

# PROJETO BÁSICO DE UMA CENTRAL HELIOTÉRMICA DE 1 MW EM PETROLINA - PE

**Leonardo dos Santos Reis Vieira** – lsrv@cepel.br

**Ana Paula Cardoso Guimarães** – pcardoso@cepel.br

**Lauro Barde Bezerra** – laurobb@cepel.br

Centro de Pesquisa de Energia Elétrica, Departamento de Tecnologias Especiais

**Eduardo Torres Serra** – etserra@cepel.br

Centro de Pesquisa de Energia Elétrica, Diretoria Geral

**Resumo.** O objetivo deste artigo é apresentar o projeto básico de uma planta solar de 1 MW com tecnologia de cilindros parabólicos, realizado pela empresa espanhola Solar Technology Advisors – STA, “spin-off” da Ciemat, sob orientação e coordenação do Cepel. O projeto leva em consideração a possibilidade de uma futura ampliação, abrangendo novas tecnologias de geração solar.

**Palavras-chave:** Energia Solar, Cilindros Parabólicos

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a região com maior potencial para a aplicação da tecnologia heliotérmica de concentração é aquela delimitada pelo semiárido climático, onde se verificam as melhores condições de irradiação solar direta, decorrentes da baixa intensidade de nuvens e dos baixos índices pluviométricos.

Desde 2009, o MCT e o MME, por meio de reuniões setoriais, estão estruturando um programa de P,D&I em energia solar de alta temperatura. Nestas reuniões foi proposta a construção de uma planta piloto, de modo a aumentar o conhecimento no Brasil e estudar tecnologias que possam vir a ter grande potencial de aplicação no futuro. O projeto de uma planta solar com concentração seria a primeira etapa para a futura implantação de uma Plataforma de Pesquisa experimental para o desenvolvimento da energia solar no Brasil.

Em 2010, um estudo realizado pelo Cepel identificou a região do Projeto de Irrigação Pontal Sul próximo da cidade de Petrolina, como a mais indicada para implantação de uma Plataforma de Pesquisa experimental em energia solar (Guimarães *et al.*, 2011). Neste estudo foi feita uma hierarquização de várias localidades levando em consideração não apenas aspectos de irradiação, mas também aspectos relacionados à infraestrutura das localidades. Em dezembro de 2010, uma proposta para construção de uma planta solar de cilindros parabólicos de 1 MW foi submetida à FINEP, tendo como instituição executora o Cepel, como instituição co-executora a Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e como instituição interveniente a Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – SECTEC - PE.

No decorrer do ano de 2011, no âmbito de um Convênio do Cepel com o MME procedeu-se a contratação da empresa espanhola Solar Technology Advisors – STA, “spin-off” da Ciemat, para elaboração de um projeto conceitual (Guimarães e Vieira, 2011) e básico de uma planta solar de 1 MW, sob orientação e coordenação do Cepel. Paralelamente a estas atividades, a SECTEC obteve junto a Codevasf, responsável pelo desenvolvimento do Projeto de Irrigação Pontal, localizado na proximidade da cidade de Petrolina, a cessão de um lote de terreno de 45 hectares na região para construção da planta. Ao longo de 2011 foram conduzidas diversas reuniões com a FINEP para adequação da proposta aos procedimentos usuais daquela instituição no que se refere à forma de contratação da empresa responsável pela implantação da planta piloto, à transferência de tecnologia em todas as etapas do processo de implantação (construção, aquisição de equipamentos, montagem, comissionamento e partida da planta piloto), bem como ao detalhamento das atividades de P&D na UFPE e no Cepel durante o período de implantação. Destas reuniões resultou uma revisão da proposta original do projeto que foi entregue à FINEP em fevereiro de 2012.

Este artigo apresenta as características do projeto básico da planta solar com tecnologia de cilindros parabólicos. A opção pela tecnologia de cilindros parabólicos nesta primeira fase de implantação de uma Plataforma de Pesquisa experimental para o desenvolvimento da energia solar no Brasil deve-se ao fato de que ela se encontra em um estágio mais avançado de amadurecimento e a existência de uma maior quantidade de plantas com esta tecnologia em operação.

## 2. DADOS METEOROLÓGICOS DO SÍTIO

Os principais dados meteorológicos utilizados no projeto básico da planta foram: (i) irradiação direta normal (DNI), (ii) temperatura ambiente, (iii) velocidade e direção do vento, (iv) umidade relativa e umidade absoluta e (v) precipitações. Com relação à estimativa da irradiação direta normal (DNI), decidiu-se pela adoção dos dados da fonte SWERA ([http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather\\_data.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data.cfm)), a qual é baseada em modelo de estimativa de satélite, pelos seguintes motivos: (i) o modelo SWERA fornece valores mais conservadores do que os estimados pelo Cepel (Guimarães *et al.*, 2011), com base nas horas de insolação disponíveis no Atlas Solarimétrico do

Brasil (Chiguera Tiba *et al.*, 2000); (ii) o modelo SWERA fornece valores mais consistentes do que os medidos na estação de Petrolina do projeto Sonda (<http://sonda.ccst.inpe.br>). Com relação à velocidade do vento, também foram utilizados os dados da fonte SWERA, pois apresentam valores mais elevados para a localidade, portanto mais críticos para o dimensionamento da planta. Todos os demais parâmetros meteorológicos foram obtidos da estação de Petrolina pertencente ao projeto Sonda. A Tab. 1 mostra um resumo destes dados para o sítio selecionado.

Tabela 1. Principais dados meteorológicos do sítio selecionado.

	Valores de projeto	Fonte
DNI	1830 kWh/m <sup>2</sup> ano	SWERA
temp. bulbo seco (temp. máxima diária; média de 1 mês - novembro)	35 °C	Sonda
velocidade do vento (média diária máxima; Sonda e SWERA apresentam vel. max. inferior à suportada pelos coletores de 30 m/s)	7,76 m/s	SWERA
precipitação (ano crítico – 2009: tomado como representativo)	663 mm/ano	Sonda
umidade relativa (valor crítico - abril)	43,74 %	Sonda
temp. de bulbo úmido (calculado com base nos dados de umidade)	24,75 °C	Sonda

### 3. DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DA PLANTA

Os principais sistemas da planta de demonstração são: (i) campo solar, (ii) sistema de absorção e transferência de calor, (iii) bloco de potência, (iv) balanço da planta e (v) sistema elétrico.

#### 3.1. Campo solar

Os principais equipamentos mecânicos do campo solar são: (i) arranjos do coletor solar (SCA – “Solar Collector Arrays”), (ii) painéis refletores e (iii) receptor.

##### SCA

Na tecnologia referente ao concentrador cilindro parabólico, o campo solar é um sistema modular composto por laços de SCAs e tubulações associadas. Em cada laço estão incluídos os seguintes conjuntos: (i) estruturas para os espelhos, (ii) suportes para receptores, (iii) sistema de controle, (iv) sensores, (v) tubulações de interconexão (sistema de juntas esféricas) e (vi) tubulações auxiliares. Na Tab. 2 estão apresentados os principais parâmetros relativos aos laços (módulos de coletores alinhados) que compõem o campo solar.

Tabela 2. Principais parâmetros do campo solar.

Dados dos laços	
comprimento do módulo	12 m
número de módulos/SCA	12
comprimento SCA	144 m
SCA/laço	4
comprimento dos tubos absorvedores	4 m
espelhos/módulos	32
irradiação do ponto de projeto	850 W/m <sup>2</sup>
diâmetro interno do tubo absorvedor	0,065 m
diâmetro externo do tubo absorvedor	0,07 m
abertura dos coletores	5,75 m
área de abertura de um coletor	828 m <sup>2</sup>
área de irradiação incidente no SCA	9936 m <sup>2</sup>
distância entre linhas do SCA	17 m

Na Tab. 3 estão apresentados os parâmetros referentes às eficiências óticas do campo solar.

Tabela 3. Eficiências óticas do campo solar.

Dados óticos	
fator de interceptação	0,92
refletividade dos espelhos	0,92
transmissividade da cobertura de vidro	0,945
absortividade do tubo absorvedor	0,94
eficiência ótica total	0,75

Existem duas possibilidades de configurações para os SCAs: configuração U e W. A configuração U será adotada em função das dimensões do terreno e do comprimento dos SCA. A área total ocupada para esta configuração é de aproximadamente 100 x 300 m.

Para a montagem dos SCAs, existem duas orientações possíveis: na direção leste-oeste ou na direção norte-sul. As plantas comerciais são sempre orientadas na direção norte-sul. Para as plantas experimentais localizadas fora dos trópicos é recomendável a orientação dos coletores na direção leste-oeste. Nesta condição, a incidência da irradiação completamente normal ao coletor ocorrerá pelo menos um dia ao ano. Entretanto, para a planta de demonstração em questão, dado que está localizada dentro dos trópicos, a direção escolhida é a norte-sul.

### ***Painéis Refletores***

Os refletores são espelhos feitos com filmes finos reflexivos de alumínio ou prata depositados em um suporte que fornecem a rigidez necessária. Existem dois tipos de refletores: de vidro fino e de vidro espesso. A maioria dos refletores utilizados nas plantas de cilindro parabólico é de vidro espesso (4 mm). Os espelhos são dobrados para obter a curvatura antes da camada de prata ser depositada.

### ***Receptores***

Os receptores do sistema cilíndrico parabólico consistem de dois tubos, um tubo metálico interno em aço inox (através do qual o fluido térmico quente escoar) e uma cobertura externa de vidro. Atualmente existem 4 fabricantes destes tubos, todos com vidros com transmitância acima de 96%, absorvância acima de 95% e emitância menor que 10% a uma temperatura de 400°C. Os fabricantes são os seguintes: Hulyln, Siemens Solel, SCHOTT e ENEA-Archimede.

### ***3.2. Sistema de absorção e transferência de calor (HTF – “Heat Transfer Fluid”)***

Os principais equipamentos que compõem o sistema HTF são: (i) fluido de transferência de calor, (ii) tubulações e sistemas de isolamento, (iii) aquecedores HTF, (iv) trocadores de calor, (v) bombas, (vi) sistemas de vasos de expansão, (vii) sistema de limpeza do óleo térmico e (viii) sistema de recuperação.

Existem diversos tipos de óleo térmico, porém são poucas as opções para trabalhar em altas temperaturas, como requerido nas plantas CSP. Para os cálculos realizados no projeto conceitual da planta de demonstração, foi utilizado o óleo Therminol VP1, cujas principais propriedades são as seguintes:

- temperatura de solidificação: 12°C
- temperatura máxima de operação (média): 400°C;
- temperatura máxima (pontual): 430°C
- temperatura de ebulição a 1 atm: 257°C
- velocidades mínimas recomendadas: 1 m/s (radiação de 850 W/m<sup>2</sup>) e 0,3 m/s (radiação de 350 W/m<sup>2</sup>).

Como a temperatura de solidificação deste fluido é de 12° C, por medida de segurança, existe uma linha de aquecimento localizada no campo solar para evitar que a temperatura do óleo térmico fique abaixo de 50° C.

A temperatura do vapor superaquecido gerado nos trocadores de calor é de 375°C. Os principais parâmetros de projeto para o sistema HTF são os seguintes:

- temperatura de entrada do óleo térmico: 392° C
- temperatura de saída do óleo térmico: 292° C
- pressão mínima de saída do óleo térmico: 12,5 bar
- temperatura de entrada da água: 100° C
- temperatura de saída do vapor: 375° C
- pressão do vapor na entrada da turbina: 40 bar.

Com relação às configurações de retorno de óleo das tubulações do sistema HTF existem dois tipos: retorno reverso e retorno direto. Ambas as configurações podem ser utilizadas em plantas pequenas. Neste projeto foi escolhida a configuração de retorno direto, cuja aplicação é mais freqüente. Neste caso, o sistema requer a instalação de válvulas de regulação em cada entrada dos coletores para garantir o balanço hidrodinâmico do mesmo.

A Fig. 1 mostra as principais dimensões de um laço dos tubos absorvedores. Na Tab. 4, respectivamente, estão descritas as características de projeto das tubulações do sistema HTF e os dados referentes às perdas de pressão. Foi admitido que a distância entre os laços e o bloco de potência seja de 55 m, acrescentando-se aproximadamente 15% para contemplar a perda de carga adicional das conexões diversas de equipamentos (comprimento total: 63,25 m).

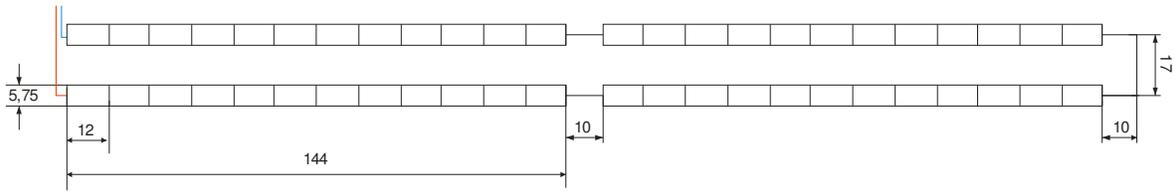


Figura 1- Dimensões em metros de um laço de tubos absorvedores (comprimento total 1899 m)

Tabela 4. Perdas de pressão (rugosidade do tubo: 3 μm).

Temperatura	Tubo	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Perdas (bar)
342° C	tubo absorvedor	65	633	3,56
292° C	coletores primários	130	63,25	0,10
	coletores secundários 1	130	25,5	0,04
	coletores secundários 2	100	34	0,07
	coletores secundários 3	65	34	0,15
392° C	coletores primários	130	63,25	0,10
	coletores secundários 1	130	42,5	0,07
	coletores secundários 2	100	34	0,07
	coletores secundários 3	65	34	0,15
<b>Total</b>	-	-	963,5	4,31

### 3.3. Bloco de potência

O bloco de potência possui uma eficiência nominal de 25%. Os principais componentes do bloco de potência são os seguintes: (i) gerador de vapor, (ii) condensador, (iii) turbina e (iv) torre de resfriamento do tipo úmida. O gerador de vapor é constituído de três trocadores de calor denominados: pré-aquecedor, evaporador e superaquecedor. A pressão do vapor é de 40 bar e a do óleo térmico é de 14,5 bar. A vazão de vapor é de 1,76 kg/s e a de óleo térmico é de 20,7 kg/s. As principais características de projeto do gerador de vapor encontram-se na Tab. 5.

Tabela 5. Principais características de projeto do gerador de vapor.

Componente	calor trocado Q (kWt)	dif. de temp. média logarít. LMTD (°C)	coef. global de transf. calor x área UA (kWt/K)
pré-aquecedor	1.169	119	9,46
evaporador	3.010	95	30,86
superaquecedor	621	55	11,19

A Fig. 2 mostra a curva de operação do gerador de vapor. Observa-se que para esta planta de 1 MW, a temperatura de “pinch point” (menor diferença de temperatura no interior do gerador de vapor) é cerca de 60°C. Este valor é considerado elevado e reflete negativamente na eficiência do gerador de vapor. Contudo, valores menores não podem ser adotados, pois para uma planta de capacidade reduzida (1 MW) isto acarretaria a existência de velocidades abaixo de 1m/s nos coletores solares em operação em carga parcial. O problema poderia ser parcialmente contornado caso existissem, no mercado, coletores de diâmetros inferiores aos atualmente existentes e dimensionados para plantas solares de maior capacidade. O diâmetro dos coletores comerciais encontra-se na faixa de 70 mm.

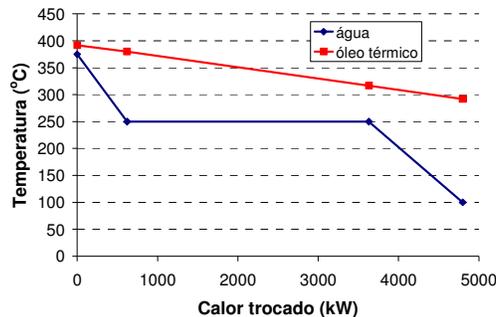


Figura 2- Diagrama de “pinch point” do gerador de vapor.

A turbina é do tipo condensação extração, com uma única extração, e fornece uma potência bruta de 1200 kW. O sistema possui duas válvulas importantes: i) válvula de laminação: opera em paralelo com a turbina para permitir a partida, parada da mesma e operações especiais; ii) válvula de desvio: opera quando a energia procedente do campo solar não é suficiente para a operação da turbina, ou seja, abaixo de 25% de sua potência nominal. As características básicas de operação da turbina encontram-se na Tab. 6. Valores exatos dependerão do fornecedor escolhido no momento de implantação da planta.

Tabela 6. Principais características operacionais da turbina.

potência nominal (kW)	1200
vazão nominal na entrada (kg/s)	1,76
vazão nominal na saída (kg/s)	1,62
extração nominal (%)	8,42
pressão na entrada (bar)	40
temperatura na entrada (°C)	375
pressão na extração (bar)	6
pressão na saída (bar)	0,1
temperatura na saída (°C)	46

O condensador deve operar em dois modos distintos: nominal (fluxo de vapor atravessando a turbina) e em “bypass” (fluxo de vapor não atravessa a turbina e é totalmente desviado para o condensador). As principais características operacionais e de projeto do condensador encontram-se na Tab. 7.

Tabela 7. Principais características operacionais e de projeto do condensador.

Fluido	T (°C)	P (bar)	vazão (kg/s)	Q (kW)	LMTD (°C)	UA (kW/K)
<b>Operação nominal</b>	-	-	-	3600	13	271
vapor na entrada	46	0,10	1,62	-	-	-
água na saída	46	0,10	1,62	-	-	-
<b>Operação em “by-pass”</b>	-	-	-	4800	13	362
vapor na entrada	46	0,10	2,16	-	-	-
água na saída	46	0,10	2,16	-	-	-

A torre de resfriamento do tipo úmida é dimensionada para operação em regime nominal e em “bypass”, com umidade relativa na saída de 90% e considerando duas possibilidades para a umidade do ar: 43,7% e 69%. Nestas condições, a água de reposição é estimada em 1,40 kg/s (operação nominal) e 1,87 kg/s (operação em “bypass”). O “approach” adotado (diferença entre a temperatura da água fria na saída e a temperatura de bulbo úmido do ar na entrada) foi de 5 °C.

### 3.4. Balanço da planta

O balanço da planta compreende os seguintes sistemas: (i) sistema de controle e monitoramento, (ii) sistema de tratamento de água, (iii) sistema de tratamento de efluentes, (iv) sistema de ar comprimido, (v) sistema de nitrogênio (fornece um gás inerte para garantir a pressurização dos tanques de óleo térmico do sistema de transferência de calor), (vi) sistema de proteção contra incêndio (cuidado deve ser dobrado uma vez que o óleo térmico acima de 127°C sofre combustão espontânea em contato com o ar), (vii) sistema de limpeza dos espelhos (fornecimento de água desmineralizada em caminhão-tanque) (viii) sistema de aquecimento auxiliar capaz de garantir a operação da planta com até 33% de sua capacidade nominal, mesmo na ausência de irradiação.

### 3.5. Sistema elétrico

O sistema elétrico possui as seguintes características principais: (i) dimensionado para uma potência de 3 MVA, considerando a expansão futura da planta, (ii) possui um sistema auxiliar para controle adequado da qualidade da energia gerada, (iii) possui um sistema de suprimento através de baterias para interrupções e (iv) possui um sistema auxiliar de geração de energia elétrica através de geradores diesel.

A voltagem de saída do gerador deverá ser em média tensão (3/3,3/6 kV). O sistema elétrico terá um transformador elevador para 13,8 kV, e um segundo transformador para alimentação dos componentes auxiliares (380/440 V). A Tab. 8 apresenta um resumo dos principais consumos e perdas elétricas na planta, estimados em um total de 200 kW.

Tabela 8. Principais consumos e perdas elétricas da planta.

Equipamento	kWe	OBS
gerador	60	eficiência = 95%
transformadores	24	eficiência = 98%
linhas	12	eficiência = 99%
bombas sistema HTF	25	eficiência = 70%, vazão=20,7 kg/s, pressão=7 bar
bombas água refrigeração	6	eficiência = 70%, vazão=164 kg/s, pressão=0,25 bar
bombas alimentação	10,21	eficiência = 70%, vazão=1,76 kg/s, pressão=39 bar
bombas de condensado	0,209	eficiência = 70%, vazão=1,61 kg/s, pressão=0,9 bar
ventiladores a ar	49,2	3 unidades, 16,4 kW/unidade
balanço da planta	13	
<b>Total</b>	<b>200</b>	

A área estimada a ser ocupada pelos prédios é de 1 ha. O prédio principal deverá ocupar uma área de 550 m<sup>2</sup> e os laboratórios (prédio auxiliar) uma área de 450 m<sup>2</sup>. A Fig. 3 mostra a disposição da planta no terreno.

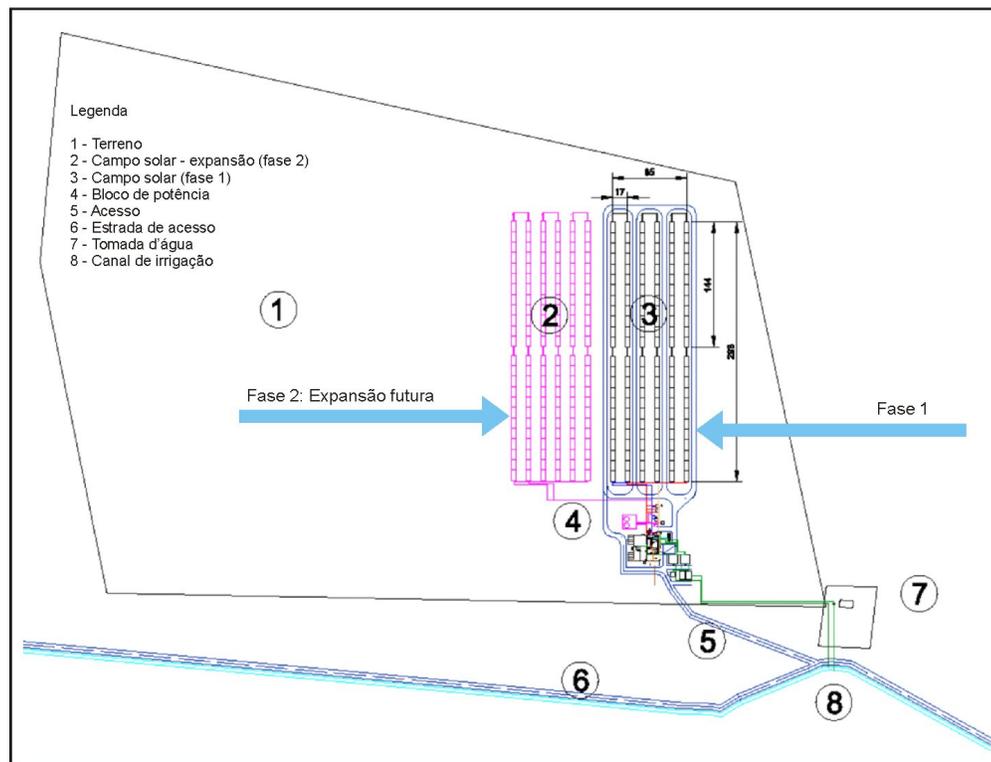


Figura 3- Disposição da planta no terreno

#### 4. OPERAÇÃO DA PLANTA

A planta possui três modos de operação, abaixo relacionados.

**Modo de aquecimento do sistema HTF:** O óleo térmico que flui através dos coletores é controlado pelas bombas do campo solar. Estas, com base em um sistema variador de frequência fornecem o fluxo adequado para garantir a temperatura do óleo adequada na saída dos coletores e a potência desejada no gerador

**Modo de aquecimento solar híbrido:** Neste modo, o fluxo de óleo é dividido entre os coletores solares e os aquecedores auxiliares quando a demanda desejada é superior a capaz de ser suprida apenas com aquecimento solar.

**Modo de aquecimento para anti-congelamento:** Neste modo, o fluxo de óleo circula com baixa vazão nos coletores e aquecedores e seu aquecimento é realizado com combustível auxiliar.

A partida da planta é realizada mediante o controle de vazão do óleo nas bombas de circulação do sistema de transferência de calor. É também auxiliada através da hibridização do sistema com o uso dos aquecedores auxiliares.

A Fig. 4 mostra o diagrama dos fluxos da planta na condição de projeto.

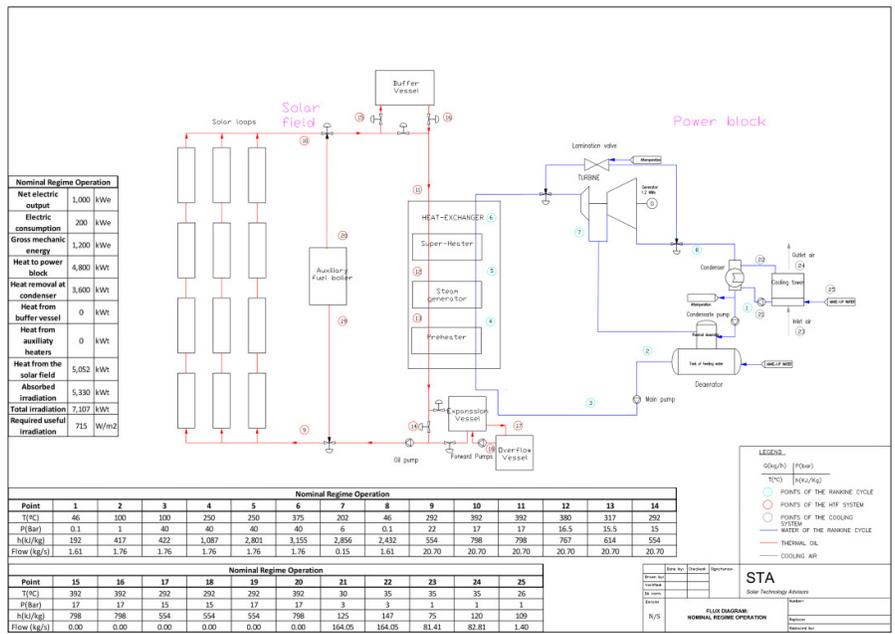


Figura 4- Diagrama dos fluxos de potência da planta na condição de projeto.

Uma estimativa da produção e das perdas anuais de energia é apresentada respectivamente nas Tabs. 9 e 10. A Tab. 11 mostra as horas em cada regime de operação da planta. Com uma irradiância de 850 W/m<sup>2</sup> e um múltiplo solar igual a 1,0, a turbina fornece 100% de sua capacidade. O múltiplo solar da planta é 1,19, portanto, a turbina é capaz de fornecer mais do que 100% de sua capacidade para a irradiância de 850 W/m<sup>2</sup>. Os limites operacionais da turbina são respectivamente 20% (mínimo) e 110% (máximo).

Tabela 9. Produção anual de energia considerando uma disponibilidade da planta de 100%.

Item	Energia a ser descontada	Energia (MWh)	Efic. total (%)
irradiação total	-	18219	-
irradiação total útil	perdas de com ângulos de incidência menores que 10% e sombreamento	16435	87
energia térmica bruta total do campo solar	perdas óticas	12327	65
energia térmica líquida total do campo solar	perdas térmicas de dia e à noite	10479	55
energia térmica líquida para o bloco de potência	perdas térmicas entre o campo solar e o bloco de potência	9955	52
energia térmica líquida útil para o bloco de potência	energia não aproveitada em função dos limites operacionais do sistema	9569	50
energia elétrica bruta total	perdas elétricas no gerador	2355	12
energia elétrica líquida total	consumos internos	1967	10

Tabela 10. Perdas anuais de energia.

Item	Perdas
incidência	890 MWht
sombreamento	695 MWht
pequenos ângulos de elevação	198 MWht
ótica	4109 MWht
térmicas: tubos absorvedores e coletores	1847 MWht
térmicas: bloco de potência	524 MWht
limites operacionais	386 MWhe
sistema de resfriamento	7214 MWht
consumo interno e perdas diversas	388 MWhe

Tabela 11. Horas em função do regime de operação da planta.

Carga					
20-40%	40-60%	60-80%	80-100%	100-110%	Total
504 h	530 h	591 h	566 h	606 h	2797 h

## 5. ESTIMATIVA DE CUSTOS

A Tab. 12 apresenta um resumo da estimativa de custos da planta piloto. Esta estimativa foi baseada nas informações recebidas pela STA, contratada para execução do projeto básico da planta.

Tabela 12. Estimativa de custos da planta piloto - STA

ITEM	Total (US\$)
<b>CAMPO SOLAR:</b> estrutura dos coletores, espelhos, tubos receptores e juntas de interligação	<b>2.196.000</b>
<b>SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR:</b> óleo térmico, coletores, válvulas, bombas, sistema de filtragem e limpeza de óleo, vaso de expansão, vaso de extravasamento, vaso de armazenamento para controle de transientes térmicos, sistema de "back-up" diesel, outros equipamentos	<b>1.603.571</b>
<b>BLOCO DE POTÊNCIA:</b> turbina, condensadores, torres de resfriamento, trocadores de calor, desaerador, isolamento e tubulação, outros	<b>2.482.320</b>
<b>BALANÇO DA PLANTA (BOP):</b> sistema de proteção contra incêndio, sistema de ar comprimido, sistema de nitrogênio, tratamento de água, outros equipamentos	<b>276.000</b>
<b>SISTEMA ELÉTRICO:</b> transformadores, sistema de média tensão, sistema de baixa tensão	<b>650.000</b>
<b>SISTEMA DE CONTROLE</b>	<b>700.000</b>
<b>EQUIPAMENTOS (total)</b>	<b>7.907.891</b>
<b>CONSTRUÇÃO CIVIL E MONTAGEM</b>	<b>1.500.000</b>
<b>ENGENHARIA E CONTINGÊNCIAS</b>	<b>1.787.499</b>
<b>INVESTIMENTO (total) - EPC</b>	<b>11.195.391</b>

## 6. CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentadas as principais características do projeto básico de uma planta solar de 1 MW com tecnologia de cilindros parabólicos para a região de Petrolina (PE), realizado pela empresa espanhola Solar Technology Advisors – STA. O projeto contém todas as informações necessárias à contratação de uma empresa de EPC (Engineering, Procurement and Construction) para a sua implantação.

## REFERÊNCIAS

- Guimarães, A.P.C., Vieira, L.S.R, Menezes, P.C.P, Melo Filho, J.B., 2011, Hierarquização de localidades visando à implantação de uma plataforma heliotérmica de demonstração no Brasil, Relatório Técnico Cepel 13975/2011.
- Guimarães, A.P.C., Vieira, L.S.R, 2011., Desenvolvimento do projeto conceitual de uma planta térmica com concentração solar com potência elétrica nominal de 1 MW, baseada na tecnologia de cilindros parabólicos visando à sua implantação na região do semiárido do Brasil, Relatório Técnico Cepel 43112/2011.
- Tiba, C., Fraidenaich, N., Lyra, F.J.M., Nogueira, A.M.B., Gallegos, H.G., 200, Atlas Solarimétrico do Brasil.

### BASIC DESIGN OF A 1 MW CSP PLANT IN PETROLINA - PE

**Abstract.** *The aim of this paper is to present the basic design of a 1 MW parabolic cylinder solar plant. The design was conducted under the guidance and coordination of Cepel by the Spanish company Solar Technology Advisors - STA, a spin-off of company of CIEMAT. The project takes into account the possibility of future expansion, including new technologies for solar generation.*

**Keywords:** Solar Energy, Concentrated Solar Power, Parabolic Trough