81	0,79	0,54	0,81	0,58
Dia: 22 Hora: 11:00	22	11	0,55	0,54	0,79	0,66	0,78	0,66	0,59	0,83	0,79	0,59	0,78	0,62
Dia: 22 Hora: 12:00	22	12	0,58	0,51	0,79	0,66	0,84	0,67	0,64	0,87	0,82	0,59	0,72	0,63
Dia: 22 Hora: 13:00	22	13	0,65	0,50	0,75	0,65	0,88	0,77	0,66	0,89	0,87	0,60	0,62	0,60
Dia: 22 Hora: 14:00	22	14	0,64	0,50	0,64	0,62	0,85	0,79	0,67	0,90	0,85	0,68	0,68	0,62
Dia: 22 Hora: 15:00	22	15	0,66	0,50	0,65	0,60	0,79	0,78	0,67	0,88	0,82	0,76	0,70	0,67
Dia: 22 Hora: 16:00	22	16	0,72	0,45	0,73	0,58	0,69	0,73	0,70	0,83	0,80	0,75	0,78	0,68
Dia: 22 Hora: 17:00	22	17	0,77	0,48	0,73	0,58	0,76	0,67	0,69	0,80	0,76	0,69	0,81	0,67
Dia: 22 Hora: 18:00	22	18	0,76	0,51	0,73	0,51	0,79	0,65	0,69	0,74	0,71	0,68	0,76	0,60
Dia: 22 Hora: 19:00	22	19	0,73	0,54	0,78	0,52	0,81	0,69	0,67	0,73	0,71	0,71	0,82	0,60
Dia: 22 Hora: 20:00	22	20	0,71	0,54	0,76	0,52	0,86	0,70	0,64	0,70	0,64	0,75	0,90	0,67
Dia: 22 Hora: 21:00	22	21	0,70	0,53	0,75	0,51	0,86	0,71	0,62	0,61	0,61	0,78	0,95	0,68
Dia: 22 Hora: 22:00	22	22	0,68	0,55	0,72	0,53	0,86	0,73	0,61	0,59	0,62	0,81	0,90	0,68
Dia: 22 Hora: 23:00	22	23	0,66	0,61	0,69	0,53	0,81	0,75	0,60	0,60	0,62	0,90	0,82	0,71

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 23 Hora: 0:00	23	0	0,62	0,65	0,65	0,58	0,79	0,72	0,54	0,61	0,63	0,90	0,76	0,71
Dia: 23 Hora: 1:00	23	1	0,56	0,64	0,62	0,61	0,77	0,70	0,54	0,64	0,66	0,88	0,74	0,70
Dia: 23 Hora: 2:00	23	2	0,59	0,58	0,62	0,63	0,75	0,68	0,53	0,66	0,65	0,84	0,76	0,68
Dia: 23 Hora: 3:00	23	3	0,63	0,55	0,54	0,63	0,71	0,66	0,53	0,67	0,73	0,82	0,81	0,67
Dia: 23 Hora: 4:00	23	4	0,65	0,59	0,54	0,63	0,67	0,63	0,56	0,75	0,78	0,76	0,88	0,64
Dia: 23 Hora: 5:00	23	5	0,65	0,62	0,63	0,59	0,59	0,64	0,54	0,77	0,79	0,74	0,94	0,63
Dia: 23 Hora: 6:00	23	6	0,63	0,63	0,64	0,66	0,60	0,60	0,56	0,77	0,75	0,70	0,92	0,61
Dia: 23 Hora: 7:00	23	7	0,62	0,64	0,67	0,71	0,65	0,55	0,60	0,69	0,69	0,62	0,87	0,57
Dia: 23 Hora: 8:00	23	8	0,68	0,65	0,66	0,71	0,68	0,62	0,62	0,66	0,71	0,61	0,85	0,52
Dia: 23 Hora: 9:00	23	9	0,71	0,63	0,66	0,75	0,69	0,66	0,62	0,74	0,75	0,72	0,82	0,53
Dia: 23 Hora: 10:00	23	10	0,70	0,63	0,75	0,78	0,69	0,68	0,60	0,82	0,74	0,73	0,78	0,55
Dia: 23 Hora: 11:00	23	11	0,66	0,61	0,74	0,78	0,73	0,68	0,59	0,83	0,77	0,79	0,75	0,57
Dia: 23 Hora: 12:00	23	12	0,60	0,57	0,72	0,76	0,80	0,69	0,63	0,86	0,83	0,80	0,69	0,56
Dia: 23 Hora: 13:00	23	13	0,61	0,55	0,70	0,69	0,83	0,73	0,66	0,90	0,86	0,81	0,59	0,54
Dia: 23 Hora: 14:00	23	14	0,62	0,56	0,63	0,65	0,84	0,75	0,68	0,90	0,86	0,89	0,67	0,60
Dia: 23 Hora: 15:00	23	15	0,63	0,53	0,67	0,65	0,75	0,74	0,71	0,86	0,83	0,94	0,73	0,65
Dia: 23 Hora: 16:00	23	16	0,66	0,49	0,73	0,62	0,67	0,70	0,74	0,82	0,79	0,94	0,78	0,66
Dia: 23 Hora: 17:00	23	17	0,65	0,53	0,68	0,61	0,72	0,64	0,76	0,80	0,76	0,87	0,79	0,62
Dia: 23 Hora: 18:00	23	18	0,68	0,56	0,68	0,52	0,78	0,66	0,75	0,77	0,73	0,76	0,75	0,59
Dia: 23 Hora: 19:00	23	19	0,65	0,59	0,71	0,57	0,78	0,72	0,72	0,74	0,73	0,75	0,80	0,62
Dia: 23 Hora: 20:00	23	20	0,64	0,61	0,70	0,65	0,83	0,71	0,68	0,70	0,65	0,84	0,89	0,68
Dia: 23 Hora: 21:00	23	21	0,62	0,58	0,71	0,66	0,86	0,68	0,66	0,60	0,60	0,88	0,91	0,67
Dia: 23 Hora: 22:00	23	22	0,59	0,61	0,70	0,69	0,83	0,76	0,64	0,66	0,59	0,89	0,90	0,68
Dia: 23 Hora: 23:00	23	23	0,57	0,66	0,68	0,68	0,80	0,76	0,64	0,71	0,57	0,91	0,79	0,71
Dia: 24 Hora: 0:00	24	0	0,57	0,60	0,66	0,72	0,76	0,75	0,58	0,73	0,56	0,91	0,73	0,71
Dia: 24 Hora: 1:00	24	1	0,53	0,59	0,64	0,81	0,73	0,73	0,60	0,78	0,60	0,90	0,80	0,73
Dia: 24 Hora: 2:00	24	2	0,52	0,53	0,64	0,83	0,71	0,69	0,64	0,75	0,64	0,86	0,86	0,71
Dia: 24 Hora: 3:00	24	3	0,57	0,50	0,58	0,78	0,70	0,67	0,66	0,80	0,67	0,82	0,84	0,69
Dia: 24 Hora: 4:00	24	4	0,58	0,63	0,52	0,71	0,66	0,63	0,65	0,91	0,75	0,78	0,86	0,67
Dia: 24 Hora: 5:00	24	5	0,62	0,60	0,52	0,64	0,56	0,64	0,65	0,93	0,75	0,74	0,87	0,66
Dia: 24 Hora: 6:00	24	6	0,58	0,60	0,52	0,70	0,61	0,59	0,70	0,87	0,71	0,73	0,89	0,65
Dia: 24 Hora: 7:00	24	7	0,58	0,60	0,54	0,74	0,66	0,52	0,77	0,68	0,70	0,63	0,87	0,62
Dia: 24 Hora: 8:00	24	8	0,58	0,61	0,54	0,71	0,67	0,51	0,78	0,67	0,71	0,61	0,84	0,57
Dia: 24 Hora: 9:00	24	9	0,61	0,60	0,55	0,75	0,70	0,53	0,77	0,75	0,75	0,70	0,81	0,53
Dia: 24 Hora: 10:00	24	10	0,56	0,59	0,60	0,76	0,70	0,54	0,72	0,77	0,76	0,74	0,79	0,53
Dia: 24 Hora: 11:00	24	11	0,52	0,57	0,63	0,76	0,74	0,57	0,61	0,80	0,83	0,77	0,74	0,54
Dia: 24 Hora: 12:00	24	12	0,55	0,56	0,63	0,73	0,83	0,58	0,67	0,84	0,88	0,80	0,68	0,54
Dia: 24 Hora: 13:00	24	13	0,61	0,56	0,58	0,71	0,84	0,63	0,68	0,85	0,89	0,80	0,64	0,53
Dia: 24 Hora: 14:00	24	14	0,61	0,52	0,56	0,70	0,84	0,68	0,70	0,84	0,90	0,88	0,64	0,54
Dia: 24 Hora: 15:00	24	15	0,62	0,47	0,60	0,66	0,77	0,64	0,72	0,82	0,86	0,91	0,64	0,58
Dia: 24 Hora: 16:00	24	16	0,65	0,49	0,65	0,66	0,67	0,61	0,76	0,80	0,77	0,90	0,64	0,58
Dia: 24 Hora: 17:00	24	17	0,67	0,50	0,68	0,63	0,72	0,59	0,77	0,76	0,77	0,84	0,64	0,56
Dia: 24 Hora: 18:00	24	18	0,65	0,51	0,69	0,55	0,78	0,64	0,74	0,74	0,74	0,74	0,62	0,58
Dia: 24 Hora: 19:00	24	19	0,63	0,53	0,69	0,58	0,80	0,63	0,72	0,71	0,73	0,76	0,67	0,63
Dia: 24 Hora: 20:00	24	20	0,62	0,54	0,69	0,63	0,83	0,57	0,68	0,67	0,62	0,82	0,79	0,69
Dia: 24 Hora: 21:00	24	21	0,60	0,54	0,69	0,64	0,85	0,60	0,67	0,58	0,61	0,82	0,83	0,66
Dia: 24 Hora: 22:00	24	22	0,58	0,54	0,68	0,62	0,84	0,63	0,65	0,63	0,71	0,87	0,77	0,64
Dia: 24 Hora: 23:00	24	23	0,57	0,54	0,66	0,59	0,79	0,67	0,63	0,67	0,75	0,91	0,70	0,62

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 25 Hora: 0:00	25	0	0,53	0,53	0,62	0,64	0,76	0,71	0,56	0,69	0,77	0,91	0,63	0,61
Dia: 25 Hora: 1:00	25	1	0,52	0,51	0,62	0,71	0,74	0,70	0,60	0,72	0,78	0,90	0,75	0,62
Dia: 25 Hora: 2:00	25	2	0,55	0,54	0,60	0,74	0,72	0,67	0,64	0,70	0,81	0,87	0,76	0,63
Dia: 25 Hora: 3:00	25	3	0,57	0,60	0,58	0,74	0,68	0,65	0,65	0,75	0,91	0,83	0,77	0,65
Dia: 25 Hora: 4:00	25	4	0,58	0,62	0,53	0,70	0,65	0,62	0,67	0,83	0,96	0,79	0,78	0,65
Dia: 25 Hora: 5:00	25	5	0,56	0,60	0,50	0,63	0,57	0,64	0,63	0,83	0,94	0,74	0,85	0,66
Dia: 25 Hora: 6:00	25	6	0,53	0,61	0,49	0,63	0,60	0,60	0,68	0,77	0,87	0,73	0,86	0,64
Dia: 25 Hora: 7:00	25	7	0,57	0,60	0,50	0,63	0,65	0,53	0,72	0,70	0,75	0,63	0,83	0,60
Dia: 25 Hora: 8:00	25	8	0,57	0,60	0,50	0,70	0,68	0,52	0,75	0,64	0,76	0,64	0,81	0,55
Dia: 25 Hora: 9:00	25	9	0,58	0,61	0,51	0,76	0,70	0,51	0,75	0,75	0,81	0,73	0,78	0,51
Dia: 25 Hora: 10:00	25	10	0,55	0,57	0,55	0,76	0,70	0,48	0,68	0,76	0,83	0,74	0,76	0,50
Dia: 25 Hora: 11:00	25	11	0,54	0,58	0,59	0,75	0,74	0,49	0,61	0,76	0,88	0,80	0,73	0,52
Dia: 25 Hora: 12:00	25	12	0,55	0,57	0,59	0,72	0,82	0,49	0,68	0,80	0,92	0,81	0,67	0,51
Dia: 25 Hora: 13:00	25	13	0,59	0,57	0,56	0,69	0,84	0,52	0,72	0,82	0,94	0,78	0,62	0,49
Dia: 25 Hora: 14:00	25	14	0,60	0,54	0,58	0,67	0,82	0,57	0,72	0,84	0,93	0,86	0,62	0,46
Dia: 25 Hora: 15:00	25	15	0,62	0,49	0,62	0,65	0,77	0,59	0,75	0,81	0,88	0,90	0,61	0,49
Dia: 25 Hora: 16:00	25	16	0,65	0,49	0,60	0,62	0,69	0,59	0,78	0,78	0,85	0,90	0,61	0,50
Dia: 25 Hora: 17:00	25	17	0,64	0,50	0,61	0,60	0,76	0,54	0,78	0,77	0,82	0,83	0,60	0,49
Dia: 25 Hora: 18:00	25	18	0,62	0,50	0,63	0,53	0,80	0,59	0,76	0,74	0,78	0,69	0,61	0,53
Dia: 25 Hora: 19:00	25	19	0,60	0,43	0,63	0,59	0,80	0,59	0,72	0,71	0,76	0,72	0,67	0,55
Dia: 25 Hora: 20:00	25	20	0,58	0,44	0,65	0,64	0,82	0,63	0,70	0,68	0,64	0,78	0,76	0,61
Dia: 25 Hora: 21:00	25	21	0,56	0,45	0,62	0,66	0,83	0,66	0,67	0,59	0,63	0,78	0,75	0,60
Dia: 25 Hora: 22:00	25	22	0,55	0,48	0,61	0,69	0,84	0,69	0,65	0,58	0,71	0,81	0,75	0,62
Dia: 25 Hora: 23:00	25	23	0,55	0,47	0,58	0,66	0,82	0,71	0,63	0,59	0,74	0,85	0,71	0,66
Dia: 26 Hora: 0:00	26	0	0,50	0,44	0,57	0,72	0,79	0,70	0,55	0,62	0,81	0,90	0,72	0,68
Dia: 26 Hora: 1:00	26	1	0,51	0,57	0,55	0,81	0,76	0,68	0,60	0,63	0,81	0,87	0,79	0,65
Dia: 26 Hora: 2:00	26	2	0,56	0,60	0,57	0,83	0,72	0,66	0,63	0,64	0,81	0,83	0,78	0,64
Dia: 26 Hora: 3:00	26	3	0,57	0,60	0,53	0,82	0,70	0,62	0,64	0,66	0,89	0,78	0,81	0,64
Dia: 26 Hora: 4:00	26	4	0,59	0,59	0,52	0,76	0,66	0,62	0,65	0,74	0,96	0,75	0,86	0,61
Dia: 26 Hora: 5:00	26	5	0,60	0,60	0,58	0,68	0,59	0,64	0,66	0,72	0,94	0,73	0,92	0,60
Dia: 26 Hora: 6:00	26	6	0,61	0,60	0,60	0,72	0,60	0,56	0,70	0,71	0,86	0,72	0,93	0,60
Dia: 26 Hora: 7:00	26	7	0,67	0,60	0,61	0,72	0,63	0,55	0,75	0,68	0,77	0,62	0,88	0,57
Dia: 26 Hora: 8:00	26	8	0,71	0,59	0,61	0,73	0,67	0,60	0,77	0,66	0,76	0,37	0,83	0,54
Dia: 26 Hora: 9:00	26	9	0,71	0,58	0,61	0,78	0,70	0,62	0,73	0,68	0,81	0,71	0,80	0,56
Dia: 26 Hora: 10:00	26	10	0,66	0,57	0,69	0,79	0,70	0,62	0,67	0,68	0,83	0,73	0,79	0,59
Dia: 26 Hora: 11:00	26	11	0,59	0,56	0,72	0,79	0,73	0,63	0,60	0,70	0,88	0,77	0,75	0,60
Dia: 26 Hora: 12:00	26	12	0,60	0,55	0,70	0,74	0,84	0,63	0,70	0,77	0,89	0,79	0,70	0,62
Dia: 26 Hora: 13:00	26	13	0,65	0,54	0,64	0,72	0,85	0,72	0,75	0,81	0,94	0,74	0,63	0,56
Dia: 26 Hora: 14:00	26	14	0,67	0,51	0,58	0,69	0,77	0,77	0,74	0,81	0,92	0,85	0,71	0,60
Dia: 26 Hora: 15:00	26	15	0,67	0,48	0,60	0,67	0,75	0,77	0,74	0,79	0,88	0,81	0,73	0,62
Dia: 26 Hora: 16:00	26	16	0,69	0,49	0,68	0,65	0,68	0,72	0,77	0,78	0,84	0,77	0,76	0,64
Dia: 26 Hora: 17:00	26	17	0,69	0,48	0,69	0,63	0,77	0,65	0,76	0,75	0,80	0,71	0,77	0,60
Dia: 26 Hora: 18:00	26	18	0,66	0,50	0,70	0,54	0,81	0,64	0,73	0,73	0,78	0,63	0,74	0,59
Dia: 26 Hora: 19:00	26	19	0,66	0,51	0,69	0,59	0,79	0,68	0,73	0,71	0,73	0,65	0,80	0,60
Dia: 26 Hora: 20:00	26	20	0,64	0,53	0,69	0,65	0,80	0,69	0,71	0,68	0,62	0,70	0,92	0,66
Dia: 26 Hora: 21:00	26	21	0,60	0,54	0,66	0,67	0,81	0,70	0,65	0,61	0,63	0,71	0,87	0,65
Dia: 26 Hora: 22:00	26	22	0,59	0,63	0,63	0,71	0,79	0,72	0,62	0,57	0,71	0,72	0,83	0,65
Dia: 26 Hora: 23:00	26	23	0,58	0,61	0,62	0,69	0,80	0,73	0,62	0,57	0,76	0,77	0,76	0,68

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 27 Hora: 0:00	27	0	0,54	0,56	0,60	0,74	0,78	0,73	0,56	0,58	0,79	0,82	0,70	0,68
Dia: 27 Hora: 1:00	27	1	0,50	0,53	0,56	0,82	0,76	0,71	0,58	0,59	0,80	0,78	0,77	0,69
Dia: 27 Hora: 2:00	27	2	0,54	0,61	0,56	0,85	0,74	0,67	0,61	0,60	0,81	0,73	0,79	0,66
Dia: 27 Hora: 3:00	27	3	0,54	0,65	0,51	0,81	0,72	0,63	0,64	0,62	0,94	0,71	0,82	0,64
Dia: 27 Hora: 4:00	27	4	0,56	0,66	0,51	0,75	0,69	0,61	0,65	0,70	0,99	0,69	0,87	0,63
Dia: 27 Hora: 5:00	27	5	0,58	0,66	0,56	0,65	0,61	0,61	0,67	0,72	0,95	0,69	0,93	0,63
Dia: 27 Hora: 6:00	27	6	0,58	0,67	0,60	0,71	0,60	0,57	0,71	0,70	0,88	0,64	0,91	0,61
Dia: 27 Hora: 7:00	27	7	0,65	0,66	0,61	0,70	0,60	0,55	0,78	0,67	0,78	0,57	0,87	0,58
Dia: 27 Hora: 8:00	27	8	0,72	0,66	0,64	0,71	0,62	0,60	0,78	0,67	0,74	0,57	0,83	0,54
Dia: 27 Hora: 9:00	27	9	0,67	0,64	0,66	0,76	0,64	0,64	0,73	0,72	0,83	0,65	0,80	0,58
Dia: 27 Hora: 10:00	27	10	0,64	0,63	0,71	0,80	0,64	0,67	0,67	0,73	0,86	0,70	0,70	0,58
Dia: 27 Hora: 11:00	27	11	0,57	0,63	0,64	0,78	0,67	0,69	0,60	0,76	0,88	0,76	0,74	0,62
Dia: 27 Hora: 12:00	27	12	0,60	0,61	0,63	0,77	0,72	0,69	0,65	0,82	0,90	0,77	0,70	0,62
Dia: 27 Hora: 13:00	27	13	0,65	0,59	0,61	0,74	0,74	0,75	0,68	0,87	0,92	0,73	0,63	0,58
Dia: 27 Hora: 14:00	27	14	0,67	0,53	0,57	0,72	0,74	0,77	0,70	0,86	0,91	0,86	0,62	0,64
Dia: 27 Hora: 15:00	27	15	0,64	0,51	0,60	0,69	0,69	0,75	0,72	0,82	0,86	0,93	0,70	0,70
Dia: 27 Hora: 16:00	27	16	0,69	0,51	0,67	0,67	0,68	0,71	0,73	0,80	0,83	0,90	0,74	0,69
Dia: 27 Hora: 17:00	27	17	0,67	0,51	0,68	0,65	0,76	0,61	0,76	0,78	0,80	0,83	0,76	0,62
Dia: 27 Hora: 18:00	27	18	0,67	0,52	0,68	0,57	0,77	0,62	0,73	0,75	0,76	0,74	0,72	0,61
Dia: 27 Hora: 19:00	27	19	0,66	0,52	0,70	0,59	0,79	0,70	0,69	0,73	0,75	0,74	0,84	0,63
Dia: 27 Hora: 20:00	27	20	0,64	0,55	0,69	0,68	0,79	0,71	0,67	0,69	0,64	0,81	0,90	0,68
Dia: 27 Hora: 21:00	27	21	0,61	0,56	0,66	0,69	0,78	0,71	0,65	0,59	0,63	0,79	0,92	0,65
Dia: 27 Hora: 22:00	27	22	0,59	0,53	0,64	0,71	0,75	0,72	0,63	0,65	0,71	0,78	0,76	0,60
Dia: 27 Hora: 23:00	27	23	0,59	0,52	0,62	0,70	0,75	0,73	0,59	0,70	0,74	0,81	0,78	0,63
Dia: 28 Hora: 0:00	28	0	0,51	0,51	0,60	0,74	0,74	0,72	0,51	0,73	0,80	0,84	0,72	0,67
Dia: 28 Hora: 1:00	28	1	0,49	0,57	0,58	0,82	0,73	0,71	0,56	0,74	0,77	0,85	0,81	0,65
Dia: 28 Hora: 2:00	28	2	0,49	0,61	0,56	0,80	0,72	0,67	0,60	0,73	0,76	0,82	0,84	0,63
Dia: 28 Hora: 3:00	28	3	0,52	0,59	0,52	0,74	0,70	0,66	0,63	0,82	0,86	0,81	0,83	0,62
Dia: 28 Hora: 4:00	28	4	0,51	0,59	0,51	0,70	0,68	0,63	0,66	0,91	0,93	0,79	0,89	0,49
Dia: 28 Hora: 5:00	28	5	0,50	0,58	0,59	0,66	0,61	0,60	0,65	0,94	0,89	0,72	0,92	0,58
Dia: 28 Hora: 6:00	28	6	0,54	0,59	0,61	0,70	0,60	0,55	0,70	0,90	0,86	0,70	0,56	0,58
Dia: 28 Hora: 7:00	28	7	0,54	0,58	0,64	0,69	0,59	0,52	0,76	0,81	0,76	0,62	0,79	0,55
Dia: 28 Hora: 8:00	28	8	0,55	0,57	0,66	0,67	0,59	0,53	0,78	0,73	0,75	0,61	0,80	0,51
Dia: 28 Hora: 9:00	28	9	0,55	0,58	0,66	0,71	0,58	0,53	0,75	0,76	0,78	0,63	0,79	0,51
Dia: 28 Hora: 10:00	28	10	0,54	0,56	0,77	0,73	0,61	0,55	0,69	0,79	0,78	0,65	0,78	0,49
Dia: 28 Hora: 11:00	28	11	0,51	0,54	0,74	0,75	0,62	0,55	0,60	0,84	0,81	0,64	0,74	0,57
Dia: 28 Hora: 12:00	28	12	0,57	0,54	0,67	0,76	0,68	0,55	0,64	0,87	0,86	0,68	0,66	0,57
Dia: 28 Hora: 13:00	28	13	0,59	0,53	0,64	0,74	0,68	0,58	0,66	0,89	0,94	0,66	0,64	0,55
Dia: 28 Hora: 14:00	28	14	0,60	0,49	0,57	0,71	0,69	0,60	0,67	0,90	0,92	0,77	0,72	0,62
Dia: 28 Hora: 15:00	28	15	0,60	0,49	0,61	0,70	0,67	0,57	0,69	0,87	0,86	0,82	0,76	0,69
Dia: 28 Hora: 16:00	28	16	0,62	0,52	0,68	0,69	0,66	0,50	0,71	0,82	0,83	0,70	0,76	0,66
Dia: 28 Hora: 17:00	28	17	0,63	0,53	0,68	0,68	0,76	0,48	0,75	0,78	0,80	0,68	0,78	0,35
Dia: 28 Hora: 18:00	28	18	0,63	0,54	0,69	0,61	0,77	0,53	0,72	0,75	0,77	0,66	0,76	0,39
Dia: 28 Hora: 19:00	28	19	0,62	0,53	0,71	0,56	0,78	0,58	0,70	0,74	0,75	0,70	0,87	0,53
Dia: 28 Hora: 20:00	28	20	0,60	0,60	0,70	0,57	0,81	0,60	0,66	0,69	0,61	0,71	0,94	0,66
Dia: 28 Hora: 21:00	28	21	0,60	0,65	0,68	0,59	0,84	0,64	0,64	0,59	0,60	0,69	0,94	0,65
Dia: 28 Hora: 22:00	28	22	0,59	0,64	0,58	0,60	0,83	0,63	0,63	0,65	0,70	0,69	0,85	0,64
Dia: 28 Hora: 23:00	28	23	0,58	0,64	0,60	0,61	0,80	0,65	0,61	0,71	0,73	0,72	0,78	0,68

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 29 Hora: 0:00	29	0	0,54		0,58	0,64	0,76	0,63	0,53	0,75	0,75	0,78	0,75	0,69
Dia: 29 Hora: 1:00	29	1	0,49		0,53	0,71	0,76	0,63	0,52	0,76	0,78	0,79	0,83	0,69
Dia: 29 Hora: 2:00	29	2	0,49		0,53	0,71	0,74	0,61	0,52	0,76	0,76	0,78	0,86	0,67
Dia: 29 Hora: 3:00	29	3	0,47		0,61	0,68	0,70	0,60	0,55	0,83	0,88	0,75	0,85	0,66
Dia: 29 Hora: 4:00	29	4	0,47		0,63	0,63	0,67	0,58	0,56	0,93	0,93	0,72	0,92	0,64
Dia: 29 Hora: 5:00	29	5	0,48		0,59	0,63	0,58	0,59	0,59	0,94	0,92	0,68	0,94	0,63
Dia: 29 Hora: 6:00	29	6	0,49		0,61	0,68	0,61	0,55	0,60	0,92	0,87	0,67	0,92	0,63
Dia: 29 Hora: 7:00	29	7	0,24		0,64	0,69	0,66	0,54	0,67	0,82	0,75	0,60	0,89	0,59
Dia: 29 Hora: 8:00	29	8	0,53		0,72	0,68	0,68	0,58	0,68	0,71	0,79	0,59	0,85	0,54
Dia: 29 Hora: 9:00	29	9	0,64		0,76	0,70	0,70	0,58	0,64	0,76	0,81	0,58	0,81	0,57
Dia: 29 Hora: 10:00	29	10	0,64		0,77	0,71	0,69	0,59	0,56	0,79	0,81	0,55	0,77	0,59
Dia: 29 Hora: 11:00	29	11	0,65		0,72	0,71	0,74	0,59	0,57	0,82	0,82	0,57	0,74	0,61
Dia: 29 Hora: 12:00	29	12	0,65		0,67	0,71	0,84	0,59	0,67	0,86	0,85	0,60	0,66	0,63
Dia: 29 Hora: 13:00	29	13	0,65		0,69	0,70	0,87	0,65	0,71	0,93	0,90	0,62	0,64	0,58
Dia: 29 Hora: 14:00	29	14	0,64		0,72	0,66	0,82	0,70	0,71	0,93	0,87	0,64	0,74	0,65
Dia: 29 Hora: 15:00	29	15	0,62		0,69	0,65	0,76	0,71	0,71	0,89	0,85	0,72	0,67	0,71
Dia: 29 Hora: 16:00	29	16	0,59		0,68	0,62	0,67	0,66	0,76	0,86	0,82	0,72	0,77	0,74
Dia: 29 Hora: 17:00	29	17	0,58		0,68	0,59	0,76	0,58	0,78	0,77	0,78	0,70	0,78	0,70
Dia: 29 Hora: 18:00	29	18	0,59		0,70	0,54	0,79	0,62	0,76	0,75	0,74	0,66	0,76	0,64
Dia: 29 Hora: 19:00	29	19	0,54		0,67	0,50	0,82	0,65	0,73	0,74	0,71	0,74	0,89	0,67
Dia: 29 Hora: 20:00	29	20	0,50		0,64	0,49	0,85	0,65	0,70	0,70	0,63	0,75	0,96	0,72
Dia: 29 Hora: 21:00	29	21	0,57		0,63	0,49	0,86	0,67	0,68	0,61	0,59	0,75	0,95	0,69
Dia: 29 Hora: 22:00	29	22	0,59		0,61	0,48	0,84	0,69	0,68	0,66	0,64	0,79	0,79	0,67
Dia: 29 Hora: 23:00	29	23	0,61		0,58	0,48	0,80	0,69	0,65	0,69	0,67	0,84	0,77	0,73
Dia: 30 Hora: 0:00	30	0	0,61		0,59	0,51	0,78	0,68	0,57	0,74	0,66	0,88	0,79	0,75
Dia: 30 Hora: 1:00	30	1	0,61		0,53	0,53	0,76	0,66	0,51	0,75	0,67	0,87	0,87	0,74
Dia: 30 Hora: 2:00	30	2	0,63		0,53	0,55	0,73	0,64	0,48	0,74	0,68	0,84	0,87	0,72
Dia: 30 Hora: 3:00	30	3	0,68		0,59	0,58	0,70	0,62	0,43	0,84	0,80	0,82	0,90	0,71
Dia: 30 Hora: 4:00	30	4	0,68		0,61	0,52	0,67	0,60	0,55	0,81	0,86	0,79	0,96	0,70
Dia: 30 Hora: 5:00	30	5	0,65		0,64	0,69	0,58	0,59	0,62	0,92	0,84	0,74	0,97	0,68
Dia: 30 Hora: 6:00	30	6	0,58		0,61	0,70	0,63	0,55	0,58	0,87	0,82	0,71	0,95	0,67
Dia: 30 Hora: 7:00	30	7	0,57		0,69	0,69	0,70	0,53	0,61	0,81	0,76	0,62	0,91	0,62
Dia: 30 Hora: 8:00	30	8	0,62		0,73	0,68	0,71	0,58	0,58	0,71	0,74	0,63	0,88	0,57
Dia: 30 Hora: 9:00	30	9	0,63		0,73	0,69	0,74	0,60	0,63	0,80	0,74	0,73	0,84	0,55
Dia: 30 Hora: 10:00	30	10	0,65		0,69	0,69	0,73	0,63	0,73	0,82	0,73	0,76	0,82	0,54
Dia: 30 Hora: 11:00	30	11	0,68		0,60	0,69	0,77	0,63	0,70	0,87	0,78	0,79	0,79	0,58
Dia: 30 Hora: 12:00	30	12	0,68		0,64	0,69	0,82	0,61	0,73	0,90	0,82	0,80	0,69	0,58
Dia: 30 Hora: 13:00	30	13	0,68		0,70	0,67	0,82	0,61	0,74	0,90	0,85	0,76	0,68	0,59
Dia: 30 Hora: 14:00	30	14	0,65		0,69	0,66	0,77	0,69	0,76	0,90	0,85	0,89	0,75	0,63
Dia: 30 Hora: 15:00	30	15	0,63		0,71	0,64	0,71	0,70	0,75	0,87	0,82	0,92	0,77	0,70
Dia: 30 Hora: 16:00	30	16	0,61		0,72	0,62	0,65	0,67	0,72	0,84	0,82	0,93	0,79	0,68
Dia: 30 Hora: 17:00	30	17	0,60		0,75	0,58	0,70	0,61	0,67	0,79	0,80	0,86	0,79	0,66
Dia: 30 Hora: 18:00	30	18	0,59		0,74	0,54	0,73	0,63	0,65	0,77	0,76	0,75	0,73	0,63
Dia: 30 Hora: 19:00	30	19	0,56		0,73	0,52	0,75	0,66	0,64	0,74	0,74	0,78	0,88	0,65
Dia: 30 Hora: 20:00	30	20	0,51		0,70	0,54	0,81	0,64	0,63	0,68	0,66	0,84	0,96	0,72
Dia: 30 Hora: 21:00	30	21	0,56		0,67	0,56	0,80	0,65	0,59	0,59	0,61	0,84	0,92	0,72
Dia: 30 Hora: 22:00	30	22	0,59		0,65	0,56	0,80	0,65	0,55	0,64	0,61	0,86	0,76	0,72
Dia: 30 Hora: 23:00	30	23	0,60		0,65	0,58	0,76	0,69	0,60	0,71	0,60	0,91	0,73	0,70

Data	Dia	Hora	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dia: 31 Hora: 0:00	31	0	0,58		0,57		0,73		0,63	0,73		0,90		0,78
Dia: 31 Hora: 1:00	31	1	0,55		0,51		0,70		0,65	0,76		0,89		0,80
Dia: 31 Hora: 2:00	31	2	0,63		0,54		0,68		0,71	0,73		0,83		0,77
Dia: 31 Hora: 3:00	31	3	0,67		0,53		0,66		0,67	0,81		0,82		0,73
Dia: 31 Hora: 4:00	31	4	0,64		0,56		0,64		0,74	0,91		0,78		0,73
Dia: 31 Hora: 5:00	31	5	0,58		0,57		0,56		0,76	0,96		0,75		0,69
Dia: 31 Hora: 6:00	31	6	0,55		0,57		0,60		0,79	0,91		0,70		0,68
Dia: 31 Hora: 7:00	31	7	0,52		0,58		0,66		0,75	0,81		0,63		0,63
Dia: 31 Hora: 8:00	31	8	0,60		0,62		0,68		0,69	0,70		0,62		0,57
Dia: 31 Hora: 9:00	31	9	0,61		0,56		0,70		0,60	0,80		0,68		0,54
Dia: 31 Hora: 10:00	31	10	0,63		0,53		0,67		0,74	0,83		0,72		0,56
Dia: 31 Hora: 11:00	31	11	0,66		0,54		0,72		0,74	0,86		0,77		0,58
Dia: 31 Hora: 12:00	31	12	0,67		0,58		0,79		0,77	0,91		0,76		0,56
Dia: 31 Hora: 13:00	31	13	0,65		0,60		0,80		0,79	0,94		0,75		0,56
Dia: 31 Hora: 14:00	31	14	0,63		0,59		0,72		0,84	0,94		0,85		0,61
Dia: 31 Hora: 15:00	31	15	0,61		0,60		0,65		0,81	0,90		0,93		0,66
Dia: 31 Hora: 16:00	31	16	0,59		0,63		0,62		0,78	0,87		0,89		0,69
Dia: 31 Hora: 17:00	31	17	0,56		0,65		0,68		0,72	0,82		0,82		0,65
Dia: 31 Hora: 18:00	31	18	0,55		0,64		0,69		0,70	0,79		0,73		0,63
Dia: 31 Hora: 19:00	31	19	0,56		0,65		0,71		0,67	0,76		0,74		0,64
Dia: 31 Hora: 20:00	31	20	0,50		0,61		0,74		0,65	0,72		0,81		0,73
Dia: 31 Hora: 21:00	31	21	0,54		0,59		0,77		0,62	0,61		0,82		0,72
Dia: 31 Hora: 22:00	31	22	0,53		0,58		0,77		0,57	0,68		0,83		0,73
Dia: 31 Hora: 23:00	31	23	0,58		0,59		0,75		0,62	0,75		0,87		0,71

APENDICE II

d) Cenário com armazenamento em reservatório hídrico

Potência do arranjo		451.940 Wp										Capacidade do reservatório		5.403,0000 m³			
Data	Hora	Hora	GHI (w/m2) por hora	Potência fotovoltaico (kW)	Potência de saída (Inversor) [kW]	Carga (pu)	Carga (kW)	Potência fornecida à carga pela geração fotovoltaica (KW) - Pforneida	Potência fornecida à bomba (kW) - Pfb	vazão bombeada m³/s - Qb (obs. Bomba AC)	Volume armazenado em reservatório m³ - Vr	Vazão na turbina [m³/s]	Potência turbo-gerador (kW) - Ptg	Saldo de Energia (Negativo = DEFICIT Positivo=SUPERA DEFICIT OU SUPERAVIT)			
01/01/1998	00:00	0	0	-	-	0,60	29,99	0	0	0	5.403,0000	0,038078808	29,98514237	-			
01/01/1998	01:00	1	0	-	-	0,61	30,48	0	0	0	5.126,5529	0,038712051	30,4837889	-			
01/01/1998	02:00	2	0	-	-	0,62	31,03	0	0	0	4.984,7135	0,03939983	31,02538009	-			
01/01/1998	03:00	3	0	-	-	0,60	30,16	0	0	0	4.846,8519	0,038294886	30,15529278	-			
01/01/1998	04:00	4	0	-	-	0,57	28,30	0	0	0	4.717,4633	0,035941292	28,30195592	-			
01/01/1998	05:00	5	0	-	-	0,53	26,32	0	0	0	4.597,1245	0,033427449	26,32243095	-			
01/01/1998	06:00	6	0	-	-	0,50	25,17	0	0	0	4.482,0512	0,031964788	25,17065923	-			
01/01/1998	07:00	7	189	61,51	50,38	0,50	25,06	25,05810759	25,31782475	0,025834515	4.575,0555	0	0	-			
01/01/1998	08:00	8	317	103,17	84,49	0,48	24,17	24,17377323	60,31919265	0,061550197	4.796,6362	0	0	-			
01/01/1998	09:00	9	436	141,89	116,21	0,49	24,53	24,52974579	91,6813997	0,093552449	5.133,4250	0	0	-			
01/01/1998	10:00	10	832	270,77	221,76	0,48	23,89	23,89005353	197,8706645	0,074881943	5.403,0000	0	0	124,486 SUPERAVIT			
01/01/1998	11:00	11	654	212,84	174,32	0,51	25,35	25,34772963	148,9689886	0	5.403,0000	0	0	148,969 SUPERAVIT			
01/01/1998	12:00	12	985	320,56	262,54	0,55	27,68	27,67569658	234,8655381	0	5.403,0000	0	0	234,866 SUPERAVIT			
01/01/1998	13:00	13	763	248,31	203,37	0,54	27,23	27,22752529	176,1419793	0	5.403,0000	0	0	176,142 SUPERAVIT			
01/01/1998	14:00	14	710	231,07	189,24	0,50	25,20	25,20464861	164,0382718	0	5.403,0000	0	0	164,038 SUPERAVIT			
01/01/1998	15:00	15	604	196,57	160,99	0,52	26,14	26,14413938	134,8456126	0	5.403,0000	0	0	134,846 SUPERAVIT			
01/01/1998	16:00	16	298	96,98	79,43	0,58	29,23	29,23391611	50,19480261	0	5.403,0000	0	0	50,195 SUPERAVIT			
01/01/1998	17:00	17	206	67,04	54,91	0,61	30,32	30,32442554	24,58267532	0	5.403,0000	0	0	24,583 SUPERAVIT			
01/01/1998	18:00	18	0	-	-	0,59	29,67	0	0	0	5.267,3725	0,037674309	29,66661918	-			
01/01/1998	19:00	19	0	-	-	0,56	27,83	0	0	0	5.140,1453	0,035340875	27,82915759	-			
01/01/1998	20:00	20	0	-	-	0,62	30,77	0	0	0	4.999,4960	0,039069251	30,76506625	-			
01/01/1998	21:00	21	0	-	-	0,62	30,88	0	0	0	4.858,3145	0,039217094	30,88148495	-			
01/01/1998	22:00	22	0	-	-	0,60	30,14	0	0	0	4.720,5152	0,038277569	30,14165632	-			
01/01/1998	23:00	23	0	-	-	0,60	29,81	0	0	0	4.584,2355	0,037855493	29,80929314	-			
02/01/1998	00:00	0	0	-	-	0,57	28,42	0	0	0	4.454,3165	0,036088618	28,41796756	-			
02/01/1998	01:00	1	0	-	-	0,56	27,86	0	0	0	4.326,9469	0,03538042	27,86029756	-			
02/01/1998	02:00	2	0	-	-	0,56	28,22	0	0	0	4.197,9379	0,035835838	28,218916	-			
02/01/1998	03:00	3	0	-	-	0,55	27,54	0	0	0	4.072,0553	0,034967391	27,5350579	-			
02/01/1998	04:00	4	0	-	-	0,52	25,76	0	0	0	3.954,3060	0,032708137	25,7560092	-			
02/01/1998	05:00	5	0	-	-	0,46	23,20	0	0	0	3.848,2612	0,029456889	23,19581544	-			
02/01/1998	06:00	6	0	-	-	0,47	23,61	0	0	0	3.740,3303	0,0299808	23,60836912	-			
02/01/1998	07:00	7	183	59,56	48,78	0,45	22,33	22,32633871	26,45035768	0,026990161	3.837,4949	0	0	-			
02/01/1998	08:00	8	424	137,99	113,01	0,45	22,43	22,42708567	90,58558794	0,092434273	4.170,2583	0	0	-			
02/01/1998	09:00	9	647	210,56	172,45	0,45	22,39	22,38699041	150,0639526	0,153126482	4.721,5136	0	0	-			
02/01/1998	10:00	10	613	199,50	163,39	0,44	21,82	21,82443572	141,5641702	0,144453235	5.241,5453	0	0	-			
02/01/1998	11:00	11	940	305,92	250,55	0,48	23,83	23,82777359	226,7191915	0,044848531	5.403,0000	0	0	182,768 SUPERAVIT			
02/01/1998	12:00	12	636	206,98	169,52	0,52	26,20	26,20173814	143,3172723	0	5.403,0000	0	0	143,317 SUPERAVIT			

e) Cenário com armazenamento em banco de baterias de chumbo-ácido

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1			Potência d	428.340	Wp						Capacidade do banco d	1.451,7360	kWh				
2	Data	Hora	Hora	GHI (w/m2) por hora	Potência fotovoltaico (kW)	Potência de saída (Inversor) [kW]	Carga (pu)	Carga (kW)	Potência fornecida à carga pela geração fotovoltaica (KW) - Pforneida	Potência fornecida ao banco de baterias (kW) - Pfbat	Potência armazenada nas baterias - Ebat	Energia armazenada no banco kWh - Ebanco	Potência fornecida à carga pelo banco de baterias [kW]	Saldo de Energia (Negativo = DEFICIT Positivo= SUPERAVI	DEFICIT OU SUPERAVIT		
3												1.451,7360					
4	01/01/1998	00:00	0	0	-	-	0,60	29,99	0	0	-	1421,750858	29,98514237	-			
5	01/01/1998	01:00	1	0	-	-	0,61	30,48	0	0	-	1391,267069	30,4837889	-			
6	01/01/1998	02:00	2	0	-	-	0,62	31,03	0	0	-	1360,241689	31,02538009	-			
7	01/01/1998	03:00	3	0	-	-	0,60	30,16	0	0	-	1330,086396	30,15529278	-			
8	01/01/1998	04:00	4	0	-	-	0,57	28,30	0	0	-	1301,78444	28,30195592	-			
9	01/01/1998	05:00	5	0	-	-	0,53	26,32	0	0	-	1275,462009	26,32243095	-			
10	01/01/1998	06:00	6	0	-	-	0,50	25,17	0	0	-	1250,29135	25,17065923	-			
11	01/01/1998	07:00	7	189	58,30	47,75	0,50	25,06	25,05810759	22,68722776	20,4185	1270,709855	0	-			
12	01/01/1998	08:00	8	317	97,78	80,08	0,48	24,17	24,17377323	55,90702733	50,3163	1321,026179	0	-			
13	01/01/1998	09:00	9	436	134,48	110,14	0,49	24,53	24,52974579	85,61293258	77,0516	1398,077819	0	-			
14	01/01/1998	10:00	10	832	256,63	210,18	0,48	23,89	23,89005353	186,2904703	167,6614	1451,736	0	114,003	SUPERAVIT		
15	01/01/1998	11:00	11	654	201,73	165,21	0,51	25,35	25,34772963	139,8662879	125,8797	1451,736	0	125,880	SUPERAVIT		
16	01/01/1998	12:00	12	985	303,82	248,83	0,55	27,68	27,67569658	221,155813	199,0402	1451,736	0	199,040	SUPERAVIT		
17	01/01/1998	13:00	13	763	235,35	192,75	0,54	27,23	27,22752529	165,5221619	148,9699	1451,736	0	148,970	SUPERAVIT		
18	01/01/1998	14:00	14	710	219,00	179,36	0,50	25,20	25,20464861	154,156135	138,7405	1451,736	0	138,741	SUPERAVIT		
19	01/01/1998	15:00	15	604	186,30	152,58	0,52	26,14	26,14413938	126,4388371	113,7950	1451,736	0	113,795	SUPERAVIT		
20	01/01/1998	16:00	16	298	91,92	75,28	0,58	29,23	29,23391611	46,04708884	41,4424	1451,736	0	41,442	SUPERAVIT		
21	01/01/1998	17:00	17	206	63,54	52,04	0,61	30,32	30,32442554	21,71546378	19,5439	1451,736	0	19,544	SUPERAVIT		
22	01/01/1998	18:00	18	0	-	-	0,59	29,67	0	0	-	1422,069381	29,66661918	-			
23	01/01/1998	19:00	19	0	-	-	0,56	27,83	0	0	-	1394,240223	27,82915759	-			
24	01/01/1998	20:00	20	0	-	-	0,62	30,77	0	0	-	1363,475157	30,76506625	-			
25	01/01/1998	21:00	21	0	-	-	0,62	30,88	0	0	-	1332,593672	30,88148495	-			
26	01/01/1998	22:00	22	0	-	-	0,60	30,14	0	0	-	1302,452016	30,14165632	-			
27	01/01/1998	23:00	23	0	-	-	0,60	29,81	0	0	-	1272,642723	29,80929314	-			
28	02/01/1998	00:00	0	0	-	-	0,57	28,42	0	0	-	1244,224755	28,41796756	-			
29	02/01/1998	01:00	1	0	-	-	0,56	27,86	0	0	-	1216,364457	27,86029756	-			
30	02/01/1998	02:00	2	0	-	-	0,56	28,22	0	0	-	1188,145541	28,218916	-			
31	02/01/1998	03:00	3	0	-	-	0,55	27,54	0	0	-	1160,610484	27,5350579	-			
32	02/01/1998	04:00	4	0	-	-	0,52	25,76	0	0	-	1134,854474	25,7560092	-			
33	02/01/1998	05:00	5	0	-	-	0,46	23,20	0	0	-	1111,658659	23,19581544	-			
34	02/01/1998	06:00	6	0	-	-	0,47	23,61	0	0	-	1088,05029	23,60836912	-			
35	02/01/1998	07:00	7	183	56,45	46,23	0,45	22,33	22,32633871	23,9032717	21,5129	1109,563234	0	-			
36	02/01/1998	08:00	8	424	130,78	107,11	0,45	22,43	22,42708567	84,68414284	76,2157	1185,778963	0	-			
37	02/01/1998	09:00	9	647	199,57	163,45	0,45	22,39	22,38699041	141,0586814	126,9528	1312,731776	0	-			

f) Cenário com armazenamento em banco de baterias de íon-lítio

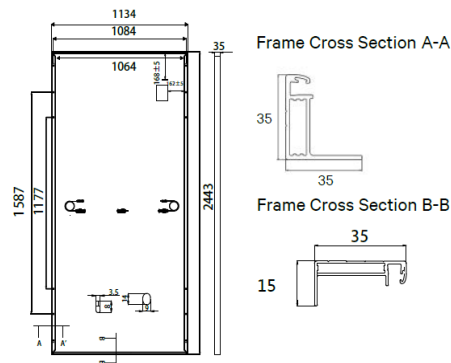
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1			Potência d	398,250	Wp						Capacidade do banco d	1.283,4000	kWh				
2	Data	Hora	Hora	GHI (w/m2) por hora	Potência fotovoltaico (kW)	Potência de saída (Inversor) [kW]	Carga (pu)	Carga (kW)	Pfornecida	Potência fornecida à carga pela geração fotovoltaica (KW) - Pfbat	Potência fornecida ao banco de baterias (kW)	Potência armazenada nas baterias - Ebat	Ebanco	Energia armazenada no banco kWh - de baterias [kW]	Potência fornecida à carga pelo banco de baterias [kW]	Saldo de Energia (Negativo = DEFICIT Positivo=SUPERAVIT)	DEFICIT OU SUPERAVIT
3													1.283,4000				
4	01/01/1998	00:00	0	0	-	-	0,60	29,99	0	0	0	-	1253,414858	29,98514237	-	-	
5	01/01/1998	01:00	1	0	-	-	0,61	30,48	0	0	0	-	1222,931069	30,4837889	-	-	
6	01/01/1998	02:00	2	0	-	-	0,62	31,03	0	0	0	-	1191,905689	31,02538009	-	-	
7	01/01/1998	03:00	3	0	-	-	0,60	30,16	0	0	0	-	1161,750396	30,15529278	-	-	
8	01/01/1998	04:00	4	0	-	-	0,57	28,30	0	0	0	-	1133,44844	28,30195592	-	-	
9	01/01/1998	05:00	5	0	-	-	0,53	26,32	0	0	0	-	1107,126009	26,32243095	-	-	
10	01/01/1998	06:00	6	0	-	-	0,50	25,17	0	0	0	-	1081,95535	25,17065923	-	-	
11	01/01/1998	07:00	7	189	54,20	44,39	0,50	25,06	25,05810759	19,3332166	18,3666	1100,321906	0	-	-	-	
12	01/01/1998	08:00	8	317	90,91	74,46	0,48	24,17	24,17377323	50,28151655	47,7674	1148,089346	0	-	-	-	
13	01/01/1998	09:00	9	436	125,04	102,41	0,49	24,53	24,52974579	77,87563699	73,9819	1222,071201	0	-	-	-	
14	01/01/1998	10:00	10	832	238,60	195,42	0,48	23,89	23,89005353	171,5257228	162,9494	1283,4	0	101,621	SUPERAVIT		
15	01/01/1998	11:00	11	654	187,56	153,61	0,51	25,35	25,34772963	128,2603445	121,8473	1283,4	0	121,847	SUPERAVIT		
16	01/01/1998	12:00	12	985	282,48	231,35	0,55	27,68	27,67569658	203,6759136	193,4921	1283,4	0	193,492	SUPERAVIT		
17	01/01/1998	13:00	13	763	218,81	179,21	0,54	27,23	27,22752529	151,9818946	144,3828	1283,4	0	144,383	SUPERAVIT		
18	01/01/1998	14:00	14	710	203,62	166,76	0,50	25,20	25,20464861	141,5564105	134,4786	1283,4	0	134,479	SUPERAVIT		
19	01/01/1998	15:00	15	604	173,22	141,86	0,52	26,14	26,14413938	115,7201982	109,9342	1283,4	0	109,934	SUPERAVIT		
20	01/01/1998	16:00	16	298	85,46	69,99	0,58	29,23	29,23391611	40,75875378	38,7208	1283,4	0	38,721	SUPERAVIT		
21	01/01/1998	17:00	17	206	59,08	48,38	0,61	30,32	30,32442554	18,05976908	17,1568	1283,4	0	17,157	SUPERAVIT		
22	01/01/1998	18:00	18	0	-	-	0,59	29,67	0	0	-	1253,733381	29,66661918	-	-		
23	01/01/1998	19:00	19	0	-	-	0,56	27,83	0	0	-	1225,904223	27,82915759	-	-		
24	01/01/1998	20:00	20	0	-	-	0,62	30,77	0	0	-	1195,139157	30,76506625	-	-		
25	01/01/1998	21:00	21	0	-	-	0,62	30,88	0	0	-	1164,257672	30,88148495	-	-		
26	01/01/1998	22:00	22	0	-	-	0,60	30,14	0	0	-	1134,116016	30,14165632	-	-		
27	01/01/1998	23:00	23	0	-	-	0,60	29,81	0	0	-	1104,306723	29,80929314	-	-		
28	02/01/1998	00:00	0	0	-	-	0,57	28,42	0	0	-	1075,888755	28,41796756	-	-		
29	02/01/1998	01:00	1	0	-	-	0,56	27,86	0	0	-	1048,028457	27,86029756	-	-		
30	02/01/1998	02:00	2	0	-	-	0,56	28,22	0	0	-	1019,809541	28,218916	-	-		
31	02/01/1998	03:00	3	0	-	-	0,55	27,54	0	0	-	992,2744835	27,5350579	-	-		
32	02/01/1998	04:00	4	0	-	-	0,52	25,76	0	0	-	966,5184743	25,7560092	-	-		
33	02/01/1998	05:00	5	0	-	-	0,46	23,20	0	0	-	943,3226589	23,19581544	-	-		
34	02/01/1998	06:00	6	0	-	-	0,47	23,61	0	0	-	919,7142898	23,60836912	-	-		
35	02/01/1998	07:00	7	183	52,48	42,98	0,45	22,33	22,32633871	20,65573709	19,6230	939,33724	0	-	-		
36	02/01/1998	08:00	8	424	121,60	99,59	0,45	22,43	22,42708567	77,15980034	73,3018	1012,63905	0	-	-		
37	02/01/1998	09:00	9	647	185,55	151,96	0,45	22,39	22,38699041	129,5769606	123,0981	1135,737163	0	-	-		

ANEXO I

Catálogos e Preços - Informações técnicas dos componentes utilizados na simulação

I – Painel Fotovoltaico

MECHANICAL DIAGRAMS



SPECIFICATIONS

Weight	31kg
Dimensions	2443mm*1134mm*35mm
Cell Dimensions	182*182mm
Cell Amount	78*2 pcs
Maximum System Voltage	1500V
Junction Box	IP68
Frame	Aluminum Alloy
Cable	4mm ² , Landscape: N 1500mm/P 1500mm Portrait: N 200mm/P 300mm
Connector	MC4 compatible
Application Level	Class A

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

	580W	585W	590W	595W	600W	605W
Power	580W	585W	590W	595W	600W	605W
Open Circuit Voltage	53.30V	53.50V	53.70V	53.90V	54.10V	54.30V
Short Circuit Current	13.81A	13.87A	13.94A	14.01A	14.08A	14.15A
Maximum Power Voltage	44.40V	44.60V	44.80V	45.00V	45.20V	45.40V
Maximum Power Current	13.07A	13.12A	13.17A	13.22A	13.27A	13.32A
Module Efficiency	20.94%	21.12%	21.30%	21.48%	21.66%	21.84%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NMOT

	428W	431W	435W	438W	442W	446W
Power	428W	431W	435W	438W	442W	446W
Open Circuit Voltage	49.80V	50.00V	50.20V	50.40V	50.60V	50.80V
Short Circuit Current	11.13A	11.18A	11.23A	11.28A	11.33A	11.38A
Maximum Power Voltage	41.40V	41.60V	41.80V	42.00V	42.20V	42.39V
Maximum Power Current	10.32A	10.36A	10.41A	10.45A	10.50A	10.54A
Module Efficiency	15.45%	15.56%	15.70%	15.81%	15.95%	16.10%

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

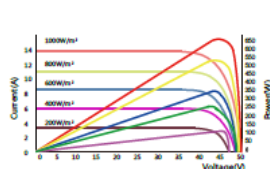
NMOT	41±3°C	Temp Coefficient of ISC	+0.05%/°C
Temp Coefficient of VOC	-0.28%/°C	Temp Coefficient of Pmax	-0.36%/°C

PACKING CONFIGURATION

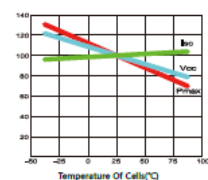
Modules/Pallet	31 Pieces	Modules/40'Container	558 Pieces
Packing Description	17 Pallets, Total=(31+31)x9=558 Pieces		

CHARACTERISTICS

LP182*182-M-78-MH-580W



LP182*182-M-78-MH-580W



MAXIMUM RATING

Output Tolerance	0~+5W
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Wind Load/Snow Load	2400pa/5400pa
Fuse Current	25A

15 YEARS Quality Warranty

25 YEARS Power Warranty

II- Inversor

[DESCRIÇÃO](#) [INFORMAÇÃO ADICIONAL](#) [DOCUMENTAÇÃO](#) [COMENTÁRIOS](#)

Inversor Epever Ipower Plus de 48Vcc para 220Vca com potência contínua de 5000W e formato de onda do tipo senoidal pura. Simples e fácil de instalar, com garantia de 2 anos contra defeito de fabricação.

Tipo de Onda		Senoidal Pura
Tensão de Entrada		48 Vcc
Tensão de Saída		220 Vca
Potência Contínua		5000 W
Potência de Surto		8000 W
Eficiência		91 %
Garantia		2 anos

[Veja a especificação técnica completa](#)

III – Controlador de Carga

Overview

XTRA series are advanced maximum power point tracking (MPPT) charge controllers, for off-grid photovoltaic systems, with optional display units (XDB1/XDS1/XDS2).

In order to maximize the energy harvest from PV arrays and simultaneously minimize the power loss within a wide range of operating conditions, XTRA series apply an advanced smart algorithm which results in up to 30% higher efficient charging, compared to a conventional pulse width modulation (PWM) charge controller. Xtra series controller have limit protection function on charging current & charging power, as well as auto derating power operation at high temperature; the above protection ensure the stability of system even at exceeded rated PV power and over temperature conditions.

Protection class IP32 and isolated RS485 communication port further improve the controller's reliability under different application requirements. XTRA series controllers incorporate a self-adaptive three-stage charging algorithm based on a digital control circuit, which effectively prolongs the lifespan of battery and significantly improve the system performance. It also has extensive electronic protection for overcharge, over discharge, PV&battery reverse polarity and etc. to ensure the sustainability and durability of the off-grid solar system.



Features

- Advanced MPPT technology & ultra-fast tracking speed is up to 99.5 % guaranteed
- Maximum DC/DC transfer efficiency is as high as 98 %,full load transfer efficiency is up to 97.4 %
- Wide MPP operating voltage range
- Low temperature protection and self activate function for lithium battery charging
- Limit charging power & current over rated range
- Real-time energy statistics function
- Multiple load work modes
- Comprehensive electronic protection
- Compatible with lead acid and lithium-ion^①batteries
- Over temperature protection and power degrading in higher temperature
- Optional LCD display units (XDB1/XDS1/XDS2) and accessories
- High quality and low failure rate components of ST or IR to ensure service life
- Isolated RS485 communication port with 5V/200mA protected output, with standard Modbus protocol
- Monitor and set the parameters via APP or PC software
- Dustproof and waterproof design with IP32^② protection class
- CE certification(LVD IEC62109,EMC EN3/1-6-61000)

① If using Lithium battery,customer should ask help for "PCsoftware" to set the lithium battery parameters

② Ingress of solid objects: Protected against solid objects over 2.5mm

② Ingress of liquids: Protected against falling drops of water, if the case is disposed up to 15 from vertical



Solar Car



Solar Home



Solar Backpack



Solar Boat



Solar Street Light



Solar Power Generator

IV – Bateria de Chumbo-ácido

Denominação Comercial	12MS234
Capacidade Nominal (120hs; 1.80Vpe, 25°C)	234 Ah
Tipo	Estacionária - Selada
Marca	Moura Solar
Fabricante	Acumuladores Moura S/A
País de Fabricação	Brasil
Site	www.moura.com.br

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

1. Gerais

Tensão Nominal	12 Volts
Temperatura de Referência	25°C
Temperatura Máxima de trabalho	Máx: 65°C
Temperatura Mínima de trabalho	Mín: -10°C
Vida útil projetada	5 anos

Método de calculo da bateria:

$$\text{Capacidade C20} = \frac{E_d \times K_e \times K_t \times Q_d}{K_p \times K_c \times V_{cc}}$$

Onde temos:

Capacidade C20: É a capacidade mínima em Ah – regime de 20 horas

E_d : É o consumo diário = Wh

K_e : Fator de envelhecimento da bateria

K_t : Fator de correção da capacidade com a temperatura 25° C

Q_d : Quantidade de dias sem irradiação suficiente para se gerar energia através do Arranjo FV

K_p : Máxima profundidade de descarga permitida para a bateria (DOD_{max})

K_c : Eficiência coulômbica da bateria quando em carga

V_{cc} : Tensão nominal da bateria Vcc

Recomenda-se:

- Fator de envelhecimento 1,25
- Fator de correção da capacidade com a temperatura: $T > = 25^\circ \text{C} = 1,00$, $15^\circ \text{C} = 1,12$, $10^\circ \text{C} = 1,19$
- Profundidade de descarga diária: 20%, consultar a engenharia para aplicações específicas
- Eficiência coulômbica de 80% a 90%

V – Moto-Bomba

3TPS

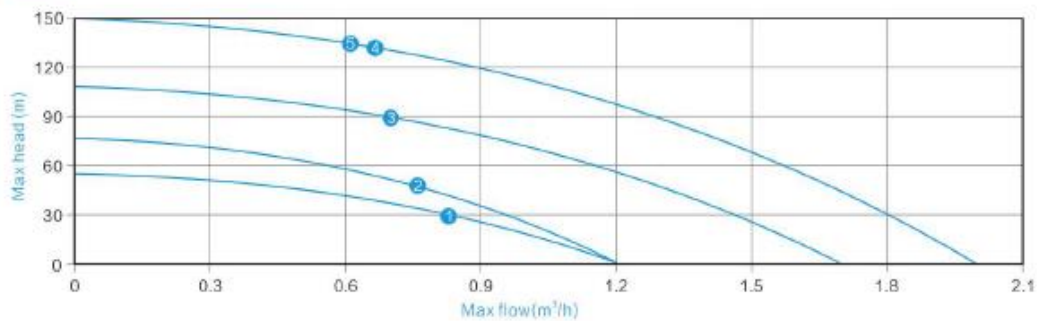
3"SCREW SOLAR PUMP

FREE SPARE PARTS



DC controller

PERFORMANCE CURVES



TECHNICAL DATA

No.	Model	Power(w)	Voltage(v)	Max flow(m ³ /h)	Max head (m)	Outlet(inch)
1	3TPS1.2-56-24-120	120	24	1.2	56	0.75"
2	3TPS1.2-77-24-210	210	24	1.2	77	0.75"
3	3TPS1.7-109-48-500	500	48	1.7	109	0.75"
4	3TPS2.0-150-48-750	750	48	2.0	150	0.75"
5	3TPS2.0-150-72-750	750	72	2.0	150	0.75"