UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS ESCOLA DE ENGENHARIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA ESPECIALIZAÇÃO EM FONTES RENOVÁVEIS: GERAÇÃO, OPERAÇÃO E INTEGRAÇÃO

José Augusto de Faria Colodette

USO DE MICRO INVERSORES EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS – AVALIAÇÃO COMPARATIVA E ESTUDO DE CASO

Belo Horizonte 2019 José Augusto de Faria Colodette

USO DE MICRO INVERSORES EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS -AVALIAÇÃO COMPARATIVA E ESTUDO DE CASO

Monografia de especialização submetida à Banca Examinadora designada pela Comissão Coordenadora da Especialização em Fontes Renováveis, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Certificado de Especialista em Fontes Renováveis.

Orientador: Prof. Dr. Sidelmo Magalhães Silva Co-orientador: Prof. Dr. Victor Flores Mendes

Colodette, José Augusto de Faria. C718u Uso de micro inversores em sistemas fotovoltaicos - avaliação comparativa e estudo de caso [recurso eletrônico] / José Augusto de Faria Colodette. - 2019. 1 recurso online (60 f. : il., color.) : pdf. Orientador: Sidelmo Magalhães Silva. Coorientador: Victor Flores Mendes. "Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fontes renováveis: geração, operação e integração da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais" Anexos: f. 58-60. Inclui bibliografia. Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader. 1. Engenharia elétrica. 2. Energia renovável. 3. Energia - Conversão. 4. Geração de energia fotovoltaica. I. Silva, Sidelmo Magalhães. II. Mendes, Victor Flores. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título. CDU: 621.3

Ficha catalográfica: Biblioteca Profº Mário Werneck, Escola de Engenharia da UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



CURSO DE FONTES RENOVÁVEIS - GERAÇÃO, OPERAÇÃO E INTEGRAÇÃO



ATA DA DEFESA DA MONOGRAFIA DO ALUNO JOSÉ AUGUSTO DE FARIA COLODETTE

Realizou-se, no dia 18 de dezembro de 2019, às 17:00 horas, Sala 2305 - 20. andar - bloco 1 -Escola de Engenharia, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de monografia, intitulada "Uso de micro inversores em sistemas fotovoltaicos - Estudo de caso e avaliação comparativa", apresentada por JOSÉ AUGUSTO DE FARIA COLODETTE, número de registro 2018707897, graduado no curso de ENGENHARIA ELÉTRICA-ELETRÔNICA, como requisito parcial para a obtenção do certificado de Especialista em FONTES RENOVÁVEIS - GERAÇÃO, OPERAÇÃO E INTEGRAÇÃO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Sidelmo Magalhaes Silva - Orientador (Universiadde Federal de Minas Gerais), Prof(a). Victor Flores Mendes (Departamento de Eng. Elétrica-UFMG).

A Comissão considerou a monografia:

(🗙) Aprovada

() Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 18 de dezembro de 2019.

Prof(a). Sidelmo Magalhaes Silva (Doutor)

Prof(a). Victor Flores Mendes (Doutor)

Dedico este trabalho à minha esposa, Anita, e a meus filhos, Mariana e Augusto, por serem sempre presentes e fundamentais em todas as minhas conquistas

AgradecimentosAo meu orientador, Prof. Dr. Sidelmo MagalhãesSilva, pelo apoio prestado durante a elaboração deste
trabalho

Ao coordenador do curso, Prof. Dr. Victor Flores Mendes, pelo incentivo durante todas as etapas da especialização

À equipe de apoio, pelos serviços prestados durante todas as etapas da especialização

Aos colegas do curso, pela troca de valiosas informações e experiências que possibilitaram nosso aperfeiçoamento profissional

À minha esposa, Anita, e a meus filhos, Mariana e Augusto, que sempre acreditaram no sucesso deste trabalho e são minha maior inspiração para prosseguir

A meus pais, in memoriam, que me deram o dom da vida e sempre apoiaram o meu processo de aprendizado

RESUMO

A crescente utilização de fontes renováveis em sistemas de geração levou ao aparecimento de novas tecnologias que têm como meta realizar da forma mais eficiente possível a conversão de energia de uma fonte primária renovável em outra forma de energia, particularmente a energia elétrica. Estas tecnologias baseiam-se, fundamentalmente, na criação de topologias e circuitos que possibilitem melhorar a eficiência de conversão. Para os sistemas fotovoltaicos este conceito está focado na eficiência dos conversores C.C. para C.A., os quais transformam a energia solar em energia elétrica. Dentre as tecnologias introduzidas no mercado, o aparecimento de micro inversores levou a mudanças nos projetos de sistemas fotovoltaicos visando atingir esta meta de maior eficiência na conversão. Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo comparativo entre as topologias convencionais e as que utilizam micro inversores, baseado na produção de energia em termos anuais, por meio de simulações computacionais de ambos os sistemas em situações específicas.

Palavras-chave: Energias renováveis, sistemas fotovoltaicos, micro inversores, conversão de energia

ABSTRACT

The growing use of renewable sources in generating systems led to the emergence of new technologies which intend as a goal to realize, using the best possible way, the energy conversion from a renewable primary source in another form of energy, particularly the electrical energy. These technologies are based, fundamentally, in the creation of topologies and circuits that may improve the conversion efficiency. For the photovoltaic systems this concept is focused on the efficiency of the DC to AC converters, which generate electric energy out of the solar energy. Among all the technologies introduced in the market, the rising of the micro inverters brought changes in the design of photovoltaic systems aiming this best possible efficiency. This work has the objective to present a comparative study among the traditional topologies and those which utilize micro inverters, based on energy production in annual terms by means of computational simulations of both systems in specific scenarios.

Keywords: Renewable energies, photovoltaic systems, micro inverters, energy conversion

Lista de ilustrações

Figura 1: Efeito fotovoltaico	12
Figura 2: Circuito equivalente de célula fotovoltaica	13
Figura 3: Característica I-V de uma célula fotovoltaica típica	13
Figura 4: Influência da irradiação e temperatura em célula fotovoltaica típica	14
Figura 5: Ponto de potência máxima (MPP) de uma célula fotovoltaica típica	15
Figura 6: Célula monocristalina típica	16
Figura 7: Célula policristalina típica	16
Figura 8: Células amorfas típicas	17
Figura 9: Célula de película fina típica	17
Figura 10: Eficiência das diferentes tecnologias de células fotovoltaicas	18
Figura 11: Associação de 36 células fotovoltaicas	19
Figura 12: Estrutura de um módulo fotovoltaico policristalino típico	19
Figura 13: Ligação típica dos diodos de bypass	20
Figura 14: Módulos ligados em série	21
Figura 15: Módulos ligados em paralelo	21
Figura 16: Ligação série-paralelo de módulos	22
Figura 17: Efeito de sombreamento na curva de uma string	23
Figura 18: Comparativo de sistemas com sombreamento	23
Figura 19: Sistema isolado típico	24
Figura 20: Sistema conectado à rede típico	25
Figura 21: Sistema híbrido típico	
Figura 22: Sistema com inversor central	
Figura 23: Sistema com inversor string	27
Figura 24: Sistema com inversor multi-string	
Figura 25: Sistema com micro inversor	
Figura 26: Topologia interna típica de um micro inversor	
Figura 27: Módulos conectados a um inversor central ou de string	29
Figura 28: Módulos conectados individualmente a micro inversores	29
Figura 29: Tela do SAM com o modelamento do módulo fotovoltaico	31
Figura 30: Tela do simulador com o modelamento do inversor string	32
Figura 31: Sistema simulado com inversor string	
Figura 32: Tela do simulador com o modelamento do sistema string	
Figura 33: Cenário sem sombreamento	34
Figura 34: Tabela de irradiação solar sem sombreamento	
Figura 35: Cenário com sombreamento parcial	35
Figura 36: Tabela de irradiação solar com sombreamento parcial	35
Figura 37: Tela de configuração de perdas do simulador – Inversor string	

Figura 38: Tela do simulador com o modelamento do micro inversor	37
Figura 39: Sistema simulado com micro inversores	38
Figura 40: Tela do simulador com o modelamento do sistema com micro inversor	38
Figura 41: Cenário com sombreamento parcial e dois micro inversores	39
Figura 42: Tabela de irradiação solar com sombreamento parcial – Micro inversor 1	41
Figura 43: Tabela de irradiação solar com sombreamento parcial – Micro inversor 2	42
Figura 44: Tela de configuração de perdas do simulador – Micro inversor	43
Figura 45: Inversor string – sem sombreamento	44
Figura 46: Micro inversor 1 – sem sombreamento	45
Figura 47: Micro inversor 2 – sem sombreamento	46
Figura 48: Inversor string – com sombreamento	47
Figura 49: Micro inversor 1 – com sombreamento	48
Figura 50: Micro inversor 2 – com sombreamento	49
Figura 51: Comparativo – Sistemas sem sombreamento	50
Figura 52: Comparativo – Sistemas com sombreamento	51
Figura 53: Local da instalação e lay-out dos módulos no telhado	52
Figura 54: Arquitetura do sistema	53
Figura 55: Unidade de comunicação ECU-C	53
Figura 56: Tela do aplicativo EMA APsystems	54
Figura 57: Curva característica de potência de módulo gerador fotovoltaico	54
Figura 58: Energia produzida no período pelo sistema real	55

Lista de abreviaturas ou siglas

- C.A. Corrente Alternada
- C.C. Corrente Contínua
- EVA Ethylene Vinil Acetate
- MPP Maximum Power Point
- MPPT Maximum Power Point Tracking
- FIRJAN Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
- ABSOLAR Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
- NREL National Renewable Energies Laboratory
- ROI Return of Investment
- STC Standard Test Conditions
- ECU Energy Communication Unit
- EMA Energy Monitoring Application
- SAM System Advisor Model

Sumário

Capítulo 1	9
1.1 Introdução	9
1.2. Objetivo geral	10
1.3. Objetivos específicos	10
1.4. Metodologia	10
1.5. Organização do texto	11
Capítulo 2	12
2.1. Caracterização dos sistemas fotovoltaicos	12
2.1.1. Efeito fotovoltaico	12
2.1.2. Célula fotovoltaica	13
2.1.3. MPPT	15
2.2. Tecnologias das células fotovoltaicas	15
2.2.1. Células monocristalinas	16
2.2.2. Células policristalinas	16
2.2.3. Células amorfas	16
2.2.4. Células de película fina	17
2.3. Módulo fotovoltaico	19
2.3.1. Estrutura interna de módulos fotovoltaicos	19
2.3.2. Ligação de módulos fotovoltaicos	21
2.3.3. Efeito de sombreamento (perdas de potência)	22
2.4. Tipos de sistemas fotovoltaicos	24
2.4.1. Sistemas isolados da rede (off-grid)	24
2.4.2. Sistemas conectados à rede (on-grid)	24
2.4.3. Sistemas híbridos	25
2.5. Estrutura de montagem de sistemas fotovoltaicos	26
2.5.1. Sistemas com inversor central	26
2.5.2. Sistemas com inversor string	27
2.5.3. Sistemas com inversor Multi-string	27
2.5.4. Sistemas com micro inversores	28
2.5.5. Comparação qualitativa das estruturas mais usadas	29
Capítulo 3	31
3.1. Sistema com inversor string	32
3.2. Sistema com micro inversores	36
Capítulo 4	44
4.1. Resultados obtidos	44
4.1.1. Simulação sem sombreamento	44
4.1.2. Simulação com sombreamento	47

4.1.3. Comparativo das simulações	
4.2. Sistema de geração real – estudo de caso	
Capítulo 5	
5.1. Conclusões	
5.2. Proposta de continuidade	
Referências bibliográficas	
Anexo 1	
Anexo 2	
Anexo 3	60

Capítulo 1

1.1 Introdução

A procura por sistemas alternativos de geração de energia elétrica vem crescendo à medida em que o preço da energia gerada pelas concessionárias aumenta a cada ano [1]. Assim como os consumidores industriais, os consumidores residenciais vêm buscando formas de baratear o custo da energia consumida através de fontes que, além serem renováveis, se mostram cada vez mais viáveis. Entre elas encontra-se a energia fotovoltaica, que tem apresentado um crescimento bastante acentuado apresentando custos decrescentes ao longo dos últimos anos [3].

Tem existido uma forte percepção da população brasileira no sentido de massificar esta forma de energia, desde os pequenos produtores (micro geração) até as grandes centrais fotovoltaicas [2].

Mesmo com uma massificação na produção de módulos fotovoltaicos a nível mundial, o rendimento destes módulos encontra-se ainda abaixo do pretendido, menor que 20% nas versões comerciais [4]. Devido a este cenário, pretende-se encontrar soluções que possam otimizar o rendimento da conversão de energia solar para energia elétrica de forma a diminuir o tempo de retorno do investimento (ROI). Atualmente, surgem no mercado soluções variadas que têm como objetivo a otimização, monitoramento e manutenção dos painéis fotovoltaicos e por sua vez o aumento da eficiência global dos sistemas.

A grande maioria dos sistemas de geração utilizando fonte de energia solar são projetados usando uma configuração tradicional onde vários módulos fotovoltaicos são ligados em arranjos série-paralelo os quais alimentam um conversor C.C./C.A., também chamado de inversor de tensão ou simplesmente inversor.

Esta configuração mostra-se susceptível a vários problemas, tais como sombreamento em módulos, afetando todo o arranjo ligado à entrada do inversor, impossibilidade de realizar a busca pelo ponto de máxima potência por módulo, alta perda por diferenças entre módulos (mismatch), altos níveis de tensão do lado de corrente contínua, entre outros.

Neste cenário, o uso de micro inversores para aplicação com módulos fotovoltaicos pode ser uma boa opção, permitindo a correção parcial dos problemas apontados e aumentando a modularidade do sistema. A conexão com o uso de um circuito de máxima potência (MPPT) por módulo fotovoltaico permite, teoricamente, a produção de mais energia por módulo. Outra vantagem é a possibilidade de monitoramento individual de cada módulo, permitindo a detecção rápida de eventuais problemas pontuais.

1.2. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma descrição das estruturas comumente utilizadas nos sistemas fotovoltaicos, apresentar o uso de micro inversores como alternativa para projeto destes sistemas e comparar sua produção de energia a médio e longo prazo com sistemas tradicionalmente usados no mercado usando métodos de simulação computacional.

1.3. Objetivos específicos

Primeiramente, o trabalho tem como objetivo específico apresentar conceitos de geração de energia fotovoltaica, seus componentes e tecnologia de modo a tornar mais fácil a interpretação do trabalho.

Em seguida, realizar a simulação, por meio de um programa computacional apropriado, da produção de energia de dois sistemas, o primeiro usando uma estrutura convencional de montagem com um inversor tradicional e o segundo usando micro inversores em condições normais e de sombreamento. Após a finalização das simulações, os resultados são comparados.

Posteriormente, será apresentada a produção de energia durante os meses de agosto a dezembro de um sistema real, usando micro inversores, montado em telhado residencial.

1.4. Metodologia

Para alcançar os objetivos pretendidos, é realizada a simulação de um sistema usando um arranjo série de oito módulos fotovoltaicos, com especificações técnicas idênticas ao do modelo DHP72-330, fabricante DAH Solar, com potência de 330W_p, ligados a um inversor, cujas especificações técnicas são idênticas ao do modelo Sunny Boy 2.0, fabricante SMA, com potência de 2.000W e uma entrada MPPT.

A mesma simulação é realizada para um sistema usando o mesmo modelo de módulo fotovoltaico com o mesmo arranjo de montagem e mesmo número de módulos, porém utilizando dois micro inversores, com especificações técnicas baseadas no modelo YC1000, fabricante APsystems, com potência de 900W e quatro entradas MPPT, ligadas a cada módulo individualmente.

Para ambas as situações a simulação é feita usando um ambiente livre de obstáculos (sem sombreamento) e outro com obstáculos laterais provocando sombreamentos durante parte do dia, de modo a determinar quantitativamente as diferenças na produtividade dos sistemas.

Estas simulações são feitas usando o programa de simulação SAM, versão 2018.11.11, revisão 4, desenvolvido e disponibilizado gratuitamente pelo NREL.

Os dados de energia produzida são apresentados em uma tabela na qual pode-se verificar o desempenho de cada sistema individualmente por mês bem como a relação percentual entre as energias produzidas no período por ambos os sistemas.

Em seguida, apresenta-se os valores de energia produzida por um sistema em funcionamento na cidade de Belo Horizonte, composto de oito módulos fotovoltaicos e dois micro inversores trifásicos. Os valores de energia produzida são obtidos através de seu sistema de monitoramento remoto.

1.5. Organização do texto

A presente monografia encontra-se dividida em cinco capítulos onde são expostos todos os conceitos e o trabalho desenvolvido. Abaixo encontra-se uma breve descrição de cada um dos capítulos.

- Capítulo 1, onde é feita uma breve introdução e, na sequência, a exposição dos objetivos, metodologia e organização do texto seguidos na realização do trabalho;
- Capítulo 2, onde é realizada a descrição da tecnologia abordada e feita a caracterização dos sistemas fotovoltaicos;
- Capítulo 3, onde são descritos os sistemas e as técnicas usados nas simulações realizadas neste trabalho;
- Capítulo 4, onde são apresentados os resultados do trabalho, diagramas e dados obtidos, bem como os dados do sistema real;
- Capítulo 5, onde são apresentadas as conclusões do trabalho e a proposta de continuidade.

Capítulo 2

2.1. Caracterização dos sistemas fotovoltaicos

2.1.1. Efeito fotovoltaico

O efeito fotovoltaico foi descoberto por Alexandre-Edmond Becquerel em 1839, quando observou que, ao iluminar placas metálicas imersas em uma solução ácida, surgia uma diferença de potencial entre os eletrodos imersos nessa solução. Em 1876, W.G. Adams e R. E. Day observaram efeito similar em um dispositivo de estado sólido fabricado com selênio. Os primeiros dispositivos que podem ser denominados de células solares ou células fotovoltaicas foram fabricados em selênio e desenvolvido por C. E. Frits em 1883. Nos anos 1950, ou seja, mais de 110 anos após a descoberta de Becquerel, foram fabricados nos laboratórios Bell, nos Estados Unidos, as primeiras células fotovoltaicas baseadas nos avanços tecnológicos na área de dispositivos semicondutores. Estas células fotovoltaicas foram fabricadas a partir de lâminas de silício cristalino e atingiram uma eficiência de conversão de energia solar em elétrica, relativamente alta para a época, de 6%, com potência de 5mW e área de 2cm² [3].

Segundo os princípios do efeito fotovoltaico, a incidência de fótons em uma camada n de um material semicondutor fornece energia aos elétrons (portadores majoritários) que, quando superior à banda de energia intrínseca do semicondutor (bandgap), provoca a criação de pares elétron-lacuna. O campo elétrico devido à existência da junção p-n promove a circulação dos elétrons pelo circuito de carga (exterior à célula fotovoltaica) [5].



Figura 1: Efeito fotovoltaico

2.1.2. Célula fotovoltaica

A célula é o menor elemento do sistema fotovoltaico, produzindo tipicamente máximas potências elétricas na ordem de $4W_p$ (correspondentes a uma tensão de 0,5 V e uma corrente de 8 A) [7]. O circuito equivalente de uma célula fotovoltaica é apresentado na Figura 2, onde I_{PV} e V_{PV} são a corrente e tensão de saída da célula, respectivamente.



Figura 2: Circuito equivalente de célula fotovoltaica Fonte: [6]

Neste circuito, a fonte de corrente I_0 e o diodo D em paralelo modelam a geração fotovoltaica e as resistências R_p e R_s modelam as perdas no interior da célula.

As condições nominais de teste STC (Standard Test Conditions), normalizadas para a realização das medidas dos parâmetros característicos da célula, são:

- Radiação incidente: H_r = 1000 W/m²;
- Temperatura: $T = 25^{\circ}C$;
- Massa de ar: AM = 1,5.

A Figura 3 representa a característica I-V de uma célula fotovoltaica típica para as condições de referência, onde I_{SC} é a corrente de curto-circuito, V_{OC} é a tensão de circuito aberto, I_{MP} é a corrente de máxima potência, V_{MP} é a tensão de máxima potência e P_{MP} é o ponto de máxima potência.



Figura 3: Característica I-V de uma célula fotovoltaica típica Fonte: [7]

A radiação incidente e a temperatura às quais a célula fotovoltaica está sujeita influenciam a tensão e corrente (e consequentemente a potência) que a célula pode gerar.



Figura 4: Influência da irradiação e temperatura em célula fotovoltaica típica Fonte: [7]

Tal como se pode observar pela Figura 4, a corrente de curto-circuito aumenta de forma aproximadamente linear com o aumento da radiação incidente ao passo que o valor de tensão de circuito aberto pouco varia com a variação da radiação.

A temperatura também é um parâmetro importante uma vez que, estando as células expostas aos raios solares, o seu aquecimento é considerável. Além disso, uma parte da incidência solar absorvida não é convertida em energia elétrica, mas sim dissipada sob a forma de calor. Esta é a razão pela qual a temperatura da célula é sempre superior à temperatura ambiente. Observa-se através da figura abaixo que a tensão de circuito aberto é bastante influenciada pela temperatura e a corrente de curto-circuito praticamente não é alterada.

2.1.3. MPPT

A potência máxima produzida pelo sistema fotovoltaico varia com as condições ambientais tais como a temperatura e a irradiação, sendo naturalmente desejável o funcionamento sempre à máxima potência [7].



Figura 5: Ponto de potência máxima (MPP) de uma célula fotovoltaica típica Fonte: [7]

De forma a operar o módulo fotovoltaico no ponto de operação correspondente à potência máxima (MPP, mostrado na Figura 5) para uma determinada situação de irradiação e temperatura, os inversores fotovoltaicos são equipados com um conversor eletrônico designado por seguidor de potência máxima (MPPT).

O conversor MPPT é um circuito de potência microprocessado onde é implementado um algoritmo de controle que, de acordo com as condições ambientais, ajusta seu ponto de operação adaptando-se de modo que opere sempre à máxima potência do módulo fotovoltaico para aquela situação específica.

Desta forma, espera-se que o conversor MPPT extraia sempre a máxima potência do módulo fotovoltaico maximizando sua produção de energia ao longo do tempo.

2.2. Tecnologias das células fotovoltaicas

Atualmente são comercializados vários tipos de células fotovoltaicas que, dependendo do material utilizado em sua fabricação, podem ser classificadas como monocristalinas, policristalinas e amorfas. Existem também novas tecnologias em fase de desenvolvimento e comercialização. A seguir é apresentado um breve resumo destas tecnologias [8, 10].

2.2.1. Células monocristalinas

Estas células possuem um rendimento que se aproxima de 25% em laboratório e cerca de 18% a 20% em escala industrial. As técnicas utilizadas para produção deste tipo de células são complexas e caras, devido à grande quantidade de energia consumida durante a sua fabricação, assim como a necessidade de se utilizar materiais em estado muito puro, cerca de 98% e 99% de grau de pureza, o que reflete diretamente no preço final elevado para o consumidor.



Figura 6: Célula monocristalina típica Fonte: [10]

2.2.2. Células policristalinas

Estas células possuem um rendimento elétrico de cerca de 15% a 18%. O processo de fabricação não é tão complexo como o das monocristalinas, em grande parte, devido ao fato de o silício utilizado nestas células conter imperfeições, resultantes do seu processo de fabricação. O custo de produção é inferior ao das células monocristalinas, por necessitarem de menos energia durante sua fabricação. São as células que apresentam uma melhor relação custo/benefício sendo por isso bastante utilizadas.



Figura 7: Célula policristalina típica Fonte: [10]

2.2.3. Células amorfas

As células amorfas são compostas por um suporte de vidro ou de outra matéria sintética, na qual é deposta uma camada fina de silício. O rendimento deste tipo de células (6 a 9%) é mais baixo do que nas células cristalinas, mas, mesmo assim, a energia produzida é aceitável.

Apresentam como vantagem o fato de reagirem melhor à luz difusa e à luz fluorescente e apresentarem melhores desempenhos a temperaturas elevadas.



Figura 8: Células amorfas típicas Fonte: [10]

2.2.4. Células de película fina

As células de película fina tais como CIS (Copper Indium Selenium), CdTe (Cadmium Telluride) e CiGs (Copper Indium Gallium Selenide) estão atualmente sendo introduzidas para comercialização, apresentando-se ainda em fase de desenvolvimento. Apesar de possuírem baixas eficiências, as células de película fina são uma alternativa promissora ao silício, por serem muito mais resistentes aos efeitos de sombreamento e a temperaturas elevadas. Estas apresentam os custos de produção mais baixos de todos.

Os painéis solares de CIS apresentam, como o a-Si (silício amorfo) e o CdTe, uma agradável aparência estética. Deste modo encontram aplicações arquitetônicas diversas, devido às vantagens de utilizarem tecnologias de película fina e permitirem a passagem parcial de luz.



Figura 9: Célula de película fina típica Fonte: [10]

A procura pelos limites da eficiência de conversão foi uma obsessão científica e tecnológica até meados dos anos noventa. Atingiram-se eficiências de 25% para o silício cristalino, e a melhor célula feita até hoje, construída como uma cascata de diferentes semicondutores, ou tandem, ultrapassou 34% [10].

A título ilustrativo, a Figura 10, apresentada na página seguinte, apresenta a evolução na eficiência das células fotovoltaicas de acordo com suas tecnologias.



Figura 10: Eficiência das diferentes tecnologias de células fotovoltaicas Fonte: [9]

2.3. Módulo fotovoltaico

O módulo fotovoltaico é composto por associação de várias células em série de modo a aumentar a tensão de saída, conforme mostrado na Figura 11. A corrente de saída total apresenta valor numérico igual à corrente de uma célula. A tensão de saída do módulo é igual à tensão da célula com a qual é construído multiplicado pelo número de células em série. Os módulos fotovoltaicos fabricados atualmente alcançam potências na faixa de 250 W_p a 410 W_p.





2.3.1. Estrutura interna de módulos fotovoltaicos

A Figura 12 apresenta a estrutura interna de um módulo fotovoltaico com seus principais componentes, usados com a finalidade de isolar as células e protegê-las das condições ambientais, assim como para assegurar uma maior rigidez.

O módulo fotovoltaico é composto das seguintes camadas:

- Vidro de alta transparência e temperado;
- Filme de acetato de etilvinila (EVA);
- Células;
- EVA;
- Filme de fluoreto de polivinila (Tedlar) ou vidro;
- Caixilho de alumínio.



Figura 12: Estrutura de um módulo fotovoltaico policristalino típico Fonte: [10]

Uma célula que esteja sombreada funciona como carga para as demais células ocasionando uma dissipação de potência sobre ela e, por consequência, provoca um aquecimento que pode levar a danos à célula. Este fenômeno é conhecido por hot-spot heating (pontos quentes). Para evitar esta situação são conectados em antiparalelo com as células do módulo um diodo conhecido como diodo de bypass (derivação). No funcionamento normal da célula o diodo encontra-se inversamente polarizado, não permitindo que por ele circule corrente elétrica [4].

No entanto, quando uma célula estiver sombreada, o mesmo encontra-se diretamente polarizado, permitindo assim a passagem de corrente. Neste caso, a célula sombreada não gera corrente elétrica, mas também não se comporta como carga para as demais células do módulo. Na prática, os diodos de bypass não estão conectados em antiparalelo por cada célula, mas sim por grupos de células [4].



Figura 13: Ligação típica dos diodos de bypass Fonte: [10]

2.3.2. Ligação de módulos fotovoltaicos

De acordo com a potência pretendida para o sistema, podem ser utilizadas três configurações de ligação dos módulos:

• Ligação em série

Os módulos são ligados em série (string) conforme a Figura 14 com a finalidade de produzirem a tensão de funcionamento pretendida. A tensão é a soma das tensões dos módulos ligados. A corrente é igual em todos os módulos.



Figura 14: Módulos ligados em série Fonte: [11]

• Ligação em paralelo

Esta configuração, conforme ilustrado na Figura 15, é usada com o objetivo de aumentar a corrente de saída, que é a soma direta das correntes produzidas por módulo.



Figura 15: Módulos ligados em paralelo Fonte: [11]

• Ligação série-paralelo

Combinando os dois casos, podemos obter diversas tensões e correntes variando o número de módulos em cada ligação de acordo com a potência que se pretende obter, conforme mostrado na Figura 16.



Figura 16: Ligação série-paralelo de módulos Fonte: [11]

2.3.3. Efeito de sombreamento (perdas de potência)

Em sistemas com mais de um módulo fotovoltaico montado na configuração série/paralelo como mostrado na Figura 16 tem-se um problema de perdas de associação (mismatch loss). Esse efeito corresponde à diminuição da potência total do sistema quando comparada com a soma das potências individuais de todos os módulos associados devido às diferenças elétricas entre os módulos e possíveis sombreamentos.

A possibilidade de degradação dos módulos que compõem a instalação pode aumentar significativamente, dependendo do tipo de ligações existentes, com o sombreamento de apenas uma célula de um módulo, fazendo com que a corrente do sistema diminua e consequentemente a potência do mesmo. Em casos extremos, toda a potência gerada pelo sistema pode ser perdida pelo simples fato de se ter uma célula com defeito ou sombreada.

Em um sistema com vários módulos ligados em série, o efeito de sombreamento em um dos módulos, leva ao aparecimento de vários máximos locais na curva P-V. Neste caso, o MPPT do inversor pode não operar no seu ponto de máxima potência [10].





No caso observado na Figura 17 verifica-se o aparecimento de dois máximos em uma situação de sombreamento. Dependendo da rapidez do algoritmo de MPPT, o ponto de máxima potência pode não ser alcançado, tomando como máximo de potência global o máximo local assinalado na figura.

Em sistemas utilizando micro inversores este efeito fica minimizado em função de que a função MPPT é realizada individualmente por módulo, não comprometendo os demais como mostra a Figura 18.



Figura 18: Comparativo de sistemas com sombreamento Fonte: portalsolar.com.br

2.4. Tipos de sistemas fotovoltaicos

Existem três tipos de sistemas fotovoltaicos: sistemas isolados, sistemas ligados à rede elétrica e sistemas híbridos. Sistemas isolados são os também denominados sistemas off-grid, ou seja, que não se encontram ligados à rede elétrica. Sistemas ligados à rede são os sistemas que operam em paralelo com a rede elétrica. Por fim, sistemas híbridos são sistemas que tanto podem operar sem ligação à rede elétrica como podem funcionar em conjunto com esta. No âmbito deste trabalho interessam principalmente os sistemas fotovoltaicos ligados à rede elétrica. A topologia de cada sistema é determinada essencialmente pelo tipo do inversor utilizado.

2.4.1. Sistemas isolados da rede (off-grid)

Este sistema é totalmente dependente da presença da luz do sol para funcionamento, pois a energia elétrica armazenada pela bateria é finita. Além disso, durante a noite o sistema só opera se a bateria estiver carregada. É muito utilizado em localidades onde a energia elétrica não chega através da rede pública de distribuição, como em comunidades isoladas, ilhas e comunidades ribeirinhas. É utilizado atualmente, também, na iluminação de rodovias, em canteiros centrais e em balanças rodoviárias. A Figura 19 apresenta um diagrama da organização de um sistema isolado utilizando inversor C.C./C.A. para alimentar cargas em corrente alternada.



Figura 19: Sistema isolado típico Fonte: [12]

2.4.2. Sistemas conectados à rede (on-grid)

Os sistemas conectados permitem que a carga seja sempre alimentada, independentemente da quantidade de energia elétrica produzida pelo painel solar. Isto é devido ao fato que a energia provém tanto da rede elétrica pública quanto do painel fotovoltaico. Neste modo não há necessidade de acúmulo de energia elétrica em baterias, uma vez que a própria rede funciona como um acumulador. Quando a instalação fotovoltaica gera mais energia elétrica do que a carga está consumindo, o excedente é exportado para a rede elétrica, e quando a produção é inferior ao consumo, o fluxo de potência se inverte indo da rede elétrica para a instalação.

Este sistema possui muitas vantagens em relação ao isolado, entre elas cita-se o fato de que o custo é inferior, visto que as baterias respondem por 30% do custo do sistema isolado [12]. Além disso, o fornecimento de energia elétrica não fica na dependência somente da irradiação solar, que sofre variações dependendo das condições climáticas, afetando significativamente a quantidade de energia elétrica produzida. Também, o investimento total do sistema gerador pode ser reduzido, já que a autossuficiência na produção de energia elétrica através dos geradores fotovoltaicos não é necessária.

A Figura 20 apresenta um sistema conectado à rede típico também chamado de on-grid.



Figura 20: Sistema conectado à rede típico Fonte: [12]

Uma alternativa para a geração fotovoltaica conectada são os parques geradores de grande potência. Sua característica é concentrar a geração de energia elétrica e transmiti-la aos centros consumidores através das redes de transmissão. Um fator negativo deste sistema são as perdas ao longo destas linhas, aumentando o tempo de amortização do investimento nestes parques.

Uma segunda alternativa são os micro inversores, objetos deste trabalho. São conversores de pequena potência, geralmente acoplados a um único módulo solar e possuem a característica de gerar energia elétrica diretamente na unidade consumidora, eliminando as perdas por transmissão e distribuição.

2.4.3. Sistemas híbridos

Há ainda o modelo híbrido, além dos já citados, que se baseia em uma composição dos sistemas on-grid e off-grid, ou seja, o sistema fotovoltaico que opera conectado à rede elétrica e, em caso de desconexão, é ainda capaz de fornecer energia elétrica devido ao fato de possuir baterias.

A Figura 21 apresenta um sistema híbrido típico.



Figura 21: Sistema híbrido típico Fonte: [12]

2.5. Estrutura de montagem de sistemas fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos utilizam várias configurações de montagem de módulos e inversores para realizar a conversão de energia C.C. em energia C.A.

O algoritmo de controle dos inversores comercializados mundialmente contempla vários tipos de proteções de segurança. Entre elas destacam-se as proteções contra sobretensões e subtensões, proteção contra alterações na frequência da rede assim como proteção antiilhamento, que consiste em desligar o inversor em caso de falha da rede, ou seja, o equipamento apenas funciona sincronizado com a rede.

Esta funcionalidade é de extrema importância pois evita que seja injetada energia na rede quando esta por algum motivo (por exemplo manutenção) seja propositadamente desligada.

2.5.1. Sistemas com inversor central

Esta configuração utiliza inversor(es) centralizado(s) como exemplifica a Figura 22, sendo esta topologia utilizada em grandes usinas.



Figura 22: Sistema com inversor central Fonte: [10]

Neste tipo de configuração os módulos são conectados em série (formando strings) até atingirem um nível de tensão compatível com a entrada do inversor. Em seguida todas as strings são ligadas em paralelo para fornecer a potência necessária para a conversão.

Apesar de os inversores centrais oferecerem uma alta eficiência e um baixo custo por watt a sua utilização é restrita a módulos com iguais características elétricas e sujeitos a condições de sombreamento semelhantes, o que geralmente não constitui um problema para projetos de grandes usinas geradoras.

Vale ressaltar que a confiabilidade deste modelo de sistema fotovoltaico está limitada pelo fato de depender de poucos inversores e em caso de falhas em um deles, um alto percentual da instalação fica comprometida.

2.5.2. Sistemas com inversor string

De forma a contornar o problema do MPPT ao nível das strings, temos os chamados inversores string, como mostra a Figura 23.



Figura 23: Sistema com inversor string Fonte: [10]

Neste tipo de configuração cada string de módulos fotovoltaicos está ligada a um inversor. Deste modo, o inversor permite a adaptação da string ao seu ponto de potência máximo. Ainda assim o sistema tem o seu desempenho degradado no caso de sombreamento em um ou mais módulos dessa string.

2.5.3. Sistemas com inversor Multi-string

Uma variante deste tipo de configuração é a utilização de inversores multi-string. Neste caso, como pode-se observar na Figura 24, o inversor apresenta várias entradas independentes e permite a ligação de várias strings de módulos através de conversores adaptadores que, na maioria dos casos, realizam a função MPPT e, portanto, permite otimizar o desempenho para cada string de módulos conectada ao inversor, o que facilita a instalação com diferentes orientações e inclinações.



Figura 24: Sistema com inversor multi-string Fonte: [10]

2.5.4. Sistemas com micro inversores

A mais recente forma de realizar a conversão C.C./C.A. é utilizando micro inversores. Neste tipo de configuração cada micro inversor está conectado individualmente a cada módulo fotovoltaico ou apresenta entradas para conexão de diversos módulos individualmente como se pode observar na Figura 25.



Figura 25: Sistema com micro inversor Fonte: [10]

O design interno do micro inversor apresenta dois níveis, conforme apresentado na Figura 26. No primeiro é aplicado um algoritmo de MPPT ao mesmo tempo que é feita uma elevação da tensão proveniente do painel fotovoltaico. No segundo nível é realizada a conversão da energia C.C. em C.A.



Figura 26: Topologia interna típica de um micro inversor Fonte: [10]

2.5.5. Comparação qualitativa das estruturas mais usadas

Atualmente a maioria das instalações fotovoltaicas utiliza estruturas em string. Alternativamente, podem ser usados sistemas com micro inversores como principal meio de conversão da energia.

Na configuração utilizando inversores string, os módulos fotovoltaicos são ligados em série e conectados ao inversor através de uma ou mais entradas MPPT, como mostrado na Figura 27, onde se pode observar uma ligação série de seis módulos conectada à entrada única do inversor.



Figura 27: Módulos conectados a um inversor central ou de string Fonte: [10]

Sistemas utilizando micro inversores apresentam entradas individuais por módulo conforme apresentado na Figura 28.



Figura 28: Módulos conectados individualmente a micro inversores Fonte: [10]

As configurações apresentadas têm características distintas conforme a aplicação e as principais estão mostradas na tabela abaixo.

	Sistemas com inversor string	Sistemas com micro inversor
1.	Operam com tensões em corrente contínua que podem alcançar 1.000V, com necessidade de string box e proteção específica	Operam com tensões em corrente contínua da ordem da tensão do módulo fotovoltaico (30V), sem necessidade de proteção adicional
2.	Tamanho e massa dos inversores significativos necessitando local específico para montagem	Tamanho e massa dos inversores pequenos sendo montados abaixo dos módulos fotovoltaicos
3.	Maior consumo durante o período noturno	Menor consumo durante o período noturno
4.	Baixa modularidade: expansão futura do sistema necessita sobre dimensionamento inicial ou substituição do inversor	Alta modularidade: expansão futura do sistema necessita de aquisição de módulos fotovoltaicos e micro inversores adicionais
5.	Módulos montados na string necessitam ter a mesma orientação relativa ao Sol	Módulos podem ser montados com qualquer orientação
6.	Sombreamento, sujeira ou falha em um dos módulos afeta a string inteira reduzindo sua produtividade global	Sombreamento, sujeira ou falha em um dos módulos afeta somente o módulo específico, não alterando a produção dos demais
7.	Garantia máxima de 7 anos com vida útil de 12 anos	Garantia máxima de 15 anos com vida útil de 25 anos
8.	Monitoramento do funcionamento dos módulos fotovoltaicos por string	Monitoramento do funcionamento dos módulos fotovoltaicos individualmente
9.	Eficiência de conversão maior	Eficiência de conversão menor
10.	Alta disponibilidade devido à grande quantidade de fornecedores	Baixa disponibilidade devido ao número reduzido de fornecedores
11.	Tecnologia consolidada	Tecnologia em expansão
12.	Custo por Watt relativamente baixo	Custo por Watt relativamente alto
13.	Instalação em local abrigado e controlado reduzindo influências ambientais	Instalação abaixo dos módulos fotovoltaicos sujeito aos efeitos de temperatura e outras condições ambientais

Capítulo 3

O trabalho está baseado na simulação e análise comparativa da produção anual de dois sistemas, um utilizando inversor string e outro utilizando micro inversores, sem e com sombreamentos parciais. Como informado anteriormente, as simulações foram feitas usando o programa de simulação SAM, versão 2018.11.11, revisão 4, desenvolvido pelo NREL e tem como parâmetro de insolação dados relativos à cidade de Belo Horizonte.

Por não ser objetivo deste trabalho, as simulações foram executadas sem informações financeiras.

Os módulos fotovoltaicos usados em ambas as situações são idênticos e modelados com características técnicas equivalentes ao modelo DHP72-330, fabricante DAH Solar, cujo datasheet encontra-se reproduzido no Anexo 1.

A Figura 29 apresenta a tela do simulador com as características do módulo fotovoltaico inseridas.



Figura 29: Tela do SAM com o modelamento do módulo fotovoltaico Fonte: System Advisor Model (SAM)

De acordo com o datasheet, o módulo foi caracterizado como policristalino, área de 1,938m² e temperatura de operação nominal igual a 45°C. Todas as informações relativas às especificações elétricas foram inseridas conforme datasheet.

Observa-se que a potência do módulo foi calculada pelo simulador com o valor de $330,105W_p$ e a eficiência, com o valor de 17,03%, bem próximos dos valores nominais especificados pelo fabricante ($330W_p$ e 17,02%, respectivamente).

A descrição do modelamento dos sistemas é conforme a seguir.

3.1. Sistema com inversor string

Nesta estrutura, foram modelados oito módulos fotovoltaicos (conforme item anterior) ligados em série formando uma string. Esta estrutura de módulos está conectada à entrada MPPT do inversor, modelado com as características técnicas equivalentes às do modelo Sunny Boy 2.0, fabricante SMA, potência de 2.000W e uma entrada MPPT, cujo datasheet encontrase reproduzido no Anexo 2.

A Figura 30 apresenta a tela do simulador com as características do inversor inseridas.

SAM 2018.11.11: C:\Users\José Augu	sto\Documents\Curso_UFMG\Trabalho de Monografia\	Comparativo de sister	nas.sam		- 6 X
File 🗸 🕂 Add 🛛 Inv Stri	ing 🗸 Inv String Shaded 🗸 Micr	o 1 🗸 Micro	2 🗸 Micro 1 shaded 🔹	 Micro 2 shaded 	🗖 Help
Photovoltaic, No financial	Inverter Datasheet 🗸				
Location and Resource					
Module	Power Katings Maximum AC output power	2000 Wac	You can specify either a weighted	or nominal efficiency. The	
Investor	Weighted efficiency	96.4	manufacturer efficiency can be eit	ther peak or nominal. See	
inverter	O Manufacturer efficiency	97.2	Help for details.		
System Design	Maximum DC input power	2074.69 Wdc			
Shading and Layout	Operating Ranges				
Lossos	Nominal AC voltage	220 Vac	Minimum MPPT DC voltage	80 Vdc	
LOSSES	Maximum DC voltage	600 Vdc	Nominal DC voltage	240 Vdc	
	Maximum DC current	10 Adc	Number of MPPT inputs	1	
	Losses				
	Exercise and	s	uggested value values vo	isheet does not specify loss	
	Power consumption during operation	0 Wdc	0 values to	approximate the losses. See	
	Power consumption at night	2 Wac	0.5 Help for c	letalis.	
	Note: If you are modeling a system with microinverte	rs or DC power optimi	zers, see the "Losses" page to adjust th	ne system losses accordingly.	
	Save / Load Data				
	Save data to file Load data from f	ile			
	Inverter Temperature Derate Curves				
	Import Vdc(V) Istart(C) Slope(%/C	.)	1		
	Export				
	Сору	8	•		
	Paste	ency			
	Rows:	Effici			
	1				
	Cols:		@ 11/4-		
	3		0		
	Update plot		0 10 20 30 Ambient Tem	40 50 60 ip (C)	
Simulate >					
Parametrics Stochastic					
DE0 / D00 Masros					
1507 PSO Macros					

Figura 30: Tela do simulador com o modelamento do inversor string Fonte: System Advisor Model (SAM)

O inversor foi modelado com potência de saída igual a 2000W, eficiência ponderada de 96,4% e faixas operacionais conforme datasheet do produto.

O sistema descrito foi modelado no SAM conforme a Figura 31. Nesta figura observa-se a ligação série dos módulos e a conexão final com o inversor string sendo sua produção anual de energia o resultado desejado da simulação.



Figura 31: Sistema simulado com inversor string Fonte: Acervo LUMEN Sistemas de Energia LTDA

Na Figura 32 é apresentada a tela do simulador com o modelamento do sistema descrito acima.

SAM 2018.11.11: C:\Users\José Augu	to\Documents\Curso_UFMG\Trabalho de Monografia\Comparativo de sistemas.sam	٥	×
File ✔ (+) Add Inv Stri	ng 🗸 Inv String Shaded 🗸 Micro 1 🗸 Micro 2 🗸 Micro 1 shaded 🗸 Micro 2 shaded 🗸		Help
Photovoltaic, No financial	AC Sizing Summary		^
Location and Resource	Number of inverters 1 Total AC capacity 2.000 kWac Total number of modules 8		
Module	DC to AC ratio 1.32 Total inverter DC capacity 2.075 kWdc Total number of strings 1		
Inverter	Size the system using modules per string and strings in parallel inputs below. Nameplate DC capacity 2.641 kWdc Total module area 15.5 m ²		
System Design	Estimate Subarray 1 configuration		
Shading and Layout	DC Sizing and Configuration To model a system with one array, specify properties for Subarray 1 and disable Subarrays 2, 3, and 4. To model a system with up to four subarrays connected in parallel to a single bank of inverters, for each subarray, check Enable and specify a number of strings and other properties.		
	Subarray 1 Subarray 2 Subarray 3 Subarray 4		
	(always enabled) Enable Enable Enable Modules per string in subarray 8 String in parallel in subarray 1 Number of modules in subarray 8 String Vmp at reference conditions (V) 386.8 String Vmp at reference conditions (V) 288.4 -Tracking & Orientation 1 Axis Azimuth Fired 1 Axis 2 Axis String Vmp at reference conditions (V) 288.4 -Tracking & Orientation 1 Axis Image: The formation 1 Axis Image:		
Parametrics Stochastic	Voltage and capacity ratings are at module reference conditions shown on the Module page.		
P50 / P90 Macros	Estimate of Overall Land Usage		~

Figura 32: Tela do simulador com o modelamento do sistema string Fonte: System Advisor Model (SAM)

Neste modelamento está configurada uma string de oito módulos ligada à única entrada MPPT do inversor. Está definido também que o sistema modelado tem orientação perfeitamente

voltada para o norte com inclinação dos módulos aproximadamente igual à latitude da localidade (20°).

Para esta configuração foi prevista a montagem do sistema em um telhado comum e foram simulados dois cenários distintos com relação ao sombreamento do sistema.

O primeiro cenário não prevê sombreamento e o sistema opera sem obstáculos à irradiação conforme Figura 33.





Nesta situação o simulador gerou uma condição de irradiação favorável na maior parte do dia. Na Figura 34 observa-se que nas primeiras horas da manhã, ao longo do dia e nas últimas horas da tarde, a irradiação solar é total.

Edit	3D Shad	ling Sc	ene																						×
Lo	cation	Cre	eate ง	✓ 3	BD sce	ene	Bird	's eye	EI	evati	ons	Analyz	e So	riptir	ng	Impo	rt E	xport			Н	elp	Save a	and clo	bse
Di	urnal ana	alysis	Tim	ie serie	s analy	ysis	Diffu	se anal	ysis	Diffus	e shadir	ng: Suba	rray 1, S	tring 1	0.03%										
Suba	rray 1, S	itring	1											Sh	ade Lo	ss (%):	0=no	shade,	100=fu	illy sha	ded				^
	12am	1am	2am	3am	4am	5am	6am	7am	8am	9am	10am	11am	12pm	1pm	2pm	3pm	4pm	5pm	6pm	7pm	8pm	9pm	10pm	11pm	
Jan	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
Feb	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
Mar	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
Apr	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
May	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	
Jun	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	
Jul	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
Aug	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
Sep	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
0ct	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
Nov	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
Dec	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
	mport		Expo	rt		Copy	/	P	aste																
<																									≻:



O segundo cenário prevê uma condição de sombreamento parcial através da introdução de obstáculos à irradiação solar conforme Figura 35.



Figura 35: Cenário com sombreamento parcial Fonte: System Advisor Model (SAM)

Neste cenário foram introduzidas árvores no lado leste bloqueando a irradiação solar nas primeiras horas da manhã e uma caixa d'água no lado oeste bloqueando a irradiação solar ao fim do dia.

A tabela gerada pelo simulador neste cenário apresenta-se bem diversa da apresentada no primeiro cenário e é mostrada na Figura 36. Observa-se que, pela tabela, os valores de irradiação solar nas primeiras horas da manhã bem como nas últimas horas da tarde apresentam valores diferentes de zero. O valor nulo só é observado durante o final da manhã e o início da tarde quando os obstáculos simulados foram contornados.

Edit	3D Shad	ing Sc	ene																					×
Loc	ation	Cre	eate	 a 	D sce	ene	Bird's e	eye E	levatior	ıs Ana	lyze	Scrip	ting	Impo		Expor	i				Help	o Sa	ave and	l close
Diu	rnal ana	lysis	Tim	e serie	s analy	/sis	Diffuse a	analysis	Diffuse	shading: Si	ubarray	1, String	1: 10.74	1%										
Suba	rray 1, S	tring	1									:	Shade L	oss (%)	: 0=no	shade,	100=fully	y shaded						
	12am	1am	2am	3am	4am	5am	бат	7am	8am	9am	10am	11am	12pm	1pm	2pm	3pm	4pm	5pm	6pm	7pm	8pm	9pm	10pm	11pm
Jan	100	100	100	100	100	100	98.4646	95.0283	90.1377	22.9581	0	0	0	0	0	0	0	11.2222	100	100	100	100	100	100
Feb	100	100	100	100	100	100	90.382	92.9044	93.6381	21.5465	0	0	0	0	0	0	0	59.6118	100	100	100	100	100	100
Mar	100	100	100	100	100	100	94.709	99.9534	90.7413	39.8044	0	0	0	0	0	0	0	99.9013	100	100	100	100	100	100
Apr	100	100	100	100	100	100	90.2446	89.8063	89.2067	58.0162	0	0	0	0	0	0	0	47.1496	100	100	100	100	100	100
May	100	100	100	100	100	100	88.5696	90.6679	77.1115	23.7766	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
Jun	100	100	100	100	100	100	88.1176	88.3431	62.2168	14.9081	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
Jul	100	100	100	100	100	100	100	90.597	73.1588	23.3814	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
Aug	100	100	100	100	100	100	89.2953	87.998	90.1016	49.18	0	0	0	0	0	0	0	22.6134	100	100	100	100	100	100
Sep	100	100	100	100	100	100	98.9864	90.4222	86.1577	36.4073	0	0	0	0	0	0	1.02891	83.957	100	100	100	100	100	100
Oct	100	100	100	100	100	100	96.1366	96.189	76.108	0.303711	0	0	0	0	0	0	3.36009	71.4822	100	100	100	100	100	100
Nov	100	100	100	100	100	100	94.213	90.9955	71.5892	1.0798	0	0	0	0	0	0	0	15.3771	100	100	100	100	100	100
Dec	100	100	100	100	100	100	99.8171	97.1483	84.9386	10.9851	0	0	0	0	0	0	0	1.47113	100	100	100	100	100	100
In	nport		Expo	rt	1	Copy	/	Paste																
	1																							
<																								>

Figura 36: Tabela de irradiação solar com sombreamento parcial Fonte: System Advisor Model (SAM)

As perdas de irradiação e por efeito Joule, tanto nas conexões C.C. como C.A., estão configuradas como default do simulador conforme Figura 37.



Figura 37: Tela de configuração de perdas do simulador – Inversor string Fonte: System Advisor Model (SAM)

3.2. Sistema com micro inversores

Nesta estrutura, foram modelados quatro módulos fotovoltaicos ligados de forma independente à cada uma das quatro entradas MPPT do micro inversor disponíveis. O inversor modelado tem características técnicas equivalentes às do modelo YC1000, fabricante APsystems, potência de 900W e quatro entradas MPPT individuais por módulo, cujo datasheet encontra-se reproduzido no Anexo 3.

A Figura 38 apresenta a tela do simulador com as características do inversor inseridas. As características inseridas são as mesmas para ambos os equipamentos simulados.

O micro inversor foi modelado com potência de saída igual a 1000W, eficiência ponderada de 94,5% e faixas operacionais conforme datasheet do produto, apresentando um autoconsumo de 0,25W.

A configuração de potência, maior que o nominal do equipamento e metade do inversor string, foi usada para efeitos de comparação com a simulação anteriormente explanada.



Figura 38: Tela do simulador com o modelamento do micro inversor Fonte: System Advisor Model (SAM)

Em função de limitações técnicas do programa de simulação SAM, que não admite mais de um micro inversor por simulação e mais de quatro entradas MPPT por inversor, a simulação foi feita usando dois sistemas distintos, cada um com um micro inversor.

Uma vez que o micro inversor fornece potência de saída igual à metade da fornecida pelo inversor string, são simulados dois equipamentos cada um deles ligados a um conjunto de quatro módulos fotovoltaicos.

O sistema descrito foi modelado no SAM conforme a Figura 39. Nesta figura observa-se a ligação individual por módulo em cada um dos micro inversores e a conexão paralela das saídas dos micro inversores, representada pelo sinal de soma.

As energias produzidas pelos equipamentos são efetivamente somadas uma vez que a ligação de saída é feita de forma paralela, somando as correntes C.A. produzidas por cada micro inversor, sendo as tensões de saída iguais.



Figura 39: Sistema simulado com micro inversores Fonte: Acervo LUMEN Sistemas de Energia LTDA

Na Figura 40 é apresentada a tela do simulador com o modelamento do sistema descrito acima para cada micro inversor.

CTA A LA CAL		4 3.0		1.	5 1 1 1	
				snaded 🗸 iviicr	o z snaded 🗸	
in the second se	ACSIZING	Sizing Summary				
ation and Resource	Number of inverters 1	Tot	al AC capacity 1	.000 kWac Total r	umber of modules4	
dule	DC to AC ratio 1.32	Total invert	er DC capacity 1	.058 kWdc Tota	I number of strings 4	
erter	Size the system using modules per string and strings in parallel inputs below.	Namepla	te DC capacity 1	.320 kWdc	Total module area 7.8 m ²	
tem Design	Estimate Subarray 1 configuration					
ting and Lavout	DC Sizing and Configuration	1				
ung and cayour	To model a system with one array, specify properties	for Subarray 1 and disa	ble Subarrays 2, 3, and 4.	To model a sytem with up	to four subarrays connected in	
ises	parallel to a single bank of inverters, for each subarr	ay, check Enable and sp	ecify a number of strings	and other properties.		
	Electrical Configuration	Subarray 1	Subarray 2	Subarray 3	Subarray 4	
	Set subarrays for multiple MPPT	(always enabled)	Enable	Enable	Enable	
	Modules per string in subarray	1	1	1	1	
	Strings in parallel in subarray	1	1	1	1	
	Number of modules in subarray	1	1	1	1	
	String Voc at reference conditions (V)	46.1	46.1	46.1	46.1	
	String Vmp at reference conditions (V)	37.3	37.3	37.3	37.3	
	Inverter MPPT input for subarray	1	2	3	4	
	-Tracking & Orientation					
	Azimuth Tilt	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	
	Azimuth Tilt	Fixed I Axis	Fixed I Axis	Fixed I Axis	Fixed I Axis	
	Azimuth Tilt N = 0 Wert	Fixed 1 Axis 2 Axis	Fixed I Axis 2 Axis	 Fixed 1 Axis 2 Axis 	Fixed 1 Axis 2 Axis	
	Azimuth N = 0 Wert 270	 Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt 	 Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt 	 Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt 	Fixed 1 Axis 2 Axiis Azimuth Axis Seasonal Titt	
	Azimuth N = 0 V/ 270 S 180	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt	Fixed 1 Axis 2 Axis Azis Azis Azis Azisunuth Axis Seasonal Tilt Tilt	
	Azimuth N=0 Vert Vert S 160	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude	Fixed I Axis Z Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude	 Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20	
	Azimuth N = 0 S 1 80 Tit (deg)	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20 0	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20	Fixed Airs Airmuth Axis Seasonal Tilt Tilt=leitiude 0	
	Azimuth N = 0 S 1 50 Titt (deg) Ground coarse are this (GS) Ground coarse are this (GS)	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20 0 0	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20 0	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Sessonal Tilt Tilt=latitude 20 0	Fixed 1 Axis 2 Axis Aximuth Axis Seasonal Tiit Tiit=latitude 20 0 0	
	Azimuth N=0 S 160 Tilt (deg) Azimuth (deg) Ground coverage ratio (GCR) Tracker rotation limit (deg)	 Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 0 0 0.3 45 	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 0 0 0.3 45	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 0 0 0.3 45	Fixed 1 Axis 2 Axis Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20 0 0.3 45	
	Azimuth N = 0 270 3 + 50 Tilt (deg) Ground coverage ratio (GCR) Tracker rotation limit (deg) Backtracking	Fixed 1 Axis 2 Axis Azis Azisuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20 0 0.3 45 Enable	Fixed 1 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20 0 0.3 45 Enable	Fixed 1 Axis 2 Axis 2 Axis Azimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20 0 0.3 45 Enable	Fixed Fixed Aixis Azimuth Axis Seasonal Tit Titt=latitude 20 0 0.3 45	
	Azimuth V 0 V 0 V 0 V 0 V 0 V 0 V 0 V 0	Fixed I Axis Z Axis Aximuth Axis Sessonal Tilt Titt=latitude 20 0 0 0 0 45 enable en a one-axis tracking s e total land area calcul	Fixed Fixed Asim Axis Aximuth Axis Aximuth Axis Aximuth Axis Aximuth Axis Aximuth Axis Titl=latitude 0	Foed Foed Asimuth Axis Asimuth Axis Seasonal Tit Trit=latitude 0	Fixed Fixed Aimuth Axis Aimuth Axis Seasonal Tit Titt=latitude 0	
	Tit (deg) Tit (deg)	Fixed 1 Axis 2 Axis 2 Axis 2 Axis Sessonal Tilt Tilt=latitude 20 0	Fixed Fixed Asis Axis Axis Axis Seasonal Tilt Tilt=labitude 20 0	Fixed Fixed I Avis Z Avis Azimuth Avis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20 0	Fixed Aims Aims	
	Azimuth Tit Voget State Voget Statee Voget Statee Voget Statee Voget Statee Voget Statee Voget Stateee	Fixed IAvis ZeAvis Azimuth Axis Sessonal Tilt Trit=latitude 20 0 0.3 45 Enable en a one-axis tracking s e total land area calcu Vdc No system si Vdc	Fixed Vaids Vaids Vaids Zaids Zaids	Fixed Fixed Ains Z Avis Armsth Avis Seasonal Tilt Tilt=latitude: 0	Fixed Aimstand	
	Azimuth V 0 V 0 V 0 V 0 V 0 V 0 V 0 V 0	Fixed I Avis Zavis Zavis Azimuth Avis Sessonal Tilt Tilt=latitude 20 0 0 0.3 45 Enable ma one avis tracking s Vdc Vdc Vdc	Fixed Fixed Aids Zads Zads Zads Zamath Axis Seasonal Tilt Tilt=lathtude 20 0 0	Fixed I Avis Z Avis Aimuth Avis Seasonal Tilt Tilt=latitude 20 0 0.3 45 Enable self-shading calculations	Fixed Aimstand	
Simulate >	Azimuth Tit Voget State	Fixed I Axis Zaxis Azimuth Axis Sessonal Tilt Tilt=latitude 20 0	Fixed Fixed Fixed Ata is Ata	Fixed I Avis Z Avis Aimuth Avis Seasonal Tilt Tilt-lathude 20 0 0 0.3 45 Enable st-	Fixed Aimuth Axis Aimuth Axis Seasonal Tilt Tilt=leitiude 0 0 0 0 0 0 0 0 45 Enable for fixed tilt or one-axis	

Figura 40: Tela do simulador com o modelamento do sistema com micro inversor Fonte: System Advisor Model (SAM)

Neste modelamento foi configurada uma ligação individual para cada módulo com cada entrada MPPT do inversor. A configuração considera para efeito da simulação quatro string de um módulo cada uma.

Está definido, como no caso do inversor string, que o sistema modelado tem orientação perfeitamente voltada para o norte com inclinação dos módulos aproximadamente igual à latitude da localidade (20°) como feito no caso do inversor string.

Para o cenário sem sombreamento, a simulação do sistema é idêntica à realizada para o inversor string.

Para o cenário com sombreamento o sistema configurado baseia-se em que cada conjunto de quatro módulos está ligado a um único inversor e, portanto, seu posicionamento sobre o telhado (um conjunto mais próximo do beiral do telhado e outro mais afastado), conforme mostrado na Figura 41, define a tabela de sombreamento.



Figura 41: Cenário com sombreamento parcial e dois micro inversores Fonte: System Advisor Model (SAM)

A parte superior da figura representa os módulos ligados ao micro inversor denominado 1 e que estão posicionados mais próximos da borda do telhado. A parte inferior da figura representa os módulos ligados ao micro inversor denominado 2 e que estão posicionados mais afastados da borda do telhado.

As tabelas de irradiação solar geradas pelo simulador são mostradas na Figura 42 e na Figura 43, uma para cada micro inversor. Observa-se pelas figuras que, de um modo geral, os módulos ligados ao micro inversor 1 e, particularmente, os mais próximos da borda do telhado,

sofrem maior efeito do sombreamento durante a manhã devido às arvores e, portanto, têm coeficientes com valores inferiores aos apresentados pelos módulos ligados ao micro inversor 2 nesta etapa do dia. O efeito se inverte na parte da tarde devido ao sombreamento promovido pela caixa d'água que afeta mais os módulos ligados ao micro inversor 2.

Como, de acordo com as tabelas apresentadas, os efeitos de sombreamento devidos às árvores são mais severos que os devidos à caixa d'água, espera-se que os módulos ligados ao micro inversor 2 sofram menores efeitos de sombreamento que os módulos ligados ao micro inversor 1 e que produzam mais energia.

	3D Shad	ding Sc	ene																					
Loc	ation	Cre	eate '	v 3	BD sc	ene	Bird's	eye E	levatio	ns An	alyze	Scrip	ting	Imp	ort	Expor	t					H	elp	Save ar
Diu	rnal and	alysis	Tin	ne serie	es anal	ysis	Diffuse	analysis	Diffuse	shading: S	Subarray	1, String	1: 12.8	9%, Su	barray	2, Strin	g 1: 11	.32%, Sub	array	3, Strin	g 1: 12	.59%, S	ubarray	4, String
uba	ray 1, 5	string	1										Shade L	oss (%): 0=no	shade	, 100=	fully shad	led					
an	12am 100	1am 100	2am	3am	4am	5am	6am	7am 99.3457	8am 99.437	9am 99.9584	10am 0	11am 0	12pm 0	1pm 0	2pm 0	3pm 0	4pm 0	5pm 0	6pm 100	7pm	8pm	9pm 100	10pm	11pm 100
eb	100	100	100	100	100	100	98.2783	99.9184	89.054	46.6301	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
lar nr	100	100	100	100	100	100	89.3617 100	100	100	70.8841	0	0	0	0	0	0	0	99.7455 80.431	100	100	100	100	100	100
lay	100	100	100	100	100	100	98.076	68.9302	98.1549	100	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
un	100	100	100	100	100	100	71.2261	68.0063	99.7206	91.4661	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
ug	100	100	100	100	100	100	100	93.1818	66.3579	99.6528	0	0	0	0	0	0	0	17.8538	100	100	100	100	100	100
ер	100	100	100	100	100	100	99.5146	100	100	20.0801	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
lct lov	100	100	100	100	100	100	97.573 98.8945	92.5614 99.9885	100	0 8.63843	0	0	0	0	0	0	0	33.2692	100	100	100	100	100	100
ec	100	100	100	100	100	100	100	99.4512	99.8217	87.3218	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
		_	-				_	-	_															
lr daa	nport	telo o	Expo	rt		Сору	/	Paste					Chadal	acc /9/	1.0-0-	chade	100-	fully chad	lad					
uba	12.5	tam	2	2	4	E.m.	6	7	Q	0	10	11	12mm	1000	2 mm	Snaue	4.000	Form	Enm	7	0	0	10	11
an	100	100	100	100	100	100	98.4127	100	99.7969	73.0388	0	0	0	0	0	0	0	0 0	100	100	100	5pm 100	100	100
eb	100	100	100	100	100	100	100	99.9926	88.5851	2.50166	0	0	0	0	0	0	0	16.8739	100	100	100	100	100	100
pr	100	100	100	100	100	100	99.3298	100	69.6888	100	0	0	0	0	0	0	0	97.069	100	100	100	100	100	100
lay	100	100	100	100	100	100	76.7485	68.4848	99.9206	67.4001	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
un ul	100	100	100	100	100	100	100	95.988 77.0113	100	25.6017 62.8977	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
ug	100	100	100	100	100	100	100	73.981	85.23	100	0	0	0	0	0	0	0	35.5592	100	100	100	100	100	100
ep	100	100	100	100	100	100	98.0706 100	100	93.6914 87.013	23.0515	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
lov	100	100	100	100	100	100	99.6774	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
lec	100	100	100	100	100	100	99.8138	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
l-	3D Shac	ding Sc	con-			Com	Diedle	Dueto - F	Louation		aluza	Corio	ting	Lano		Even							ele	Caus ar
Edit Loc Diu	anor 3D Shac ation mal and	ding Sc Cre alysis	con- cene ceate	⊶ ✓ 3 ne serie	3D sc	ene ysis	Bird's Diffuse	Doote eye E analysis	levation Diffuse	ns An shading: S	alyze Subarray	Scrip 1, String	ting 1: 12.8	Impo 9%, Su	ort barray	Expor	rt g 1: 11	.32%, Sub	əarray	3, Strin	g 1: 12	H .59%, S	elp ubarray	Save ar 4, String
Edit LOC Diu	ation mal and rray 3, 5	ding Sc Cre alysis String	con- cene eate 1 Tin 1	⊶ ∨ 3	BD sc	ene	Bird's Diffuse	noora eye E analysis	levatio Diffuse	ns Ana shading: S	alyze iubarray	Scrip 1, String	ting 3 1: 12.89 Shade L	Impo 9%, Su .oss (%	ort barray .): 0=nc	Expor 2, Strin	rt g 1: 11 ; 100=	.32%, Sub fully shad	oarray led	3, Strin	g 1: 12	H .59%, S	elp ubarray	Save ar 4, String
Edit Loc Diu ubar	ation ation mal and rray 3, 5 12am	ding Sc Cre alysis String 1am	con- cene Tin 1 2am	ne serie 3am	BD sc is anal	ene ysis 5am	Bird's Diffuse 6am 95.6777	eye E analysis 7am	levation Diffuse Bam	ns An shading: S 9am	alyze Subarray	Scrip 1, String 11am	ting 1: 12.89 Shade L 12pm 0	Impo 9%, Su .oss (% 1pm	ort barray): 0=nc 2pm	Export 2, Strin 9 shade 3pm 0	rt g 1: 11 , 100= 4pm	.32%, Sub fully shad 5pm 0	array led 6pm	3, Strin	g 1: 12	H 59%, S	elp ubarray 10pm	Save ar 4, String
LOC Diu ubar an eb	ation ation mal and rray 3, 5 12am 100	ding Sc Cre alysis String 1am 100 100	Eune eate Tin 1 2am 100	ne serie 3am 100	3D sc es anal 4am 100 100	ene ysis 5am 100	Bird's Diffuse 6am 95.6777 80.3443	Poeto eye E analysis 7am 78.8928 85.9275	levation Diffuse 8am 81.9533 100	ns An shading: S 9am 10.9641 96.4172	alyze Subarray 10am 0	Scrip 1, String 11am 0 0	ting a 1: 12.89 Shade L 12pm 0 0	Impo 9%, Su .oss (% 1pm 0	ort barray): 0=nc 0 0	Expor 2, Strin 9 shade 3pm 0 0	rt g 1: 11 , 100= 4pm 0 0	.32%, Sub fully shad 0 92.6535	earray led 6pm 100	3, Strin 7pn 100 100	g 1: 12 8pm 100 100	H 59%, S 9pm 100 100	elp ubarray 10pm 100	Save an 4, String 11pm 100 100
Edit Loc Diu ubar an eb far	ation ation mal and rray 3, 5 12am 100 100	ding Sc Cre alysis String 100 100 100	Com- cene Tim 1 2am 100 100 100	3am 100 100	3D sc es anal 100 100 100	Ene ysis 5am 100 100	Bird's Diffuse	Poete eye E analysis 7am 78.8928 85.9275 99.6286 76.2306	levation Diffuse 8am 81.9533 100 81.7293	ns Ann shading: S 9am 10.9641 96.4172 73.0653 90.4535	alyze subarray 10am 0 0 0	Scrip 1, String 0 0 0	ting 9 1: 12.89 Shade L 12pm 0 0 0	Impo 9%, Su .oss (% 1pm 0 0 0	ort barray): 0=nc 2pm 0 0 0	Export 2, Strin 0 shade 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0	.32%, Sub fully shad 0 92.6535 100	earray led 100 100 100	3, Strin 7pm 100 100 100	g 1: 12 8pm 100 100 100	H 59%, S 9pm 100 100 100	elp ubarray 10pm 100 100	Save ar 4, String 11pm 100 100 100
an eb flar pr	ation ation mal and rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100	ding Sc Cre alysis String 100 100 100 100 100	Come ente 2ate 1 Tim 100 100 100 100 100	3am 100 100 100 100	BD sc ss anal 100 100 100 100	Ene ysis 100 100 100 100 100	Bird's Diffuse 95.6777 80.3443 100 79.7058 86.0258	Putto eye E analysis 7am 78.8928 85.9275 99.6288 76.2306 100	levation Diffuse 8am 81.9533 100 81.7293 100 99.8061	ns An shading: S 9am 10.9641 96.4172 73.0653 99.4525 21.3281	alyze subarray 10am 0 0 0 0 0	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0	ting 3 1: 12.83 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Su 055 (% 1pm 0 0 0 0 0	Drt barray): 0=nc 2pm 0 0 0 0 0 0	Expor 2, Strin 0 shade 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 ; 100= 0 0 0 0 0 0 0	.32%, Sub fully shad 0 92.6535 100 0 100	6pm 100 100 100 100	3, Strin 100 100 100 100 100 100	9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100	H 59%, S 100 100 100 100 100	elp ubarray 100 100 100 100 100	Save an 4, String 11pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100
Loc Diu ubai an eb 1ar pr 1ay un	ation ation rnal ana rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100	ding Sc Cre blysis 5tring 100 100 100 100	Euro eene Tim 1 2am 100 100 100 100 100	3am 100 100 100 100 100	BD sc anal s anal 100 100 100 100 100 100	Conv vsis 5am 100 100 100 100 100 100 100	Bird's Diffuse 95.6777 80.3443 100 79.7058 86.0258 100	Deste eye E analysis 7am 78.8928 85.9275 99.6288 76.2306 100 100 100 20.236	Bam 81.9533 100 81.7293 100 99.8061 93.1971	ns Ani shading: S 9am 10.9641 96.4172 73.0653 99.4525 21.3281 2.34312 19.5307	alyze subarray 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 12.89 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Su oss (% Ipm 0 0 0 0 0 0	Drt barray): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin 0 0 0 0 0 0 0 0 0	rt g 1: 11 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0	.32%, Sub fully shad 0 92.6535 100 0 100 100	ed Ied 100 100 100 100 100 100	 3, Strin 100 	9 1: 12 8 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	H 59%, S 100 100 100 100 100 100	elp ubarray 100 100 100 100 100 100	Save an 4, String 100 100 100 100 100 100
an eb flar pr flay un ul	BD Shad ation rral and rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100	ting Sc Cre elysis String 100 100 100 100 100 100 100	Econo tene Cate 1 Tim 1 2am 100 100 100 100 100 100 100 10	3am 100 100 100 100 100 100 100	BD sc es anal 100 100 100 100 100 100 100	Com ysis 5am 100 100 100 100 100 100 100	Bird's Diffuse 95.6777 80.3448 100 79.7058 86.0258 100 100 69.5882	Posto eye E analysis 78.8928 85.9275 99.6288 76.2306 100 100 99.3848 90.5382	levation Diffuse 81.9533 100 81.7293 100 99.8061 93.1971 100 99.6969	Shading:	alyze Subarray 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 3 1: 12.89 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Su 055 (% 1pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray :): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin 9 shade 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	.32%, Sub fully shad 92.6535 100 0 100 100 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	earray ed 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Joint Joint 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	9 1: 12 100 100 100 100 100 100 100 1	H 59%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100	IOpn 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Save ar 4. String 100 100 100 100 100 100 100 10
an eb lar pr lay un un un un un	3D Shace ation rral and rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100	ding Sc Cre blysis String 100 100 100 100 100 100	Econo cente Zate 1 Tim 100 100 100 100 100 100 100	3am 100 100 100 100 100 100 100	4am 100 100 100 100 100 100 100	Com ene ysis 5am 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Bird's Diffuse 95.6777 80.3443 100 79.7058 86.0258 100 100 69.5882 100	Posto eye E analysis 7 7am 78.8928 85.9275 99.6288 76.2306 100 99.3848 90.5382 81.036 10.36	Bam 81.9533 100 81.7293 100 99.8061 93.1971 100 99.6969 76.0175	ns Ani shading: S 9am 10.9641 96.4172 73.0653 99.4525 21.3281 2.34312 18.5307 83.4999 100	Illumination of the second sec	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting y 1: 12.8: Shade L 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Sui oss (% 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray :): 0=nd 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	32%, Sub fully shad 0 92:6535 100 0 100 100 100 0 0 71:3556	6prray 100 100 100 100 100 100 100 100	3, Strin 7pn 100 100 100 100 100 100 100	9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	H 59%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100	elp barray 10pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Save ar 4, String 100 100 100 100 100 100 100 10
an eb far pr fay un un un un un un un un un un un un un	annat ation rral and rral and rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ding Sc Cre String 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Earte 1 Tim 1 2am 100 100 100 100 100 100 100 10	 Bam Bam 100 	4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Contri visite Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95.6777 80.3448 100 79.7058 86.0258 100 100 69.5882 100 97.5414 80.2204	Posts eye E analysis 7 7am 7 78.928 85.9275 99.6286 76.2306 100 90.3846 90.5382 81.036 99.7625 82.1546	Bam 81.9533 100 99.8061 93.1971 100 99.6969 76.0175 100 64.7639	9am 10.9641 96.4172 73.0653 99.4525 21.3281 2.34312 18.5307 83.4999 100 2.4374 0	Ilyze iubarray	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 3 1: 12.85 Shade L 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Su oss (% 1pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray :): 0=nc 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	.32%, Sub fully shad 0 92.6535 100 0 100 100 0 71.3556 100 0 2.54237	6pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3, Strin 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	9 1: 12 8 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	H 559%, 5 59%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Save an 4, String 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10
an eb flar an ubai an eb flar an ubai an eb flar an ubai an eb flar an ubai an eb flar an ubai an eb flar an eb flar an eb flar an eb flar an eb flar an eb flar an eb flar an eb flar an eb flar an eb flar an eb flar an eb flar eb eb flar eb flar eb flar eb flar eb flar eb eb flar flar eb flar eb flar flar eb flar flar eb flar flar flar eb flar flar eb flar flar flar eb flar flar eb flar flar flar eb flar f b flar eb flar eb flar eb flar eb flar eb flar eb flar eb flar eb f b f b f b f b f b f b f b f b f b	3D Shec ation rnal and rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ding Sc Cre string 1am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Even e eate s Tim 2 2 2 2 3 00 100 100 100 100 100 100 100 100 10	 3am 3am 100 	BD sc es anal 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Comi Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95,67777 80,0443 100 79,7058 86,0258 100 97,5414 80,2204 98,8502	Puese E eye E analysis 78.8928 99.6268 76.2306 100 99.3848 90.5362 90.5362 100 99.3848 90.5362 100 99.3848 90.5362 91.036	8am 81.9533 100 99.8061 93.1971 100 99.6699 70.0175 100 84.7639 79.668	S Annel shading: S S 10.9641 S 96.4172 73.0653 73.0653 S 99.4525 21.3281 2.34312 18.5307 2.4374 0 0.995785 0	10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 12.8: Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Su 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray :): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	32%, Sub fully shad 0 92.6535 100 0 100 100 0 71.3556 100 2.54237 0	earray 3 ed 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3, Strin 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	9 1: 12 1 8pn 100 100 100 100 100 100 100 10	H 59%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp ubarray 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Save ar 4, String 100
an eb far pr fay un ul ug ep fot lov hec	3D Shac ation rral and ray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100	ding Sc Cre slysis tering 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Economic entere Eate 1 Trim 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	BD sc s anal 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Conv ysis 5am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95.6777 80.3443 100 79.7058 86.0258 100 69.5882 100 97.5414 80.2204 98.8502	Partie E cyce E 7am 78.8928 85.5275 99.6286 100 99.3882 90.5382 81.036 99.7625 82.1548 81.4918 81.4918	Bam Bin5533 100 99.6061 99.6061 99.6069 99.6069 99.6069 99.6069 99.6069 99.6069	9am 10.9641 964172 73.0653 21.3281 2.34312 2.34312 2.34312 2.34312 2.34312 2.34312 2.34312 00 2.4374 0 0.995785	Ivze 10am 0	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting g 1: 12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impe 9%, Sui oss (% 1pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray :): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100=	.32%, Sub fully shad 0 92.6535 00 0 0 100 0 0 0 71.3556 0 0 2.54237 0	earray e 6 6 6 100 100 100 100 100 100	3, Strin 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100	H 59%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp ubarray 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Save ar 4, String 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10
in Edit Loc Diu ubai an eb flar an eb flar an eb flar un ul un ul lov hec lr ubai	ation ation rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ding Sc Cre String 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Economic enter Tim 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Correl ysis 5am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95.6777 80.3443 100 79.7058 86.0258 100 97.5414 80.2204 98.8502	Paster E Cyce E 78.8928 S.5275 99.6286 TOO 90.5882 S.1036 90.7625 S.1036 90.7625 S.14918 81.4918 Paste	8am 81.9533 100 99.0001 99.0001 99.0001 99.0001 100 99.6005 100 84.7639 79.068	9am 10.9641 98.4272 21.3281 2.34312 18.5307 24.32412 2.34312 18.5307 2.4374 0 0.995785	Ilyze Ilaam 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 12.8: Shade L 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Sui 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray : 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	-32%, Sub sub sub sub sub sub sub sub s	Ed 6 6 100 100 100 100 100 100 10	3, Strin 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	H 59%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp ubarray 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Save an A, String 11pm 100 100 100 100 100 100 100 10
Loc Diu ubai an eb far pr fay un ul ug ep fot lov lec	anot ation ation rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ding Sc Cre string 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Euro a cene Tim Tim 1 2am 100 100 100 100 100 100 100 10	3am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Correl ysis 5am 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95,6777 80,343 80,343 80,6258 100 79,7058 86,0258 100 97,5414 80,2204 95,8502 97,5414 80,2204	Partie E cyce E 7am 78.8928 85.9275 99.6268 700 99.3848 90.5362 81.036 99.7625 82.1548 81.4918 Paste Paste	evation Diffuse 81.9533 100 99.8061 93.1971 100 99.6061 79.068 79.068	9am 10.9641 10.9641 10.9641 2.13281 2.13281 2.34312 2.4312 2.4314 0 0.995785	Ilyze	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 12.8: Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo oss (% 1pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray:): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	.32%, Sub fully shad 0 92,6535 00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2,54237 0 0 5pm 0,0727 6	eerray 6 600 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3, Strin 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	H 559%, 5 9pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp ubarray 10pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Save an 11pm 100 100 100 100 100 100 100 10
LOC Diu ubai an eb lar pr lay un ul ug ep lov bec lr ubai	above ation rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ding Sc Cre string 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Eurora cene Tim 1 2am 100 100 100 100 100 100 100 10	3am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Sam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95,6777 80,343 80,343 80,0258 100 97,5414 80,2204 95,5822 100 97,5414 80,2204 98,8502 100 81,1612	Pasta Eyye E 7am 78.8928 75.8928 85.9275 97.62306 100 100 99.3882 99.3882 81.4916 81.4916 Paste 7am 84.7155 83.3202 84.7155	evation Diffuse 8am 81.9533 100 99.8061 93.1971 100 99.6659 76.0175 100 8.7639 79.668 8am 8am	shading: Ann 9am 10.9641 96.4172 21.3281 2.3.4312 2.3.4312 18.53007 2.4.374 0 0.95785 9am 0.995785 9am 0.26,623	Ilyze Idam 0	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1 1: 12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Sui 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray:): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Expo) 2, Strin shade 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	.32%, Sub fully shad 0 92,6533 00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ed 500 500 500 500 500 500 500 50	7pn 100	9 1: 12 8pn 100 100 100 100 100 100 100 10	H 559%, 5 59%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp ubarray 100 100 100 100 100 100 100 10	Save ar 4. String 11pm 100 100 100 100 100 100 100 10
Loc Diu ubai an eb far pr fay un ul ug ep fct lov bec lr ubai	20 Shad ation rral and rray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ding Sc Cr String 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Earce 1 Tim 1 2am 100 100 100 100 100 100 100 10	Aam am am	BD sc s anal 100 100 100 100 100 100 100 10	Conv ene Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95,6777 80,343 86,0258 100 97,7058 86,0258 100 97,5414 80,2204 98,8502 7 7 80,5882 100 97,5414 80,2204 98,8502 7 7 80,5882 100 97,5414 80,2204 98,8502 7 7 80,8502 80,000 97,0000 97,0000 97,0000 97,0000 97,0000 97,0000 97,0000 97,0000000000	Partie E eye E 7am 78.8928 55.9275 39.753 70.93382 76.2306 100 99.382 91.035 21.548 81.4316 91.4318 Paste 74.7155 85.3262 100	evation Diffuse 81.953 100 99.0051 100 99.0059 76.0175 100 84.7639 79.065 84.7639 99.6644 81.9052 99.6644 81.7421	S Ani shading: 5 5 9am 10.9641 10.9451 2.34312 2.34312 2.34312 2.4374 0 0.995785 0 9am 0 2.6323 0 9.95785 0 9.95785 0 9.96785 0 9.97785 0 9.96785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0 9.95785 0	Ilam 0	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Su 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray:): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export shade 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	32%, Sub fully shad 0 92,6525 00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	e	3, Strin 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	 9 1: 12 8pm 100 	H 59%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp ubarray 10pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Save ar 4. String 11pm 100 100 100 100 100 100 100 10
Loc Diu ubai an eb tar pr tay un ul un ul un ul un ul un ul un ep tot lov bec lr ubai	20 Shac ation ray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ting Sc Cr String 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Earce Tim 1 2am 100 100 100 100 100 100 100 10	Control C	4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Conv Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95.6777 80.3443 100 79.7058 100 98.60258 100 98.5029 100 98.5029 100 98.5029 100 98.5029 100 98.5029	Partie E Cyce E 7am 8.5.8275 76.2868 85.8275 99.6268 8.5.8275 99.6268 8.1.036 99.7623 8.1.036 81.036 81.4918 84.7155 85.3262 100 81.5262 100 81.5262 100 81.5262 100 81.5262	Bam 81,9533 100 81,7293 90,0061 93,1971 100 99,0061 93,1971 100 99,0061 100 99,0061 84,7639 79,068 84,7639 99,6644 81,7052 99,6644 81,7421 99,6644 81,7421 99,6644	9am 10.9641 90.4525 90.4525 18.5307 100 2.4374 0.995785 90 90 0.995785 90 90 2.6323 71.772 67.8379 0 0 26.823 71.772 67.8379 0 0	IJam 10am 0	Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 9%, Sui 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray :): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin shade 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	32%, Sub fully shad 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	eet 6 6 6 6 6 100 100 100 100 100	 Tpm Tpm 100 	9 1: 12 1 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	н 59%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp 100- 100 100 100 100 100 100 10	Save ar 4, String 100 100 100 100 100 100 100 10
in an	20 Sheet ation ray 3, 5 22am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ting Sc Cre string 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Concentration of the second se	Aam A	4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Conv ysis Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95,6777 80,343 100 79,7058 100 69,582 100 97,5414 80,2204 98,8502 100 97,5414 80,2204 98,8502 100 100 100 100 100 100 100 100 100 1	Partie E E E E 7am 85.8275 S 78.8928 85.8275 S 85.8275 99.6268 S 700 99.3848 S 99.625 81.036 S 99.7625 81.036 S 99.7625 81.326 S 99.7625 85.262 S 70 84.7155 S 85.262 100 S 100 10.524 S	Barn 81.9533 100 93.991 90.001 93.1971 100 99.0061 93.1971 100 99.0061 84.7639 70.068 81.7639 99.0644 81.7425 99.6644 81.7425 99.6644 81.7425 99.6644 81.7425	S An. 9am 10.9641 10.9641 96.4172 23.3281 2.3281 2.3281 2.3281 2.3281 2.3281 0.995785 0 9am 0 2.6237 71.772 67.8379 0 0 0		Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo single for the second se	Drt barray :): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export shade 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	-32%, Sub Fully shad 0 92:6535 100 0 0 100 0 13:556 0 0 100 0 2:54237 0 100 9:94764 100 100 100 100 100 100 100 10	eet 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	 Tpm Tpm 100 	9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	H 559% 5 1000 1000 100 1000 100 1000 100 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000	elp 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Save an A, String 11pm 100 100 100 100 100 100 100 10
i- dit Loc Diu ubai an eb lar lay uu uu uu uu ep loc lov lec lov lec lar uu an eb lar lay uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu	ation rnal and ray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ting Sc Cre string 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ene Tim 22m 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Aam A	BD sc s anal 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Conv Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95,6777 80,3443 100 95,0258 100 90,97058 86,0258 100 90,97058 100 90,97058 100 98,8502 100 100 100 100 100 100 100 100 100 1	Partie E Eye E 7am 78.8926 78.8926 85.9275 99.6268 76.2365 90.5382 81.036 90.3882 81.036 91.6268 81.036 90.5382 81.036 81.155 82.1546 81.4916 81.4916 81.3524 100 81.5624 100 100 100 100 100	Bam 81.9533 100 99.6061 99.6061 100 99.6061 81.7233 100 99.6061 81.7639 90.6061 81.7639 99.6664 81.7639 99.6664 81.7421 99.6664 82.5599 46.3453 90.6644	9am 10.9641 96.4172 21.3281 2.34312 18.5307 99.4525 21.3281 2.34312 18.5307 100 2.4374 0 0.995785 9am 0 0.24374 0 0.995785 9am 0 0.26.823 71.772 0 0.26.823 71.772 0 0.26.823 71.772 0.26.823 71.772 0.26.823 71.772 0.26.823 71.772 0.26.823 71.772 0.26.823 71.772 0.26.823 71.772 0.26.823 71.772 71.7757 71.7757 71.7757 71.77577 71.775777 71.7757777777777		Scrip 1, String 11am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impr 9%, Sulu 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0): 0=nc 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export shade 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	32%, Sub Ully shad 0 92:6535 00 0 100 0 100 0 71:3556 00 0 100 0 9:94764 100 100 0 100 0 0 100 0 0 100 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	eet 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	 J. Strin 7pm 100 100<!--</td--><td>9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10</td><td>Н 559%, 5 559%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10</td><td>elp 10pm 100 100 100 100 100 100 100 10</td><td>Save an A, String 11pm 100 100 100 100 100 100 100 10</td>	9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Н 559%, 5 559%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp 10pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Save an A, String 11pm 100 100 100 100 100 100 100 10
i Localitation de la companya de la	20 Sheet ation rnal and ray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ting Sc Cre blysis tring 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Expo 2 2 1 2 2 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Aam A	BD sc anal 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Constitution of the second sec	Bird's Diffuse 95,6777 80,3443 100 97,97058 86,0258 100 97,97058 86,0258 100 97,5414 80,2204 98,8502 97,7551 98,8502 98,8502 97,7551 90,7551 9	Partie E Eye E 78.8928 S.275 99.626 6 100 93.882 90.5362 81.036 90.7625 81.036 90.7625 81.036 90.7625 81.036 90.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 91.7625 81.036 92.7626 81.036 93.7627 81.036 93.7627 81.036 93.7627 81.036 93.7627 81.036 93.7627 81.036 93.7627 93.7627 93.7627 93.7627 93.7627	Bam 81.9533 100 91.9533 100 92.001 93.1971 100 94.6051 90.0061 93.1971 100 84.7639 70.0175 100 84.7639 90.6664 81.7421 90.6664 82.5599 46.3453 90.90492 90.9492	Ann 9am 10.9641 96.4272 73.0653 21.3281 2.34312 2.34312 2.4374 0 995785 9100 2.4374 0 2.6323 71.772 67.8379 0 0 13.2276 10.221		Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impr 9%, Su 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0): 0=nc 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export shade 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	32%, Sub space of the second	E E E E E E E E E E E E E E	 3, Strin 7pn 100 	9 1: 12 8 8pm 1 00 1	H 599%, S 599%, S 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp 100 100 100 100 100 100 100 10	Save an A String 100 100 100 100 100 100 100 10
li contra	and a land and a land a	ting Sc Cre string 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Expo 1 2 2 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		Aam 100 100 100 100 100 100 100 10	Copy Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95,6777 80,343 109 797,058 86,0258 86,0258 100 100 97,5414 80,2204 97,5414 80,2204 95,6502 95,6502 95,6502 95,6502 95,6502 100 81,1612 100 80,7081 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Partie P 7 8 9 2 8 5 27 9 6 8 5 27 9 6 8 5 27 9 6 8 5 27 9 6 26 6 100 100 9 3 8 5 3 10 9 7 8 1 3 10	evation Diffuse 81,9533 100 93,1971 100 99,696 93,1971 100 99,696 81,9052 99,664 81,9052 99,665 81,905 81,9	9am 10.9641 10.9641 2.4374 2.4374 0 0.995785 9am 0 2.4374 0 0.995785 9am 0 2.6823 2.71772 67.8379 0 0 2.6823 67.8379 0 0 31.2276 67.8379 0 0		Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Imp 9%, Su oss (% 1pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray): 0=nc 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Expo) 2, Strin o shade 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 a, 100= a a a a a a a a a a a a a	.32%, Sub Iuly shad 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	ed 6 6 100 100 100 100 100 100 10	3, Strin 100 100 100 100 100 100 100 10	9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	H 599%, 5 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	EIP IOP IOP IOO IOO IOO IOO IOO I	Save and Image: Imag
li contra	20 Shee ation ray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ting Sc Cre string 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Expo Expo 100 100 100 100 100 100 100 10		4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Correl ysis 300 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Bird's Diffuse 95.6777 80.3443 80.343 80.6258 100 97.57058 86.0258 100 97.5714 80.2204 98.5502 99.5503 99.5502 99.5503 99.5502 99.5503 99.5502 99.5503 99.5502 99.5503 99.5502 99.5503 99.5502	Posta eye E 7 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 9 7 8 5 8 5 8 5 9 7 8 5 8 8 1 9 7 8 5 7 8 8 7 8 5 7 8 8 7 7 8 8 7 7 8 8 7 7 8 8 7 7 5 8 8 7 7 8 7 8 7 7 8 7 7 8 7 7 8 7 7 8 7 7 7 8 7 7 7 8 7 7 7 8 7 7 7 8 7 7 7 7 8 7 7 7 8 7 7 7 8 7 7 7 8 7 7 7 8 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	evation Diffuse 81.9533 100 99.061 93.1971 100 99.061 100 83.7639 76.0175 100 84.7639 79.068 81.9052 99.6644 81.7421 99.6644 81.7421 99.6644 81.75588 89.9492 93.2151 100	S Ann 9am 10.9641 10.9641 34.323 21.3281 24.3432 2.34312 2.34312 2.4374 0 0.995785 36.623 71.772 67.8379 0 0 31.2276 100 0 0 0 0 0.12276 100 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Imp 9%, Su 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt 3200 3200 3200 300 300 300 300	Export 2, Strin o shade 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 , 100= 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	32%, Sub Fully shad 9 9 2,5533 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		 Strin Zpm 100 100	9 1: 12 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	H 59%, 5 99m 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Elp barray barray barray 100 100 100 100 100 100 100 10	Save and Image: Imag
I Localitation of the second s	20 Shee ation ray 3, 5 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ting Sc Cre string 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Energy (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)		4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Correl Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's Diffuse 95,6777 80,343 80,345 80,258 100 97,5314 80,2502 100 97,5414 80,2502 100 97,5414 80,2502 100 81,1812 100 81,1812 100 80,7081 100 100 100 100 100 100 100	Partie P 78.9928 85.9278 76.8928 85.9278 76.2306 100 100 99.3838 99.7623 81.4378 81.9268 81.4378 83.5202 100 100 81.5624 100 81.5624 100 100 100 80.6308 99.3384 99.30548 200 81.5624 100 100 100 80.6308 99.30548 99.30548 99.30548 99.30548 99.30548 99.30548	evation Diffuse 81.9533 100 99.8061 93.17971 100 99.6969 76.0175 100 83.7639 79.068 81.0052 99.6644 81.0052 99.6644 81.0052 99.6644 81.005588 81.005588 99.9492 99.842151 100 80.2945	Ann 9am 10.96411 96.4172 20.921 21.3281 2.34312 2.34312 2.4374 0 2.4374 0.995785 9am 10.9641 10.975785 10.975785 9am 0.995785 10.925785 9am 0.12276 10.2276 10.2276 10.2276 10.2276 10.2276 10.2276 10.2276 10.2276 10.2276 10.2276 10.2276		Scrip 1, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:12.85 Shade L 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Imp 9%, Su 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Drt barray :): 0=no 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export 2, Strin shade 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t g 1: 11 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	32%, Sub fully shad 9 9 2.5535 0 0 0 0 0 0 0 2.54237 0 100 100 100 100 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	eet 500 100 100 100 100 100 100 100	 3, Strin 100 	9 1: 12 8pn 100 100 100 100 100 100 100 10	H 59%, 5 9pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	elp ubarray 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Save an a 11pm 100 100 100 100 100 100 100 10

Figura 42: Tabela de irradiação solar com sombreamento parcial – Micro inversor 1 Fonte: System Advisor Model (SAM)

Edit	3D Shad	ling Sc	ene																						
Loc	ation	Cre	eate ง	× 3	D sce	ene	Bird's	eye E	levatior	ns Ana	alyze	Scrip	ting	Impo	rt	Expor	t					He	р	Save	and c
Diu	rnal ana	lysis	Tim	e serie	s analy	vsis	Diffuse a	analysis	Diffuse	shading: S	ubarray	2, String	1: 9.04	%, Suba	rray 4,	String	1: 8.96	%, Subar	ray 1, 9	String	1: 10.0	06%, Su	ubarra	y 3, St	tring 1: 9
ubar	ray 2, 5	itring	1										Shade L	oss (%)	: 0=nc	shade	, 100=f	ully shad	led						
	12am	1am	2am	3am	4am	5am	6am	7am	8am	9am	10am	11am	12pm	1pm	2pm	3pm	4pm	5pm	6pm	7рп	n 8pr	m 9p	m 10	0pm	11pm
an eb	100	100	100	100	100	100	100	99.6876 100	99.0622 83.4422	0	0	0	0	0	0	0	0	0 37.5036	100	100	100) 100) 10) 10	00 00	100
lar	100	100	100	100	100	100	89.3617	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100) 10	0	100
pr	100	100	100	100	100	100	99.6794	76.3251	99.0797	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100) 10	00	100
un lay	100	100	100	100	100	100	93.2152	99.5716	57.1391	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100) 10	x0 X0	100
ul	100	100	100	100	100	100	100	100	89.2444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100) 10	0	100
ug	100 100	100	100	100 100	100	100	91.4243	73.2183	100	0.016165	0	0	0	0	0	0	0	73.508	100	100	100) 100) 100) 10) 10	00 10	100
ct	100	100	100	100	100	100	100	92.5284	38.0616	0	0	0	0	0	0	0	0	50.3846	100	100	100	100) 10	x0	100
lov	100	100	100	100	100	100	99.6774	99.588	94.3738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100) 10	00	100
ec	100	100	100	100	100	100	100	99.6864	59.5493	U	0	0	0	0	0	0	U	0	100	100	100	100	, 10	N.	100
In	nport		Expo	rt	1	Copy	/	Paste																	
ubar	ray 4, S	tring	1										Shade L	oss (%)	:0=nc	shade	, 100=f	ully shad	ed						
	12am	1am	Zam	3am	4am	5am	6am	7am	8am	9am	10am	11am	12pm	1pm	2pm	3pm	4pm	5pm	6	pm 7	pm t	8pm	9pm	10pn	n 11p
an	100	100	100	100	100	100	98.4127	98.9364	78.2587	0	0	0	0	0	0	0	0	49.21	47 10	10 10	00 1 00 -	100	100	100	100
eo 1ar	100	100	100	100	100	100	100	100	81.2964	36.4924	0	0	0	0	0	0	0	100	10	10 10	00 1	100	100	100	100
pr	100	100	100	100	100	100	80.8933	99.4227	99.6937	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0 10	00 1	100	100	100	100
/lay un	100	100	100	100	100	100	99.2316	53.1824	2.03125	0	0	0	0	0	0	0	0	100	10	0 10 10 10	00 1	100	100	100	100
ul	100	100	100	100	100	100	100	81.2228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	00 1	100	100	100	100
ug	100	100	100	100	100	100	93.1054	100	70.4442	0	0	0	0	0	0	0	0 9 2223	0	10	0 10	00 1	100	100	100	100
oct	100	100	100	100	100	100	88.3207	100	40.4313	0	0	0	0	0	0	0	26.751	12 100	10	10 10	00 1	100	100	100	100
lov	100	100	100	100	100	100	99.6286	82.1356	0.182439	0	0	0	0	0	0	0	0	56.75	52 10	10	00 1	100	100	100	100
ec	100	100	100	100	100	100	99.8509	99.5884	80.5916	0	0	0	0	0	0	0	0	11.89	19 10	0 11	00	100	100	100	100
																							_		
Edit 3	BD Shad	lina Sc	ene																						
Edit I	BD Shad	ling Sc Cre	ene eate	✓ 3	D sce	ene	Bird's	eve E	levatior	ns Ana	alvze	Scrip	tina	Impo	rt	Εχροι	 t					Hel	D	Save	e and c
Loc Diu	3D Shad ation rnal ana	ling Sc Cre Ilysis	ene eate N	 3 a serie 	D SCO	ene /sis	Bird's	eye E analysis	levatior Diffuse	ns Ana shading: S	alyze ubarray	Scrip 2, String	ting 1:9.04	Impo %, Suba	rt rray 4	Expor String	t 1: 8.96	%, Subar	ray 1, 5	String	1: 10.0	Hel 06%, Su	p	Save	and c
Loc Diu	3D Shad ation mal ana	ling Sc Cre Ilysis	ene eate Tim	✓ 3 ie serie	D SCO s analy	ene vsis	Bird's (Diffuse a	eye E analysis	levation Diffuse	ns Ana shading: S	alyze ubarray	Scrip 2, String	ting 1:9.04	Impo %, Suba	rt may 4,	Expor String	rt 1: 8.96	%, Subar	ray 1, 5	String	1: 10.0	Hel 06%, Su	p ubarra	Save y 3, St	and c
Edit E Loc Diu	ation mal ana 12am	ling Sc Cre Ilysis 1am	ene eate Tim 2am	✓ 3 ne serie 3am 100	D sco s analy 4am	ene ysis Sam 100	Bird's o Diffuse a 6am 97.6068	eye E analysis 7am 98.9067	levation Diffuse : 8am 99.4529	ns Ana shading: S 9am 0	alyze ubarray 10am 0	Scrip 2, String 11am 0	ting 11: 9.04 1 2pm 0	Impo %, Suba 1pm 4 0 (0	rt rray 4, 2pm 0	Expor String 3pm 0	t 1: 8.96 4pm 0	%, Subar Spm 0	ray 1, 5 6pm 100	String 7pm 100	1: 10.0 8pm	Hel 06%, Sc 1 9pn 100	p ubarra n 10 100	Save y 3, St pm 1	and c tring 1: 9 11pm
Edit : Loc Diu an eb	ation rnal ana 12am 100	ling Sc Cre Hysis 1am 100	ene Tim Zam 100	 3 ae serie 3am 100 100 	D sco s analy 4am 100	ene ysis 5am 100	Bird's (Diffuse a 6am 97.6068 100	eye E analysis 7am 98.9067 99.9184	levation Diffuse = 8am 99.4529 88.9387	ns Ana shading: S 9am 0	alyze ubarray 10am 0	Scrip 2, String 11am 0	ting 1: 9.04 12pm 0	Impo %, Suba 1pm 0 (0 0 (0	rrt rray 4, 2pm D	Expor String 3pm 0	t 1: 8.96 4pm 0	%, Subar 5pm 0 28.0833	ray 1, 5 6pm 100	String 7pm 100 100	1: 10.0 8pm 100	Hel 06%, Su 100 100	p ubarra 100 100	Save iy 3, St pm 1) 1) 1	e and c tring 1: 9 11pm 100
Edit E Loc Diu Diu an eb Mar	8D Shad ation rnal ana 12am 100 100 100	ting Sc Cre Nysis 1am 100 100 100	ene Tim 2am 100 100 100	 3 3 am 100 100 100 100 	D sco s analy 4am 100 100 100	ene ysis 5am 100 100 100	Bird's (Diffuse a 97.6068 100 89.3617 99.6794	eye E analysis 7am 98.9067 99.9184 100 86.485	levation Diffuse : 8am 99.4529 88.9387 100 75.8858	ns Ana shading: S 9am 0 0 0 0 87/3628	nlyze ubarray 10am 0 0 0	Scrip 2, String 11am 0 0 0	ting 1:9.04 12pm 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 0 (0 (0 (0 (0 (ort orray 4, 2pm 0 0 0	Expor String 3pm 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1 0 1 0 1	%, Subar 5pm 0 28.0833 100	ray 1, 5 6pm 100 100 100	String 7pm 100 100 100	1: 10.0 8pm 100 100 100	Hel 06%, Su 100 100 100 100	p ubarra 100 100 100 100	Save 1y 3, St pm 1) 1) 1) 1) 1	e and c tring 1: 9 11pm 100 100
idit i Loc Diu Diu an eb Iar pr Iay	3D Shad ation mal ana 12am 100 100 100 100	ling Sc Cre Hysis 1am 100 100 100 100	ene Tim 2am 100 100 100 100	 3 am 100 100 100 100 100 100 	D sce s analy 4am 100 100 100 100	ene /sis 5am 100 100 100 100	Bird's of Diffuse a 97.6068 100 89.3617 99.6794 74.6166	eye E analysis 7am 98.9067 99.9184 100 86.485 91.9493	levation Diffuse : 8am 99.4529 88.9387 100 75.8858 99.603	ns Ana shading: S 9am 0 0 87.3628 1.25592	alyze ubarray 10am 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 11am 0 0 0 0 0	ting 1:9.049 12pm 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 2 0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (rrt 2 pm 0 0 0 0	Expor String 3pm 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100	String 7pm 100 100 100 100	1: 10.0 8pm 100 100 100 100	Hel 06%, Su 100 100 100 100 100	p ubarra 100 100 100 100 100	Save y 3, St pm 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1)	e and c tring 1: 9 11pm 100 100 100 100
Edit E Loc Diu an eb Mar Aar Aay un	BD Shad ation mal ana 100 100 100 100 100 100	ling Sc Cre hysis 1am 100 100 100 100 100	ene Tim 2am 100 100 100 100 100	 3 ae serie 3am 100 	D sce s analy 4am 100 100 100 100 100	Sam 100 100 100 100 100	Bird's of Diffuse a 97.6068 100 89.3617 99.6794 74.6166 71.7468	eye E analysis 7am 98.9067 99.9184 100 86.485 91.9493 100	levation Diffuse s 8am 99.4529 88.9387 100 75.8858 99.603 97.999 97.999	ns Ana shading: S 9am 0 0 0 87.3623 1.25592 0	1 yze ubarray 10am 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0	ting 1:9.04 12pm 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 3 0 (0 0 (0 0 (0 0 (0 0 (0 0 (0 0 (0 0	rt rray 4, 2 2m 0 0 0 0 0	Expor String 3pm 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 100	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100	String 7pm 100 100 100 100 100	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100	Hel 06%, Su 100 100 100 100 100 100	p lbarra 100 100 100 100 100 100 100 10	Save y 3, St pm 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1)	e and c tring 1: 9 11pm 100 100 100 100
Edit : Loc Diu Diu an ieb Mar May un un ul Lug	BD Shad ation rnal ana 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Ing Sc Cre Ilysis 100 100 100 100 100 100 100 100	zene Tim 2am 100 100 100 100 100 100 100 100	 3 ae serie 3am 100 	D sce s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100	ene ysis 100 100 100 100 100 100 100 100	Bird's of Diffuse of 97.6068 100 89.3617 99.6794 74.6166 71.7468 100 100	eye E analysis 7am 98.9067 99.9184 100 86.485 91.9493 100 100 73.0416	levation Diffuse : 99.4529 88.9387 100 75.8858 99.603 97.999 99.9596 100	Ana Ana Anading: S 9am 0 0 0 87.3628 1.25592 0 5.13109 79.1669	alyze ubarray 10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:9.04 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 3 0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (rrt 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28,0833 100 100 100 100 0 54,1179	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 100	7pm 100 100 100 100 100 100 100	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100	Hel 9pm 100 100 100 100 100 100 100 10	p Jbarra 100 100 100 100 100 100 100 100	Save yy 3, St pm 1)	e and c tring 1: 5 11pm 100 100 100 100 100 100 100
Edit : Loc Diu Diu an ieb Mar Apr May un ul Lug iep	3D Shad ation mal ana 12am 100 100 100 100 100 100 100 100	Ing Sc Cre lysis 100 100 100 100 100 100 100 100	ene	 3am 3am 100 	D sce s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100	Ene Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's (Diffuse a 97.6068 100 89.3617 99.6794 74.6166 71.7468 100 100 98.8932	eye E analysis 98,9067 99,9184 100 86,485 91,9493 100 100 73,0416 100	levation Diffuse s 99.4529 88.9387 100 75.8858 99.603 97.999 99.9596 100 76.1772	S Ana shading: S 9am 0 0 0 0 87.3623 1.25592 0 5.13109 99.1669 9.02573	10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:9.049 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 2 0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (rt 22pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 100 100 100 54.1179 100	6pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100	Hel 99m 100 100 100 100 100 100 100 10	p luberra 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Save yy 3, St pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	e and c tring 1: 9 11pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10
Edit : Loc Diu Diu an eb Mar May un ul May un ul Lug iep Oct	3D Shad ation mal ana 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Ing Sc Cre Jam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ene	3am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	D sce s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ene Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's of Diffuse of 97.6068 100 89.3617 99.6794 74.6166 71.7468 100 98.8932 100 99.5935	eye E analysis 98,9067 99,9184 100 86,485 91,9493 100 100 73,046 100 92,5494 99,7821	levation Diffuse s 99.4529 88.9387 100 75.8858 99.053 97.999 99.9596 100 76.1772 51.0414	S Ana shading: S 9am 0 0 0 0 0 0 0 1.25592 0 5.13109 79.1669 9.02573 0 0	10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 11am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:9.04 ¹ 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 2 0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (rt rrray 4, 2 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 100 54.1179 100 47.2595 0	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Hel 3 9pm 100 100 100 100 100 100 100 10	P Ibbarra 100 100 100 100 100 100 100 10	Save pm 1 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1) 1)	e and c tring 1: 1 11pm 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
Edit : Loc Diu Diu an Geb Mar May un ul un ul Gep Oct Nov Occ	ation ation 1200 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Tam 100 100 100 100 100 100 100 10	ene Cate N Cate N Tim 2am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	 3am 3am 100 	D sce s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ene ysis 5am 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's (Diffuse a 97.6068 100 89.3617 99.6794 74.6166 71.7468 100 98.8932 100 99.5935 100	eye E analysis 98.9067 99.9184 100 86.485 91.9493 100 100 73.0416 100 92.5494 99.8772	levation Diffuse : 8am 99.4529 88.937 100 75.8858 99.603 99.9596 100 76.1772 61.0414 99.6618 94.7699	Ana Ana Anading: S 9am 0 0 0 87.3623 1.25592 0 5.13109 79.1669 9.02573 0 0 0 0	10am 10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:9.043 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 2 0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (rt 22pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 0 28.0833 100 100 100 0 54.1179 100 47.2596 0 0	6pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 9pm 100 100 100 100 100 100 100 10	P Jbarra 100 100 100 100 100 100 100 10	Save pm 1)	e and contribution of the second seco
Edit : Loc Diu an eb Mar May un ul un ul sep Oct Nov Dec	20 Shad	Cre Cre Ilysis 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Zam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	 3 3 am 100 	D sco s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Sam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's (Diffuse of 97.6068 100 89.3617 99.6794 74.6166 71.7468 100 100 98.8932 100 99.5935 100	Pyre P 98.9067 99.9184 100 86.485 91.9493 100 100 100 73.0416 100 92.5494 99.97821 99.8772 99.8772	Bam 99.4529 88.9387 100 75.8858 99.6539 99.9596 100 76.1772 51.0414 99.6616 94.7699	Ana Ana Anading: S 9am 0 0 87.8628 1.25592 0 5.13109 79.1669 9.02573 0 0 0 0 0	Ilyze ubarray 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:9.04 ³ 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	rrt 2 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar Spm 0 28.0833 100 100 100 0 54.1179 100 0 54.1179 100 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	6pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Tpm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	8 pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 9pm 100 100 100 100 100 100 100 10	P ubarra 100 100 100 100 100 100 100 10	Save pm 1 1) 1 1) 1 1) 1 1) 1 1) 1 1) 1 1) 1 1	2 and c tring 1: 1 11pm 000 000 000 000 000 000 000 000 000 0
Edit : Loc Diu an eb Mar eb Mar May un ul un ul un ul un ul oct lov Dec	BD Shad ation rmal ana 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Cre Vilysis 1am 100 100 100 100 100 100 100 10	Zam Tim 2 2 2 3 00 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	D sce s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Ene ysis 5am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's 0 Diffuse a 97.6068 100 89.36794 74.6166 100 99.6794 100 98.9932 100 99.5935 100	eye E 7am 98.9067 99.9164 100 86.485 91.9493 100 100 91.9493 100 91.9493 91.9493 100 92.5494 99.7621 99.8772	levation Diffuse : 88- 99.4529 88.9387 100 75.8558 99.603 99.699 99.9596 100 76.1772 51.0414 99.6618 94.7699	s Ana chading: S 9am 0 0 0 87.3623 1.25592 0 5.13109 79.1669 9.02573 0 0 0 0 0	Ilyze ubarray 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 9.04 ¹ 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 1 0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (rt rrray 4, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 100 0 54.1179 100 47.2596 0 0 0	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 9pn 100 100 100 100 100 100 100 10	P bbarra 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Save pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 and c tring 1: 5 11pm 000 000 000 000 000 000 000 000 000 0
an eb far pr fay un ul ug ep foct lov lec	BD Shad ation 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Cre vilysis 1am 100 100 100 100 100 100 100 10	Expo	3 am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	D sce s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100	Ene sis Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's of Diffuse of 97.6068 90.607 98.9617 74.4166 98.9327 100 98.9323 100 99.9935 100 99.9955 100	Eye ye E S8.9067 S9.9067 S9.9067 S9.9067 S9.9184 T00 S6.485 S9.1943 T00 S9.1943 S9.1943 S9.1943 S9.1943 S9.1943 S9.1943 S9.1943 S9.572 Paste	levation Diffuse : 8am 99.4529 88.9387 100 75.858 99.003 99.9590 100 76.1772 51.0414 99.6618 94.7699	IS Anac 9am 0 0 0 0 0 0 12592 0 5.13109 98.02573 0 0 0	1/yze ubarray 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1 1: 9.041 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 2 0 (0 0 (0)))))))))))))))))))))))))))))))))))	rt 22m 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar Spm 0 28.0833 100 100 100 0 0 54.1179 100 0 0 0 100 100 100 100 100	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Hel 9pn 100 100 100 100 100 100 100 10	p ibarra 100 100 100 100 100 100 100 10	Save pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	e and c tring 1: 1 11pm 000 000 000 000 000 000 000 000 000 0
an Diu Diu an eb lar pr lay un un un un un un un un un un un un un	BD Shad ation rmal ana 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Ing Sc Cre lysis 1am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Eate * Tim Tim Tim Too Too Too Too Too	 3am 100 	D scc s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	sis 5am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's / Diffuse / 97.6068 100 99.6073 74.6166 71.7468 100 98.5935 100 95.5935 100 95.5935 100	eye E 7am 98,5067 99,9184 100 86,485 100 73,0416 100 99,7821 99,7821 99,7821 99,7825 Paste	levation Diffuse : 8am 99.4529 88.9387 100 75.8585 99.033 99.051 100 76.1772 61.0417 94.7659 94.7659 8am 81.1765	IS Ana 9am 0 0 0 0 0 1.2592 0 5.13109 9.02573 0 0 0 0 9.02573 0 0 0 9 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1/yze ubarray 10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 11am 0	ting 1:9.04 ³ 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 2 0 (0 0 (0)))))))))))))))))))))))))))))))))))	rrt 22pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	tt 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Suber Spm 0 28.0833 100 100 100 100 100 100 100 1	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 56%, Su 9pm 100 100 100 100 100 100 100 10	p ibarra 100 100 100 100 100 100 100 10	Save pm 1)	2 and c tring 1: 1 11pm 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0
dit i Loc Diu Diu Diu Diu Diu Diu Diu Diu Diu Diu	BD Shad ation	Tam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Eate Tim Tim 2am 100 100 100 100 100 100 100 10	 3am 100 	D scc s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Ene Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's d Diffuse a 97,008 90,704 90,6704 74,6166 71,7468 90,6704 74,6166 90,5935 100 100 100 100 100 100 100 10	eye E 7 am 98,5067 99,9164 100 86,485 91,9493 100 73,0416 92,5494 99,7821 99,7821 99,7822 Paste 7 am 100 86,1615	Evation Diffuse : 88m 99.4529 99.4529 99.003 97.999 99.9556 1.00 76.1772 61.0414 94.7699 94.7699 84m 81.1765 100	IS Ana 9am 0 0 0 0 0 0 1.2592 0 5.13109 9.02573 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1/yze ubarray 10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1:9.04 ² 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 1pm 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	rrt 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 100 0 54.1179 100 0 0 44.2596 0 0 0 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 56%, Su 9pm 100 100 100 100 100 100 100 10	p 10 100 100 100 100 100 100 100	Save pm 1)	2 and c tring 1: 1 11pm 000 000 000 000 000 000 000 000 000 0
dit i Loc Diu an eb tar pr tay un ul ug ep tay un ul ug ep tot iov ec in ubar	BD Shad ation mal ana 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Cre lysis lam 100 100 100 100 100 100 100 10	Expo Expo 2am 100 100 100 100 100 100 100 10	 3am 100 100	D scc s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Ence Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's d Diffuse a 97,008 99,7008 99,6704 74,6166 71,7468 90,6704 74,6166 80,8032 100 99,5935 100 99,5935 100 99,5935 100 99,5935 100 100 100 100 100 100 100 10	eye E analysis 7am 98,9067 99,9164 100 86,485 91,9493 100 100 100 100 100 100 100 92,5494 99,7621 99,5772 Paste 7am 100 86,6151 100 100 100 100 100 100 100	levation Diffuse : 8am 99.4529 98.9387 100 75.8558 99.603 97.999 99.9556 100 76.1772 51.0414 94.7699 94.7699 8am 81.1765 100 81.6010	Is Ana 9am 0 0 0 0 0 0 0 1.25392 0 5.13109 9,02573 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1, 25092	10272 10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 11am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 9.041 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm i 0 (0 0 (0)))))))))))))))))))))))))))))))))))	art 22pm 0	Export String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 282.0333 100 100 100 54.1179 100 0 54.1179 100 0 0 55m 30.5236 100 100 0 0	ed 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 9pm 1006%, Sk 100 100 100 100 100 100 100 10	p 100 100 100 100 100 100 100 10	Save pm 1)	2 and c tring 1: 5 11pm 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0
in in in in in in in in in in in in in i	20 Shad ation mal ana 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Crc lysis lam 100 100 100 100 100 100 100 10	Expo Expo 100 100 100 100 100 100 100 10	 3am 100 	D sce analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	rsis Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's d Diffuse a 97,0068 90,0704 90,0704 74,0166 100 90,0704 74,0166 100 90,0704 74,0166 100 90,0704 100 100 100 100 100 100 100 1	eye E 7am 99.9067 99.9164 100 99.9164 90.016 91.9493 100 73.0416 64.85 91.9493 100 92.5494 93.6472 93.6472 73.0416 93.6472 93.6472 93.6472 73.0416 93.041	levation Diffuse : 8am 99.4529 98.9387 100 97.5858 99.030 97.595 99.959 100 76.1772 51.0414 99.0518 94.7699 8am 81.1765 100 11.6010 31.6010 31.6010 31.9688	Is Ana 9am 0 0 0 0 0 1.25992 0 5.13109 9,02573 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	10yze 10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 9.04' 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm i 0 (0 0 (0)))))))))))))))))))))))))))))))))))	art 22pm 0	Expo) String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 100 54.1179 0 54.1179 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ed 6pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 9pm 100 100 100 100 100 100 100 10	P abarra barra barra	Save pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 and c 11pm 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0
an Diu Diu an eb lar pr lay an lay an eb lar lay an an eb lar pr lay an an an	ation ation 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Cre lysis lam 100 100 100 100 100 100 100 10	Expo 2 2 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	 3am 100 	D sce s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	rsis Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's d Diffuse a 57.6068 97.6068 98.93617 98.6794 74.6166 100 98.9322 100 98.9323 100 98.9323 100 97.6068 81.0617 100 100 100 100 100 100 100 1	eye E 7am 98.9067 99.9164 86.485 91.9493 100 86.485 91.9493 100 92.5454 99.921 99.8722 Paste 7am 100 86.1615 100 99.9046 89.9004 99.9046 99.9047 90.9047	levation Diffuse s 88-9367 99.4529 99.630 97.595 99.9596 99.9596 99.9596 90.00 76.1772 61.0414 99.618 94.7699 84.7699 84.7699 84.7699 81.1765 100 81.6016 31.6016 31.6016 31.6016 31.6016	Is Ana 9am 0 0 0 0 0 1.25592 0 5.13109 9,1669 9,1669 9,02773 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1.15779 0 0 0	19yze ubarray 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 1pm 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 <td>Ift Iftray 4, 0</td> <td>Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0</td> <td>t 1: 8.96 4pm 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0</td> <td>%, Subar 55pm 0 28.0833 100 100 100 100 100 54.1179 0 54.1179 0 54.1179 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0</td> <td>ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10</td> <td>7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10</td> <td>1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10</td> <td>Hel 9pn 100 100 100 100 100 100 100 10</td> <td>P ubarra ubarra ubarra 100 100 100 100 100 100 100</td> <td>Save my 3, St mm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1</td> <td>2 and 0 11pm 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0</td>	Ift Iftray 4, 0	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 55pm 0 28.0833 100 100 100 100 100 54.1179 0 54.1179 0 54.1179 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 9pn 100 100 100 100 100 100 100 10	P ubarra ubarra ubarra 100 100 100 100 100 100 100	Save my 3, St mm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 and 0 11pm 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0
an Diu Diu an eb far un ul ug ep fot lov bec ln ubar eb far eb far un ul ug ep fot lov bec un ul ug ep fot lov bec	ation ation 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Image Science Image S	Zam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3 am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	D sce s analy 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Ene Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's d Diffuse a 97,6068 90,6794 90,6794 90,6794 90,6794 100 90,5935 100 95,5935 100 95,5935 100 95,5935 100 97,6068 81,0617 81	eye E 7am 99.91674 99.91674 100 86.485 91.9493 100 90.7321 99.9772 Paste 7am 100 99.7721 99.9772 99.9772 99.9772 99.9772 99.9772 99.9772 99.9772 100 99.9772 100 100 100 100 100 100 100 10	Ievation Diffuse s 88-935-9 99-9596 100 75.858 99-9596 99-9596 100 75.858 99-9596 99-9596 99-9596 100 75.1772 61.0414 99-05618 94.7699 84 81.17699 84 81.17699 81.016 94.6018 94.6018 94.6018 94.6018 94.6018 95.6028	s Ana 9am 0 0 0 2 1,25592 0 5,13109 79.1669 9,02573 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	19yze ubarray 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 9.04' 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 1pm i 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	rt rray 4, 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 100 0 54.1179 100 47.2596 0 0 0 100 5 5pm 30.5236 100 0 0 0 100 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ed 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Top Top Top Top Top Top Top Top Top Top	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 56%, Su 1 9pn 100 100 100 100 100 100 100 10	P barra	Save pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 and c 11pm 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0
Edit : Loc Diu Diu an eb Mar May un ul Lug iep Dct Nov Dec In ubar an ieb Mar Apr May uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu	ation ation 12am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Cre Alysis Cre Alysis Cre	Zam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3 am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	D scc s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Ene Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's of 6am 97,6068 98,3617 74,6166 71,7468 99,3617 74,6166 99,5733 100 99,5935 100 97,6068 81,8042 99,5935 100 97,6068 81,8042 100 98,5935 100 100 100 100 100 100 100 10		Ievation Diffuse : 88-9387 99.4529 99.6950 99.6950 99.6950 75.858 99.6950 75.858 99.6950 75.1772 51.0414 99.6618 94.7659 94.7659 94.7659 88am 81.1765 81.17755 81.1775 81.1775 81.1775 81.1775 81.1775 81.1775	Ana 9am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.0 93.1302 93.1302 93.1302 93.1302 93.1302 93.1302 93.1302 93.1302 93.1302 93.1302 93.1302 93.1302	19yze ubarray 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 9.04' 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 1 0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (0 (rt rray 4, 2pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Expo) String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar Spm 0 28.0833 100 100 100 0 0 0 54.1179 100 0 0 0 0 100 0 0 100 0 0 100 0 0 100 0 0 100	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 55%, Su 9pm 100 100 100 100 100 100 100 100	ID ID <tdid< td=""></tdid<>	Save pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 and c 11pm 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0
Edit : Loc Diu an eb Mar May un ul Mag ep Oct Nov Oec In ubar an eb Mar May ubar May un ul au an ul ul au au au au au au au au au au au au au	20 Shad 21 Cont 22	Ing Sc Cr Aysis 100 100 100 100 100 100 100 10	Zam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3 am te serie 3 am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	D scc s analy 4am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ene sis Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's d Conffuse a 97,6068 99,6107 99,6704 99,6704 99,6704 99,6704 99,6704 99,6704 99,6704 99,5705 100 97,6066 98,507 100 97,6066 98,507 100 97,6066 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 99,507 100 90,507 100 100 100 100 100 100 100 1	Peste 7am 99:5067 99:9154 99:9164 99:505 91:5464 99:5464 99:7621 99:5772 Paste 7am 100 99:5772 Paste 99:5772 100 99:59752 100 99:9057 100 80:9059 100 100 100 100 100 100 100 10	Ievation Diffuse s 88.9387 99.4529 99.9596 99.9596 99.9596 99.9596 99.9596 75.858 99.9596 99.9596 76.1772 61.0414 99.9596 76.1772 61.0414 99.9597 81.1765 94.7659 94.7659 81.1765 81.1775 81.1765 81.1775 81.1765 81.1	Ana 9am 0 0 0 0 1,25592 0 5,13109 93,659 9,02573 0	19yze ubarray 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 9.04' 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo 0	T T T	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1: 8.96 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Suber Spm 0 28.0833 100 100 100 0 54.1179 100 0 54.1179 100 0 0 54.1379 100 0 0 100 100 100 100 100 1	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	 10.0 100 	Hel Service Service Hel Service Service Hel Service Service Service Service Service Hel Service S	ID ID <tdid< td=""></tdid<>	Save pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 and c 11pm 100 100 100 100 100 100 100 10
Edit : Loc Diu Diu an eb Mar vpr May uu uu uu uu uu ct Vov Dec In an eb Mar vov Dec In an an an an an an an an an an an an an	21 Shad 21 Content 22 Content 22 Content 22 Content 20 Conten	Ing Sc Cre Isysis Iam 100 100 100 100 100 100 100 10	Zam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3 am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	D scc s analy 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	sis Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's 4 0: 0: 6am 97.6008 98.9617 74.6166 69.8794 98.9327 74.6166 99.7404 99.7404 99.5935 100 99.5935 100 99.5935 100 99.5935 100 99.5935 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 99.5055 100 100 100 100 100 100 100	eye e	Ievation Diffuse a 88.9867 99.8599 99.9596 99.9596 99.9596 99.9596 99.9596 99.9596 99.9596 94.7699 94.7699 94.7699 81.1765 81.0016 99.823 37.9888 3.50278 82.46086 99.0697 100	IS Ana 9am 0 0 0 0 0 0 1.2592 0 5.13109 9.02573 0 0 0	19yze 10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 9.04' 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 0 0	IT arrray 4, 2pm 0	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 1: 8.96 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 100 100 100 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	 10.0 100 	Hel 56%, St 9 9pn 100 100 100 100 100 100 100 10	P barra 100 100 100 100 100 100 100 10	Save y 3, St pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 and c 11pm 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0
dit i Loc Diu Diu an eb far un ul uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu uu	20 Shad 2100 220 220 220 220 200 200 20	Vivis Vi	Zam 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	3am 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	D scc s analy 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Ene sis Sam 100 100 100 100 100 100 100 10	Bird's / 97.008 99.704 99.704 74.6166 71.7468 90.774 74.6166 80.8322 74.6166 80.6724 74.6166 80.6724 74.6166 80.6724 90.724 90.724 99.5935 100 	eye E 99.9067 99.9164 100 99.9164 100 73.0416 00 99.7021 99.5494 99.7021 99.5494 99.7021 99.5494 99.7021 99.5494 99.7021 99.004 80.7035 100 99.0046 99.9059 99.7057	levation piffuse : 8am 99.4529 86.9387 100 75.8558 99.003 97.999 99.9556 100 76.1772 51.0414 99.618 94.7699 84.7699 84.7699 84.7699 84.7699 84.7699 85.7124 100 100 100 100 100 100 100 10	s Ana 9am 0 0 0 1.25992 0 5.13109 9.02573 0 9.02573 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	19yze 10am 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Scrip 2, String 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	ting 1: 9.04' 12pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Impo %, Suba 1pm 0 <t< td=""><td>IT arrray 4, 0 <</td><td>Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0</td><td>t 1: 8.96 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0</td><td>%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 0 54.1179 100 0 0 30.5236 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10</td><td>ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10</td><td>7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10</td><td>1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10</td><td>Hel 9 9pn 1 9pn 100 100 100 100 100 100 100 10</td><td>P abarra barra 100 100 100 100 100 100 100 10</td><td>Save pm 1 pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1</td><td>2 and c 11pm 00 10 00 00 00 00 00 00 00 00</td></t<>	IT arrray 4, 0 <	Export String 3pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	t 1: 8.96 4pm 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	%, Subar 5pm 0 28.0833 100 100 0 54.1179 100 0 0 30.5236 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ray 1, 5 6pm 100 100 100 100 100 100 100 10	7pm 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	1: 10.0 8pm 100 100 100 100 100 100 100 10	Hel 9 9pn 1 9pn 100 100 100 100 100 100 100 10	P abarra barra 100 100 100 100 100 100 100 10	Save pm 1 pm 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 and c 11pm 00 10 00 00 00 00 00 00 00 00

Figura 43: Tabela de irradiação solar com sombreamento parcial – Micro inversor 2 Fonte: System Advisor Model (SAM)

As perdas de irradiação e por efeito Joule, tanto nas conexões C.C. como C.A., da mesma forma que com o inversor string, foram configuradas como default do simulador conforme Figura 44, com exceção da taxa de perdas por mismatch que no caso do micro inversor é igual a zero.

XAM 2018.11.11: C:\Users\José Aug	usto\Documents\Curso_UFMG\Trabalho de Mon	ografia\Comparativ	o de sistemas.sam				 ۵ ×	×
File 🗸 🔶 Add Inv Str	ing 🗸 Inv String Shaded 🗸	Micro 1 🗸	Micro 2 🗸	Micro	1 shaded 🗸	Micro 2 shaded 🗸	📕 He	elp
Photovoltaic, No financial	Irradiance Losses							^
Location and Resource	Soiling losses apply to the total solar irradian Shading and Snow page.	nce incident on each	h subarray. SAM ap	plies these	losses in addition to a	iny losses on the		
Module		Subarray 1	Subarray 2		Subarray 3	Subarray 4		
Inverter	Monthly soiling loss	Edit values	Edit value	s	Edit values	Edit values		
System Design	Average annual soiling loss	5		5	5	5		
Shading and Layout	 Bifacial modules only Average annual rear irradiance loss due to soiling, mismatch, or external 	0		0	0	0		
Losses	shading (%)							
	DC losses apply to the electrical output of e Module mismatch (%) DC wiring (%) Tracking error (%) Nameplate (%) DC power optimizer loss (%) Total DC power loss (%) -Default DC Losses Apply default losses to replace DC losses f Apply default losses	ach subarray and ac 0 0 0 0 0 0 0 0 2.490 10 10 10 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	All four suba State of the product of (a default values. I inverters M	ot calculate	d by the module perform 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	errance model.		
	-	AC wirin	ıg	1 %				
	Transformer Losses The transformer loss model is intended fo inverter and assume a power factor of 1. T	r distribution or sub he transformer capa	station transforme acity is equal to the	rs in large l total inver	PV systems. Losses ap; ter AC power rating.	oly to the electrical output of the		
	Transformer no load loss	0	% т	ransforme	r load loss	0 %		
	Transmission Losses							
	Transmission losses apply to the system get	nerated power outpu	ut.					
		Transmission los	ss	0 %				
	Curtailment and Availability							
Simulate >	Curtailment and availability losses reduce the	system-DC Losses-	1		-AC Losses			
Parametrics Stochastic P50 / P90 Macros	Curtailment and availability losses may be ap either on the DC or AC side of the system.	plied Edit losses	s Constant loss: Hourly losses: Custom perior	0.0 % None ds: None	Edit losse	s Constant loss: 0.0 % Hourly losses: None Custom periods: None		~

Figura 44: Tela de configuração de perdas do simulador – Micro inversor Fonte: System Advisor Model (SAM)

Com ambos os sistemas configurados da forma descrita para os dois cenários (sem e com sombreamento) foram feitas as simulações cujos resultados estão discutidos no Capítulo 4

Capítulo 4

4.1. Resultados obtidos

A simulação dos cenários descritos no Capítulo 3 foi realizada e os resultados são apresentados a seguir de acordo com a estrutura simulada.

4.1.1. Simulação sem sombreamento

Os resultados das simulações dos sistemas com inversor string e com micro inversores nos cenários sem sombreamento estão apresentados a seguir.













Observa-se pela Figura 45 que o sistema com inversor string gera energia no primeiro ano igual a 4.442kWh e os sistemas com micro inversor geram energias iguais com valor de 2.225kWh que, somadas, equivalem a 4.450kWh (Figura 45 e Figura 46, micro inversor 1 e micro inversor 2, respectivamente).

4.1.2. Simulação com sombreamento

No cenário simulado com sombreamento observou-se que as energias geradas são reduzidas e as diferenças de energia aumentam de um sistema para outro. Os resultados das simulações dos sistemas com inversor string e com micro inversores nos cenários com sombreamento estão apresentados a seguir.













Observa-se pela Figura 48 que o sistema com inversor string gera energia no primeiro ano igual a 3.887kWh.

Os sistemas com micro inversores geram energias com valor de 1.922kWh (micro inversor 1, Figura 49) e 2.019kWh (micro inversor 2, Figura 50), totalizando 3.941kWh para o sistema total. Observa-se também que, como previsto no último parágrafo da página 40, o micro inversor 1 sofre maior efeito do sombreamento das árvores por estar mais próximo da borda do telhado e, desta forma, apresenta geração menor de energia que o micro inversor 2.

4.1.3. Comparativo das simulações

De modo a efetuar a análise comparativa dos sistemas nos diferentes cenários simulados, foram elaborados gráficos mostrando os valores de geração de energia para cada sistema/cenário conforme simulado no SAM.

Os gráficos elaborados estão representados na Figura 51 e Figura 52, a primeira para a simulação no cenário sem sombreamento e a segunda para o cenário com sombreamento, ambas para os dois sistemas considerados.

Energia produzida sem sombreamento (kWh)						
	Inversor	M	icro inversor			
	string	Micro 1	Micro 2	Totais	Δ	
Jan	367,6	184,1	184,1	368,2	100,17%	
Fev	359,4	180,0	180,0	360,0	100,17%	
Mar	369,2	184,9	184,9	369,9	100,19%	
Abr	364,9	182,8	182,8	365,6	100,19%	
Mai	374,9	187,8	187,8	375,6	100,20%	
Jun	355,4	178,1	178,1	356,2	100,21%	
Jul	380,2	190,5	190,5	381,0	100,20%	
Ago	407,3	204,0	204,0	408,0	100,17%	
Set	397,8	199,2	199,2	398,5	100,16%	
Out	381,9	191,3	191,3	382,6	100,17%	
Nov	333,3	167,0	167,0	334,0	100,19%	
Dez	350,4	175,5	175,5	351,1	100,19%	
Totais	4.442,3	2.225,2	2.225,3	4.450,5	100,18%	





A energia total gerada pelo sistema com micro inversores é ligeiramente maior em relação ao sistema com inversor string. Entretanto, esta diferença (0,18%) é considerada desprezível, significando que, para todos os efeitos práticos, os sistemas se comportam da mesma forma e as energias geradas pelos sistemas são iguais.

Apesar de apresentar topologia que favorece a geração, como entradas com MPPT individuais por módulo e baixas perdas por desequilíbrio de módulos e por autoconsumo, esta vantagem é balanceada por uma menor eficiência em relação ao inversor string em cenários sem sombreamento.

Desta forma, verifica-se que, nos cenários sem sombreamento, os sistemas se equivalem do ponto de vista de geração de energia.

		-		
Energia pr	oduzida com	ı sombreamer	ito (kWh)	
Inversor	Mi	icro inversor		
string	Micro 1	Micro 2	Totais	Δ
324,2	160,7	167,0	327,8	101,08%
313,8	155,0	162,4	317,4	101,12%
319,3	158,8	164,3	323,1	101,19%
309,7	151,7	161,4	313,2	101,11%
328,3	161,1	174,0	335,1	102,08%
321,1	157,9	168,0	325,9	101,51%
337,9	166,0	178,2	344,3	101,88%
348,2	171,0	182,5	353,5	101,54%
343,1	169,3	177,8	347,2	101,20%
338,6	169,2	173,2	342,4	101,11%
294,5	147,1	151,2	298,3	101,30%
308,6	153,8	158,3	312,2	101,16%
3.887,3	1.921,8	2.018,5	3.940,3	101,36%
	Energia pr Inversor string 324,2 313,8 319,3 309,7 328,3 321,1 337,9 348,2 343,1 338,6 294,5 308,6 3.887,3	Energia produzida com Inversor Micro 1 324,2 160,7 313,8 155,0 319,3 158,8 309,7 151,7 328,3 161,1 321,1 157,9 337,9 166,0 343,1 169,3 338,6 169,2 294,5 147,1 308,6 153,8	Energia produzida com sombreamen Inversor Micro inversor string Micro 1 Micro 2 324,2 160,7 167,0 313,8 155,0 162,4 319,3 158,8 164,3 309,7 151,7 161,4 328,3 161,1 174,0 321,1 157,9 168,0 337,9 166,0 178,2 348,2 171,0 182,5 343,1 169,3 177,8 338,6 169,2 173,2 294,5 147,1 151,2 308,6 153,8 158,3 - - -	Semergia produzida com sombreamento (kWh) Inversor Micro inversor string Micro 1 Micro 2 Totais 324,2 160,7 167,0 327,8 313,8 155,0 162,4 317,4 319,3 158,8 164,3 323,1 309,7 151,7 161,4 313,2 328,3 161,1 174,0 335,1 321,1 157,9 168,0 325,9 337,9 166,0 178,2 344,3 348,2 171,0 182,5 353,5 343,1 169,3 177,8 347,2 338,6 169,2 173,2 342,4 294,5 147,1 151,2 298,3 308,6 153,8 158,3 312,2 " 3887,3 1.921,8 2.018,5 3.940,3



Figura 52: Comparativo – Sistemas com sombreamento Fontes: System Advisor Model (SAM)

Verifica-se pela Figura 52 que, no cenário com sombreamento, e submetido às mesmas condições, o sistema com micro inversores gera mais energia que o sistema com inversor string. Em média, a energia total gerada pelo sistema com micro inversores é 1,36% maior em relação ao sistema com inversor string.

Em um cenário com sombreamento, o melhor aproveitamento do micro inversor, por tratar os módulos fotovoltaicos de forma individual, torna-se perceptível e compensa a menor eficiência do equipamento com algumas vantagens.

	Inversor string	Micro inversor	Δ
Sem sombreamento	4442,3kWh	4450,5kWh	0,18%
Com sombreamento	3887,3kWh	3940,3kWh	1,36%
Δ	-12,49%	-11,46%	

A tabela abaixo apresenta um resumo dos cenários para ambos os sistemas, com os resultados simulados e suas diferenças percentuais.

4.2. Sistema de geração real – estudo de caso

Este estudo de caso tem como objetivo apresentar a produção de energia de um sistema de geração fotovoltaica real que foi usado como base para os geradores simulados neste trabalho.

Este sistema foi montado sobre o telhado de um dos clientes da empresa LUMEN Sistemas de Energia LTDA e está operacional desde julho de 2019. De modo a atender suas necessidades de energia, premissa de projeto do sistema, o domicílio necessita de uma geração de 290kWh mensais, em média, já descontada a taxa de disponibilidade de 100kWh por ser uma instalação trifásica.

O sistema projetado e instalado consiste em um gerador, usando oito módulos fotovoltaicos, modelo DHP72-330, fabricante DAH Solar, dois micro inversores trifásicos, modelo YC1000, fabricante APsystems e um módulo de comunicação ECU-C, fabricante APsystems. A vista superior do domicílio e o lay-out de montagem dos módulos no telhado podem ser observados na Figura 53.



Figura 53: Local da instalação e lay-out dos módulos no telhado Fonte: Acervo Lumen Sistemas de Energia LTDA

Neste arranjo, quatro módulos são ligados em um micro inversor e os outros quatro são ligados em outro, fornecendo até 1800W de potência C.A.

Os módulos fotovoltaicos usados neste sistema são policristalinos, com potência nominal de 330W_p, e suas características elétricas estão reproduzidas no Anexo 1.

Cada micro inversor, com potência nominal de 900W, dispõe de quatro entradas com MPPT, individuais por módulo fotovoltaico, e uma saída trifásica a quatro fios (três fases +

neutro) que podem ser ligadas em paralelo com outros micro inversores e com a rede, conforme Figura 54, que apresenta a arquitetura da instalação.

As características técnicas dos micro inversores estão reproduzidas no Anexo 3.



Figura 54: Arquitetura do sistema Fonte: [14]

Incorporados aos micro inversores encontram-se dispositivos de comunicação Zigbee que permitem o envio de informações do sistema, tais como, tensões e correntes C.C. de cada módulo, tensões C.A. de saída, frequência e temperatura dos módulos, entre outros.

Estas informações, oriundas de cada micro inversor conectado ao sistema, são enviadas ao módulo de comunicação ECU-C, que é o responsável pelo armazenamento e compartilhamento das informações, através do aplicativo EMA que pode ser acessado via internet.

O módulo de comunicação pode ser visualizado na Figura 55 e a tela principal do aplicativo EMA, na Figura 56.



Figura 55: Unidade de comunicação ECU-C Fonte: [15]

K	APsystems	USERLI	ST	REGISTRATION	SETTING			Engl	ish LUM Belo I	Settings Sign ou EN Sistemas de Energia LT Horizonte,Minas Gerais,Bra
irrent	User: LelisPeixoto							Î		
6 9	DASHBOARD	Da	ta Type	Current Power Curve	• Q	Query		SYSTEM TIME	00.54	
1 1	MODULE		2500		Current Powe	r Curve		2020-02-09 1	:06:54	
i F	REPORT	Ŷ	2300					PERSONAL IN	FORMAT	ION
	HISTORY	ų.	2000				AA	Account	LelisPe	ixoto
1	REMOTE CONTROL	v 3	1500					System Size	2.64 ki	н
	DIAGNOSE	Owerl	Í				\sim	Create Date	2019-0	04-08
	UCER RECIETRATION		1000			N		Location	Reio He	orizonte, Minas Gerais, Brai
	USEN REDISTRATION	2	500		\sim			Inverter Type	YC100	0
E	BACK		0					Module Type	DHP72	
				05:45 06:20	06:55 07:30 08:05	08:40 09:15 0	19:50 10:25 11:00	Grid Type	120/20	18V Three phase
		Sta	tus	ECU ID	Today Energy (kWh)	Current Power (w)	Action	CONTACT INFO	ORMATIO	IN
				216000010076	4.08	1466	Detail Status	Installer	Lumen	Sistemas
								Telephone	(31) 99	9636 8318
								Fmail	jose.au	igusto@lumenergia.com.b



A título ilustrativo, a Figura 57 reproduz uma curva típica de potência gerada por um módulo fotovoltaico, cujos valores foram obtidos no período de um dia.



Figura 57: Curva característica de potência de módulo gerador fotovoltaico Fonte: aplicativo EMA

A energia produzida é informada através de relatórios do aplicativo. Neste caso particular os valores de energia se encontram planilhadas conforme Figura 58. Uma vez que o sistema está operacional somente a partir de fim de julho, foram coletados dados do período de agosto a dezembro de 2019 para efeito de análise.

		Energi	a produzid	a (kWh)		
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Totais
1	12,8	13,3	16,2	9,5	9,9	61,7
2	12,5	12,3	16,6	9,7	11,0	62,1
3	9,9	12,4	16,4	15,3	7,9	61,8
4	10,4	13,8	16,2	16,0	12,2	68,6
5	10,3	13,8	13,8	11,9	8,4	58,2
6	4,7	11,9	15,6	13,2	10,1	55,5
7	8,0	13,1	15,7	13,2	5,7	55,7
8	13,3	14,7	15,0	12,4	7,8	63,3
9	13,8	15,2	13,1	14,8	8,5	65,3
10	13,1	14,3	12,4	15,3	6,1	61,1
11	12,7	13,9	16,0	14,8	8,8	66,1
12	14,2	12,4	16,1	9,8	9,0	61,4
13	13,7	13,6	16,8	12,4	14,4	71,0
14	12,7	13,5	16,8	7,6	12,2	62,8
15	14,4	13,6	15,9	5,5	15,6	65,0
16	14,9	14,6	12,9	11,0	15,6	69,0
17	15,0	13,4	15,9	10,0	14,7	68,8
18	13,1	14,1	15,3	3,9	14,9	61,3
19	12,7	11,9	13,6	8,6	9,9	56,7
20	10,3	12,4	13,9	6,4	14,0	57,0
21	12,3	11,8	6,8	12,5	9,3	52,6
22	9,5	12,7	10,2	10,0	14,1	56,4
23	6,7	5,8	11,7	11,4	8,8	44,3
24	14,1	14,3	11,0	8,6	5,5	53,4
25	12,6	3,8	13,5	12,1	13,3	55,3
26	12,7	2,2	14,4	14,3	14,1	57,7
27	14,6	13,5	14,3	14,9	12,7	70,0
28	12,1	13,4	12,5	11,8	10,9	60,7
29	9,5	11,2	13,7	7,5	11,4	53,3
30	13,8	13,9	13,1	9,4	14,3	64,5
31	14,0		11,5		15,4	40,9
Totais	374,1	370,5	436,7	333,6	346,3	1861,2

Figura 58: Energia produzida no período pelo sistema real Fonte: aplicativo EMA

O total de energia produzida no período analisado fornece uma média mensal de 372,2kWh, valor 28,4% superior às necessidades do domicílio (290kWh). Esta margem de segurança está adequada de modo a compensar os dias nublados ou chuvosos que não estão previstos no dimensionamento e que reduzem a produtividade do sistema.

A análise realizada mostra que os sistemas fotovoltaicos representam uma excelente opção para o consumidor de energia elétrica que deseje suprir suas necessidades com um gerador alternativo à concessionária de energia local.

Capítulo 5

5.1. Conclusões

A partir das premissas descritas e após as simulações realizadas, os valores de energia produzida para os sistemas string e com micro inversores nos cenários sem sombreamento e com sombreamento foram planilhados e gerados dois gráficos comparativos para os cenários descritos.

Como observado no gráfico da Figura 51, para o cenário sem sombreamento, os sistemas usando inversor string e micro inversores se assemelham produzindo energias com diferenças percentuais desprezíveis. Conclui-se que, para todos os efeitos práticos, os dois sistemas, sem obstáculos ou condições adversas, são equivalentes e geram a mesma quantidade de energia ao longo do ano.

Para o cenário com sombreamento este conceito modifica-se e as diferenças de geração de energia em todos os meses do ano são perceptíveis, como observado na Figura 52. Comprovando o conceito explanado no item 2.3.3, o sistema usando micro inversores gera mais energia que o sistema com inversor string em cenários desfavoráveis do ponto de vista de sombreamento por apresentar entradas MPPT individuais por módulo e outras características que melhoram seu processo de conversão. As diferenças para o cenário estudado são pequenas, mas sensíveis pela análise do gráfico e dos valores de energia gerada.

De acordo com a Figura 52, a maior diferença percentual ocorre no mês de maio (2,08%) e a menor diferença percentual ocorre no mês de janeiro (1,08%). A diferença média no ano é igual a 1,36%, o que equivale a dizer que, na condição simulada, o sistema com micro inversor gera 1,36% mais energia por ano do que o sistema com inversor string.

5.2. Proposta de continuidade

Para a continuidade deste trabalho propõe-se realizar novas simulações com cenários de sombreamento mais severos que o especificado de modo a avaliar se o ganho de produtividade de um sistema com micro inversores em relação ao mesmo sistema com inversor string será melhorado.

Sabendo-se que sistemas que utilizam micro inversores são, em média, mais onerosos que sistemas com inversores string na mesma potência, outra sugestão é a de realizar estudos econômicos usando o módulo financeiro do SAM de modo a avaliar o impacto da produção dos dois sistemas no retorno financeiro do investimento ou sua viabilidade econômica como um todo.

Referências bibliográficas

- "Quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil?" Relatório FIRJAN, fevereiro 2017;
- [2] "Geração distribuída solar fotovoltaica: Benefícios líquidos para o Brasil" Seminário ABSOLAR, junho 2018;
- [3] "Meio século de história fotovoltaica", Gazeta de Física, janeiro de 2008, Universidade de Lisboa;
- [4] A. Luque e S. Hedegus, "Handbook of Photovoltaic Science and Engineering", Wiley, 2003;
- [5] A. Costa Carvalho, "Metodologia para análise, caracterização e simulação de células fotovoltaicas", Dissertação para obtenção do título de Mestrado, julho de 2014, Universidade Federal de Minas Gerais;
- [6] W. Shen, F. Choo e P. Wang, "Mathematical model of a solar module for energy yield simulation in photovoltaic systems", School of Electrical and Electronic Engineering, Singapore, 2009;
- [7] J. Pinho e M. Galdino, "Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos", GTES, 2014;
- [8] Prof. Dr. Luís Monteiro, "Curso de Especialização em Energias Renováveis", Notas de Aula, 2019, UFMG;
- [9] "Best Research-Cell Efficiency Report", National Renewable Energies Laboratories (NREL), 2019;
- [10] N. Martins, "Incorporação de Micro Inversor em Módulos Fotovoltaicos", Dissertação para obtenção do título de Mestrado, 2012, Universidade de Aveiro;
- [11] J. Carneiro, "Módulos Fotovoltaicos Características e Associações", Artigo publicado no primeiro semestre de 2010, Universidade do Minho;
- [12] J. Gazoli, "Microinversor Monofásico para Sistema Solar Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica", Dissertação para obtenção do título de Mestrado, 2011, Universidade Estadual de Campinas;
- [13] "Growth, Market Share and Dynamic change in the PV Inverter Industry Report", GTM Research, 2009;
- [14] Manual de operação e instalação, YC-1000, APsystems, rev 1.0;
- [15] Manual de operação e instalação, ECU-C, APsystems, rev 1.5;

cdl System Myliol/SP (S0/Tem Weigit 23.43 Weigit 23.44 Weigit 23.44 Weigit 24.44 Weigit <th>wermanical she</th> <th>1011100</th> <th>Control of the local division of the local d</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th>	wermanical she	1011100	Control of the local division of the local d				
No of Calle 2. 24 (6-13.) For of Caller 2. 24 (6-13.) For an of Caller 2. 24 (7-13.) For an	Collin Types Weight Dimension (L/WMT) Output Coldee	Pully15 22.5kg 1956×1	5.75=156.75ms 91=40mm angh900mm, -	Comme			
rene kontran Aminimum Contrant Aminimum Contrant Rev 13 System Biologies constant Rev 14 Corrented Biologies Constant Rev 14 Corrented Biologies Contrant 200 400 400 400 400 400 400 400 400 400	No.of Calls Front Olass	72 (6) 3.2mm	12) High Tronnise	n.tow fron Tem	pared Olass		
Martial (Martial) Perform (Comparising) Constant XC an MCL Comparising) Constant XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparising) Constant XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparising) Constant XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparising) Constant yrian XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparising) Constant yrian XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparising) Constant yrian XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparising) Constant yrian XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparising) Constant yrian XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparising) Constant yrian XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparising) Constant yrian XC an MCL Comparising) XC an MCL Comparision Constant yrian Constant Yrian XC an MCL Comparision Constant yrian Conston Constant Yrian XC an MCL Constant Y	Fruma	Anodia	ed Abminium				
Packing Configuration Active	Junction box Connector	MC4 =	8 Bypans Diodes MCA Compadi	e q			
Continue 2001 600 601 CS per continue 2 2 2 CS per continue 20 2 2 CS per continue 20 48 24 CS per continue 20 48 24 CP per continue 200 49 66 Operating Tenservenent(1) -0 -145 24 Montionen verbin verbin verbin 2400% 240% 240% Montionen verbin verbin verbin verbin 240% 24% 240% Montionen verbin verbin verbin 240% 23% 240% Montionen verbin verbin verbin 240% 23% 240% Montionen verbin verbin verbin 240% 23% 240% Montionen Verbin 210% 23% 23% 23% Montionen Verbin 210% 23% 23% 23% Montionen Verbin 210% 23% 23% 23% Montionen Verbin 23% 23% 23% 23% Montionen Verb	Packing Configu	uration					
C5 per palle 27 27 C5 per centane 20 24 C5 per centane 20 2000 Adviewed forgenerating 0000 15A Adviewed forgenerating 0000 15A Adviewed forgenerating 0000 15A Adviewed forgenerating 0000 15A Adviewed forgenerating 24000 15A Adviewed forgenerating 15A 32000 Adviewed forgenerating 0000 32A 3200 Adviewed forgenerating 15A 32A 32A 32A Adviewed forgenerating 32A 32A 32A 32A Adviewed forgenerating 653 653 32A 32A Adviewed forgenerating 653 653 32A 32A Adviewed forgenerating 653 653 32A 32A Advitering	Container	2007	4004	SHOP			
Uff per continue 10 24 24 FG per continue 20 66 66 Antinue system values 000 000 000 Mathinue values 000 000 0000 Mathinue values 0000 000 000 Mathinue values 0000 000	PCS per pellet	27	27	27			
Coperating Decision Decision Decision Matimum system values DC100V -40 -481C Matimum system values DC100V -40 -481C Contraling Tangenetic -40 -481C Contraling Tangenetic -40 -481C Matimum stratis DC100V -40 -481C Contraling Tangenetic -40 -481C Match stratis DC100A -40 -481C Match stratis DC10A -40 -481C Match stratis D0070 -40 -481C Match stratis D0070-481C -40 -481C Match stratis D0070-481C -417C Match stratis D0070-481C -417C Match stratic -415C -417C Match stratic -415C -417C Match stratic -415C -417C Match stratic -417C -417C Match stratic -417C -417C Match stratic -415C -417C Match stratic -417C -528C	PUT per container	01	24	24			
Mutime vision weiges Control for angle Control for angle Service and the range Service and the range Service and the range Service and the range Service and Service an	Operatina Para	meter					
Operating Mathema static framework [1] -065C -065C Machine archive ranking Machine archive ranking Varial local: backain Application head 13A -0.05C Machine archive ranking Machine locality Application head 2400% -0.05C Machine archive ranking Machine locality Application head 245-13C Add local Abbranch Machine local value Abbranch Machine local Abbranch Machine local Abbranch Machine local Abbranch Machine local Abbranch Machine local Abbranch Abbra	Maximum solum velicas			DC1000V			
Materian even from a rate 15,4 Stare locition statistics 5400% Wind low function 2400% Wind low function 455.55 Moning pering call inseparation (MOCT) 455.55 Addit Type 0177.55 Moning pering call inseparation (MOCT) 455.55 Addit Type 0177.55 Addit Type 0177.55 Addit Type 0177.55 Moning THEmory (MOL 0205.54 Moning Themory (MOL 0207.54	Operating Temperature[Ū		20+_ 01=	D.		
See load, Sonada 5400% Wind load, Ionchia 5400% Nord load, Sonada 5400% Nord load, Sonada 45°C-3C Application load 45°C-3C Application load 45°C-3C Application load 15°N Application load 15°N Abord Sympositie 19°N Abord Sympositie 10°N	Madmum series fure rath	2		15A			
And location Active data A New Locat Stant Application local Bigenetine (NOCT) Application local Bigenetine (NOCT) Application local Distributions Application local Biggenetic Application local Distributions Application local Distret Application local	Snow lood, frontside			5400Pa			
$\label{eq:constraints} \begin{tabular}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	Wind Bood, bockside	and the second	and the second	2400Pa			
Electrical Characteristics (Standard Test Conditions) Der7x200 Der7x200 Mouduk Type Der7x200 Der7x200 Der7x200 Mouduk Type Der47x200 Der7x200 De77x200 Mouduk Type 0.45.5% 45.1% 37.1% Mouduk Type 0.45.5% 45.1% 37.1% Mouduk Titlemer/Na) 0.45.5% 46.1% 7.05% Mouduk Titlemer/Na) De77x203 DH77x230 DH77x330 Mouduk Type De77x203 DH77x330 DH77x330 Mouduk Type De77x203 DH77x330 DH77x330	Application lavel		lannad	Gan A			
Modul Type DiPT/3cil S DiPT/3cil S <thdipt 3cil="" s<="" th=""> <thdipt 3cil="" s<="" th=""></thdipt></thdipt>	Electrical Chara	Icterist	ics (Stand	ard Test (Conditions	1	
Montume Development 310W 320W 320W 320W 320W 30W	Modulo Type		DHP72-315	DHP72-320	DHP773-326	DHIP72-330	
Openeticitari Magai (Nei) 34.N 35.N 35.N 35.N 36.N Sanctional Current (kc) 8.0N 8.1N 7.2N 7.2N 7.2N Manimum France Magai (kc) 8.2A 8.1N 8.2A 8.3A 8.3A Manimum France Magai (kc) 8.2A 8.1N 8.2A 8.3A 8.3A Manimum France Magai (kc) 8.2A 8.3A 8.3A 8.3A 8.3A Manimum France Magai (kc) 16.25% 8.53% 8.37% 17.05% 7.05% Preve Talencia 0.35%/C 05N 7.05% 7.05% 7.05% France Talencia 0.1 0.35%/C 0.35%/C 0.35%/C 6.41%/C Ensperature Colificat of the 0.33%/C 0.33%/C 0.41%/C 6.41%/C Model Ta Environment Proticines 10000/m², Anbiant impairemanim 25C, Featrim AM15 6.41%/C 6.41%/C Model Ta Environment Proticines 10000/m², And/M 4.41%/C 7.41%/C 6.41%/C Model Ta Environment Proticines 10000/m², And/M 2.42%/C 6.41%/C	Mosimum Power[Pmax]		MSIE	320W	325W	MORE	
Materian From Verga (Verp) 3.5.V 3.7.V 3.2.V 3.7.V Materian Periodia Cherran (Par) 3.5.4 8.7.3 3.7.V 3.2.V 3.7.V Matchine Prever Cherran(Par) 8.5.4. 8.6.3.N 8.7.N 8.7.V 8.8.A. 8.8.A. <t< td=""><td>Open-circuit Voltage (Vo</td><td>19</td><td>45.6V</td><td>45.8V</td><td>45.9V</td><td>V5.84</td><td></td></t<>	Open-circuit Voltage (Vo	19	45.6V	45.8V	45.9V	V5.84	
Machine Power Current(Pay) 8.3.4.x 8.7.3.x 8.7.6.x 8.8.4.x Moudue Efficiency(%) 16.3.5% 16.3.5% 8.7.7% 17.02% Answer Materian 0.6.3.5% 16.3.5% 8.7.7% 17.02% Enswer Materian 0.6.3.5% 16.3.5% 8.7.7% 17.02% Enswer Materian 0.6.3.5% 0.6.3.5% 17.02% Enswer Materian 0.6.3.5% 0.5.3%/C 17.02% Enswer Materian 0.6.3.7% 17.02% 17.02% Enswer Materian 0.6.3.7%/C 0.5.3.7% 17.02% Enswer Materian Provisions Enswer Materian 25.5, Spectrum AM1.3.5 Enswer Materian Provisions Enswer Materian 25.5, Spectrum AM1.3.5 Anader Tas Ensionment Provisions Enswer Materian 25.7, Spectrum AM1.3.5 Materian Tas Ensionment Provisions Enswer Materian 24.0% Materian Enswer Materian 24.3.4% 24.0% Materian Enswer Materian Enswer Materian 24.3.4% 24.6% Materian Enswer Materian 24.3.4% 24.6% Enswer	Maximum Power Voliage Short-inuti Current (Ike	(daub)	36.97	AL'ZE	N2.75	45.75 AR2 0	
Module Efficiency(k) 16.35% 16.51% 16.77% 17.02% Prever Inferences 0.—59% 0.055% 17.02% Prever Inferences 0.055% 0.055% 17.02% Prever Inferences 0.055% 0.055% 17.02% Prever Inferences 0.055% 0.055% 17.02% Importance Confident of Inc 0.055% 0.055% 17.02% Importance Confident of Inc -0.01%/L -0.01%/L 17.02% Importance Confident of Inc -0.01%/L -0.01%/L 17.02% Benderical Table Prespective ISCON/m/L Anbient Important 25.C, Spectrim AM1.5 17.02% Benderical Table Prespective ISCON/m/L Anbient Important 25.C, Spectrim AM1.5 17.02% Benderical Table Prespective ISCON/m/L Anbient Important 25.C, Spectrim AM1.5 17.02% Module Type Prespective ISCON/m/L Anbient Important 25.C, Spectrim AM1.5 17.02% Module Type Prespective ISCON/m/L Anbient Important 25.C, Spectrim AM1.5 17.02% Module Type Prespective ISCON/m/L Anbient Important 25.C, Spectrim AM1.5 17.02% Module Type Prespe	Maximum Power Current	(June)	9.54A	A153.9	8.76A	8.85A	
Towar fullencies 0 5W Transpersions Configues of Inc. 0.055%/C Transpersions Configues of Yes -0.32%/C Transpersions Configues of Yes -0.32%/C Tempersions Configues of Yes -0.32%/C Tempersions Configues of Yes -0.41%/C Tempersions Endering Yes And Work -0.41%/C Bendard Teal Environment Prodisers 1000/m/r, Arbient tampersion 25C, Spectrum AM15 Alexander Teal Environment Prodisers 1000/m/r, Arbient tampersion 25C, Spectrum AM15 Alexander Teal Environment Prodisers 1000/m/r, Arbient tampersion 25C, Spectrum AM15 Alexander Teal Environment Prodisers 1000/m/r, Arbient tampersion 25C, Spectrum AM15 Module Teal Environment Prodisers 1000/m/r, Arbient tampersion 25C, Spectrum AM15 Module Teal Environment Prodisers 1000/mr, Arbient tampersion 25C, Spectrum AM15 Module Teal Environment Prodisers 1000/mr, Arbient tampersion 25C, Spectrum AM15 Module Teal Environment Prodisers 1000/mr, Arbient tampersion 25C, 42.00 Module Teal Common Prove Version 2000 2.35A 7.35A Solutional Common Prove Version 2001 2.35A 7.35A Solutional Comm	Madule Efficiency(%)		16.25%	16.51%	16.77%	17.02%	
Temperature contract of the construction of th	Power Tolerance	12		S+ 0	*		
Imperations Configured of Prox. -0.11%/C Readderd fast Environment Frontisson (2000v/m/, Ambient tengenorium 25 C, Spectran AM1.5 Beachrical Characteristics (Noct) Module 772 Module 77 D1977/2315 D1977/2315 Module 77 D1977/2315 D1977/2315 Module 77 D1977/2315 D1977/2315 Module 77 D1977/2315 D1977/2315 Mation Proven/Prox() 23.4/V 23.6/V Mationen Proven/Prox() 23.4/V 23.6/V Mationen Proven/Prox() 24.7/V 24.6/V Mationen Proven/Prox() 24.7/V 24.6/V Mationen Proven/Prox() 24.7/V 24.6/V Mationen Proven/Prox() 24.6/V 24.6/V Mationen Proven/Prox() 24.6/V 24.6/V Mationen Proven/Prox() 24.6/V 24.6/V Mationen Proven/Prox() 24.6/V 24.6/V Mationen Proven/Proven (Ambin (Mation Mation Proven/Pr	Tamparsture Coefficient o	4 Vac		0.375	10		
Electrical Characteristics (Noct) DH77325 DH77325 DH77330 Moude Type DH773315 DH77325 DH77330 Moude Type DH773315 DH77330 DH77330 Moude Type DH773315 DH77330 DH77330 Moude Type DH77331 DH77331 DH77330 Moude Type DH77331 DH77331 DH77331 Moude Type DH77331 DH77331 DH77331 Moude Type DH77331 DH77331 DH77331 Moude Type DH77331	Temperature Coefficient o Societard Test Environment	Lines	wadiness 10	- 0.41%	/T Famorentia 26	SC Structure AM1 5	
Module Type DePT73-315 DEPT73-325 DEPT73-330 Module Type Development) 23.4W 23.5W 24.2W 24.5W Operative Network (Network) 23.4W 23.5W 24.5W 24.5W Operative Network (Network) 24.2W 24.5W 24.5W 24.5W 25.5W 24.5W 24.5W 24.5W 24.5W 24.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W 25.5W	Electrical Chara	Icterist	ics (Noct)				
Macinium Powel/Pinaci) 224W 228W 242W 246W Operative Wange (Meo) 22.4W 22.5W 24.5W 2	Module Type		215-279HD	DHP72-520	DHP73-325	DHP72-330	
Openedicult Vallage (Yoo) 22_AV 22_5V 22_6V 42_7V Maximum Prever Vallage (Yoo) 24.3Y 34.4V 34.5Y 34.4V Storectionic Current (bc) 725A 735A 7475 7474	Maximum Power[Pmax])		234W	238W	242W	246W	
Maximum Power Vallage (Ving) 34.3V 34.4V 34.5V 34.5V 34.6V Shor-ricinal Carent (Ac) 7.25A 7.35A 7.47A	Open-circuit Voltage (Vo	ý.	42.4V	42.5V	42.6V	42.7V	
	Maximum Power Voltage	(Amb)	34.3V	34.4V	15.45	34.6V	
Majorium Cower Lurrentierus 0.02.0 0.72.0 C.M.C.	Making Power Current	(June)	6.82A	6.92A	7:024	ZIIA	

Anexo 1 Módulo fotovoltaico DHP72-330



Anexo 2 Inversor Sunny Boy 2.0



Anexo 3 **Micro inversor YC1000**

APsystems YC1000-3 Microinverter Datasheet

INPUT DATA (DC)	Accommodates 3 modules up to 365W or 4 modules up to 310W		
MPPT Voltage Range	16-55V		
Maximum Input Voltage	60V		
Maximum Input Current	14.8A x 4		
Startup Voltage	22V		
OUTPUT DATA (AC)	277Y/480V	120Y/208V	
Maximum Output Power	900W	900W	
3-Phase Grid Type	277Y/480V	120Y/208V	
Nominal Output Current	1.08Ax3	2.50Ax3	
Nominal Output Voltage	277Yx3	120Yx3	
Nominal Output Frequency	60Hz /59.3-60.5Hz*	60Hz /59.3-60.5Hz*	
Power Factor	>0.99	>0.99	
Total Harmonic Distortion	<3%	<3%	
Maximum Units per Branch	11 per 15Ax3-pole Breaker	4 per 15Ax3-pole Breaker	
EFFICIENCY			

Peak efficiency	95%
CEC Weighted Efficiency	94.5%
Nominal MPPT efficiency	99.9%

MECHANICAL DATA

Operating Ambient temperature range	-40°F to +149°F (-40°C to +65°C)
Storage Temperature Range	-40°F to +185°F (-40°C to +85°C)
Dimensions (W x H x D)	10.2" X 9.5" X 1.4" (259mm X 242mm X 36mm)
Weight	8.4lbs (3.8kg)
Enclosure rating	NEMA 6
Cooling	Natural Convection - No Fans

ZigBee (wireless)

The DC circuit meets the requirements for ungrounded PV arrays in NEC690.35. No additional ground is required. Ground fault protection (GFP) is integrated into microinverter.

10 years standard, extendable to 25 years

FCC Part 15; ANSI C63.4; ICES-003

IEEE1547, CSA C22.2 No. 107.1-01, NEC 2014 690.12, NEC 2017 690.12 ***

FEATURES

Communication

Integrated Ground Fault Protection (GFP)

Emissions & Immunity (EMC) Compliance

Safety & Grid Connection Compliance

Warranty

* Programmable per customer and utility requirements. ***Meets the standard requirements for Distributed Energy Resources (UL 1741) and identified with the ETL Listed Mark.



Specifications subject to change without notice - please ensure you are using the most recent update found at www.A.Psystems.com

600 Ericksen Ave NE, Suite 200, Seattle, WA 98110 | 844.666.7035 | APsystems.com

6.13.17 © All Rights Reserved



60