

(LOGOMARCA DO PROPONENTE)

**CHAMADA PÚBLICA CEMIG D 001/2015**  
**RELATÓRIO DE PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO**

NOME DO PROPONENTE

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

## SUMÁRIO

|          |                                                                             |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.       | Apresentação do consumidor .....                                            | 2  |
| 2.       | Apresentação da empresa responsável pela elaboração do pré-diagnóstico..... | 2  |
| 3.       | Objetivos .....                                                             | 2  |
| 4.       | Insumos energéticos .....                                                   | 2  |
| 5.       | Estimativa da participação dos usos finais da energia elétrica .....        | 2  |
| 6.       | Avaliação do histórico de consumo .....                                     | 3  |
| 7.       | Análise preliminar .....                                                    | 4  |
| 8.       | Avaliação da economia de energia .....                                      | 4  |
| 8.1.     | Iluminação .....                                                            | 4  |
| 8.2.     | Condicionamento ambiental .....                                             | 7  |
| 8.3.     | Sistemas motrizes .....                                                     | 9  |
| 8.4.     | Sistemas de refrigeração .....                                              | 12 |
| 8.5.     | Aquecimento solar de água .....                                             | 14 |
| 8.6.     | Avaliação ex ante .....                                                     | 18 |
| 8.7.     | Custos por categoria contábil e origens dos recursos.....                   | 20 |
| 8.8.     | Percentual de economia .....                                                | 21 |
| 8.9.     | Horário de funcionamento .....                                              | 21 |
| 9.       | Estratégia de M&V preliminar .....                                          | 22 |
| 10.      | Cronograma preliminar .....                                                 | 22 |
| 10.1.    | Cronograma físico .....                                                     | 22 |
| 10.2.    | Cronograma financeiro .....                                                 | 22 |
| 11.      | Proposta de ações de marketing.....                                         | 22 |
| 12.      | Proposta de ações de treinamento e capacitação.....                         | 23 |
| 13.      | Custos para realização do diagnóstico energético.....                       | 23 |
| 14.      | Experiência do proponente .....                                             | 23 |
| Anexo A. | Caracterização dos equipamentos existentes .....                            | 24 |
| Anexo B. | Caracterização dos equipamentos propostos .....                             | 25 |
| Anexo C. | Orçamentos.....                                                             | 26 |
| Anexo D. | Memorial de cálculo .....                                                   | 27 |
| Anexo E. | Documentos e certidões .....                                                | 28 |

## 1. Apresentação do consumidor

Indicar responsável, telefone e e-mail. Indicar também informações sobre suas atividades, bem como o horário de funcionamento de cada unidade consumidora pertencente a proposta de projeto.

## 2. Apresentação da empresa responsável pela elaboração do pré-diagnóstico

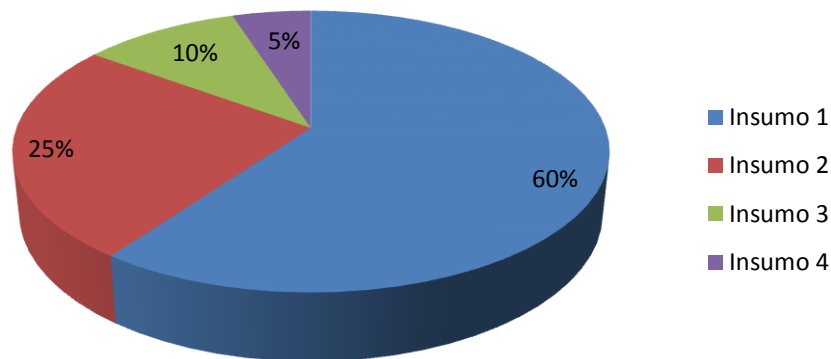
Indicar responsável, telefone e e-mail, caso sejam empresas distintas.

## 3. Objetivos

Descrever os principais objetivos do pré-diagnóstico energético, ressaltando aqueles vinculados à eficiência energética.

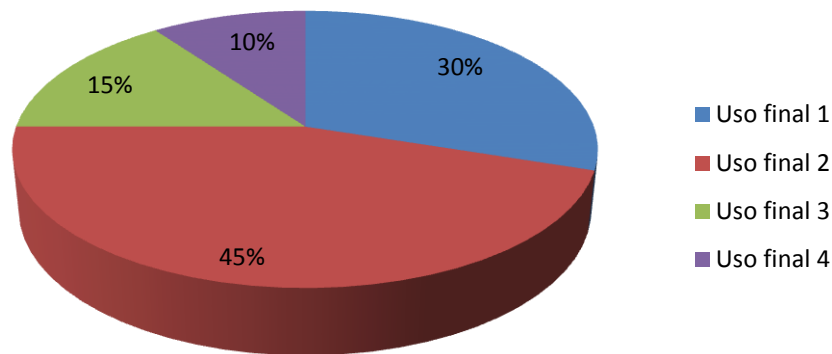
## 4. Insumos energéticos

Apresentação dos principais insumos energéticos utilizados na instalação.



## 5. Estimativa da participação dos usos finais da energia elétrica

Apresentação da estimativa da participação de cada uso final de energia elétrica existente, (por exemplo: iluminação, condicionamento ambiental, sistemas motrizes, refrigeração, etc) no consumo mensal de energia elétrica da unidade consumidora.



## 6. Avaliação do histórico de consumo

Apresentação do histórico de consumo de, pelo menos, os últimos 12 meses de cada unidade consumidora a ser beneficiada. Atentar para qual nível de tensão e qual subgrupo tarifário a unidade consumidora pertence (tarifa convencional, azul, verde ou branca), devendo ser apresentadas as informações coerentes de acordo com cada caso.

Recomenda-se ao proponente que, após realizados cálculos de economia, ou seja, após concluído o cálculo da relação custo-benefício do projeto, que os valores de economia propostos, bem como o consumo dos sistemas existente e proposto, sejam confrontados com este histórico e com a estimativa de participação de cada uso final da proposta de projeto.

| Mês    | Consumo (kWh/mês) | Demanda (kW) |
|--------|-------------------|--------------|
| Mês 01 |                   |              |
| Mês 02 |                   |              |
| Mês 03 |                   |              |
| Mês 04 |                   |              |
| Mês 05 |                   |              |
| Mês 06 |                   |              |
| Mês 07 |                   |              |
| Mês 08 |                   |              |
| Mês 09 |                   |              |
| Mês 10 |                   |              |
| Mês 11 |                   |              |
| Mês 12 |                   |              |

## 7. Análise preliminar

Apresentação da análise preliminar das possíveis oportunidades de economia de energia para os usos finais de energia elétrica escolhidos, descrevendo a situação atual e a proposta.

## 8. Avaliação da economia de energia

Apresentação da avaliação da economia de energia e redução de demanda na ponta com base nas ações de eficiência energética identificadas. Recomenda-se utilizar a planilha disponibilizada na Chamada Pública, inserindo neste campo os cálculos realizados. Inserir o memorial de cálculo completo da relação custo-benefício.

Calcular o percentual de economia do consumo de energia elétrica previsto em relação ao consumo anual apurado no histórico de consumo apresentado dos últimos 12 meses.

### 8.1. Iluminação

#### i. Abrangência

As ações de eficiência energética em sistemas de iluminação artificial cobertas por este item referem-se a:

- a. substituição de equipamentos: lâmpadas, reatores e luminárias.
- b. instalação de dispositivos de controle: interruptores, sensores de presença, dimmers, etc.
- c. maior aproveitamento da iluminação natural com redução da carga da iluminação artificial.

#### ii. Reatores

Considerar a procura de evidências quanto ao tipo de reator existente (eletromagnético e/ou eletrônico) e suas respectivas perdas, pois estes dados influenciam na estimativa de economia e na avaliação dos resultados do projeto.

#### iii. Projeto

| SISTEMA ATUAL |                             |           |           |     |       |
|---------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----|-------|
| 0             |                             | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 1             | Tipo de lâmpada             |           |           |     |       |
| 2             | Potência (lâmpada + reator) | W         | $pa_i$    |     |       |

## (LOGOMARCA DO PROPONENTE)

|                             |                                      |         |             |           |           |     |       |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------|-------------|-----------|-----------|-----|-------|
| 3                           | Quantidade                           |         | $q_{a_i}$   |           |           |     |       |
| 4                           | Potência instalada                   | kW      | $P_{a_i}$   |           |           |     |       |
| 5                           | Funcionamento                        | h/ano   | $h_{a_i}$   |           |           |     |       |
| 6                           | FCP (fator de coincidência na ponta) |         | $FCP_{a_i}$ |           |           |     |       |
| 7                           | Energia consumida                    | MWh/ano | $E_{a_i}$   |           |           |     |       |
| 8                           | Demanda média na ponta               | kW      | $D_{a_i}$   |           |           |     |       |
| <b>SISTEMA PROPOSTO</b>     |                                      |         |             |           |           |     |       |
| 10                          |                                      |         |             | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 11                          | Tipo de lâmpada                      |         |             |           |           |     |       |
| 12                          | Potência (lâmpada + reator)          | W       | $pp_i$      |           |           |     |       |
| 13                          | Quantidade                           |         | $qp_i$      |           |           |     |       |
| 14                          | Potência instalada                   | kW      | $Pp_i$      |           |           |     |       |
| 15                          | Funcionamento                        | h/ano   | $hp_i$      |           |           |     |       |
| 16                          | FCP (fator de coincidência na ponta) |         | $FCPp_i$    |           |           |     |       |
| 17                          | Energia consumida                    | MWh/ano | $Ep_i$      |           |           |     |       |
| 18                          | Demanda média na ponta               | kW      | $Dp_i$      |           |           |     |       |
| <b>RESULTADOS ESPERADOS</b> |                                      |         |             |           |           |     |       |
| 20                          |                                      |         |             | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 21                          | Redução de demanda na ponta          | kW      | $RDP_i$     |           |           |     |       |
| 22                          | Redução de demanda na ponta          | %       | $RDP_i\%$   |           |           |     |       |
| 23                          | Energia economizada                  | MWh/ano | $EE_i$      |           |           |     |       |
| 24                          | Energia economizada                  | %       | $EE_i\%$    |           |           |     |       |

## Observações:

- 0) Agrupar as lâmpadas em sistemas que tenham o mesmo regime de funcionamento e sejam trocadas por um determinado tipo de lâmpada (usar sistemas diferentes para troca diferentes).
- 1) Tipo de lâmpada (incandescente, fluorescente, etc.) e potência nominal.
- 2) Incluir a potência média consumida pelos reatores por cada lâmpada (especificar se são reatores eletromagnéticos ou eletrônicos).
- 3) Quantidade de lâmpadas em cada sistema considerado.
- 4) Potência total instalada.
- 5) Funcionamento médio anual (h/ano).
- 6) Fator de coincidência na ponta.
- 7) Energia consumida (MWh/ano).
- 8) Demanda média na ponta (kW).
- 10 a 18) Mesmas considerações acima. O funcionamento só será diferente se forem instalados dispositivos de controle adicionais. Troca-se o subscrito at (atual) por pr (proposto).
- 21) Redução de demanda na ponta (RDP).
- 22) RDP em termos percentuais.
- 23) Energia economizada (EE).
- 24) EE em termos percentuais.

#### iv. Fórmulas

Cálculo da vida útil de lâmpadas:

$$Vida\ útil\ das\ lâmpadas = \frac{Vida\ útil\ da\ lâmpada\ (em\ horas)}{Tempo\ de\ utilização\ (em\ horas/ano)}$$

Cálculo da estimativa do fator de coincidência na ponta:

$$FCP = \frac{nm \times nd \times nup}{792}$$

Onde:

- FCP - fator de coincidência na ponta.
- nm - número de meses, ao longo do ano, de utilização em horário de ponta ( $\leq 12$  meses).
- nd - número de dias, ao longo do mês, de utilização em horário de ponta ( $\leq 22$  dias).
- nup - número de horas de utilização em horário de ponta ( $\leq 3$  horas).
- 792 - número de horas de ponta disponíveis ao longo de 1 ano.

Energia economizada:

$$EE = \left[ \sum_{Sistema\ i} (qa_i \times pa_i \times ha_i) - \sum_{Sistema\ i} (qp_i \times pp_i \times hp_i) \right] \times 10^{-6}$$

Onde:

- EE - energia economizada (MWh/ano).
- $qa_i$  - número de lâmpadas no sistema i atual.
- $pa_i$  - potência da lâmpada e reator no sistema i atual (W).
- $ha_i$  - tempo de funcionamento do sistema i atual (h/ano).
- $qp_i$  - número de lâmpadas no sistema i proposto.
- $pp_i$  - potência da lâmpada e reator no sistema i proposto (W).
- $hp_i$  - tempo de funcionamento do sistema i proposto (h/ano).

Redução de demanda na ponta:

$$RDP = \left[ \sum_{Sistema\ i} (qa_i \times pa_i \times FCPa_i) - \sum_{Sistema\ i} (qp_i \times pp_i \times FCPp_i) \right] \times 10^{-3}$$

Onde:

- RDP - redução de demanda na ponta (kW).
- $FCPa_i$  - fator de coincidência na ponta no sistema i atual.
- $FCPp_i$  - fator de coincidência na ponta no sistema i proposto.

## 8.2. Condicionamento ambiental

### i. Abrangência

As ações de eficiência energética em sistemas de condicionamento ambiental cobertas por este item referem-se à substituição de equipamentos individuais de janela ou equivalentes.

Ações mais complexas como substituição de chillers deverão apresentar cálculos mais detalhados, de acordo com o PIMVP (EVO, 2012).

### ii. Projeto

| SISTEMA ATUAL        |                                      |       |           |           |     |       |
|----------------------|--------------------------------------|-------|-----------|-----------|-----|-------|
| 0                    |                                      |       | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 1                    | Tipo de equipamento/tecnologia       |       |           |           |     |       |
| 2                    | Potência refrigeração                | btu/h | $pa_i$    |           |     |       |
| 3                    | Coeficiente de eficiência energética | W/W   | $ca_i$    |           |     |       |
| 4                    | Quantidade                           |       | $qa_i$    |           |     |       |
| 5                    | Potência instalada                   | kW    | $Pa_i$    |           |     |       |
| 6                    | Potência média utilizada             | kW    | $Pua_i$   |           |     |       |
| 7                    | Funcionamento                        | h/ano | $ha_i$    |           |     |       |
| 8                    | FCP (fator de coincidência na ponta) |       | $FCPa_i$  |           |     |       |
| 9                    | Energia consumida                    |       | $Ea_i$    |           |     |       |
| 10                   | Demanda média na ponta               |       | $Da_i$    |           |     |       |
| SISTEMA PROPOSTO     |                                      |       |           |           |     |       |
|                      |                                      |       | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 11                   | Tipo de equipamento/tecnologia       |       |           |           |     |       |
| 12                   | Potência refrigeração                | btu/h | $pp_i$    |           |     |       |
| 13                   | Coeficiente de eficiência energética | W/W   | $cp_i$    |           |     |       |
| 14                   | Quantidade                           |       | $qp_i$    |           |     |       |
| 15                   | Potência instalada                   | kW    | $Pp_i$    |           |     |       |
| 16                   | Potência média utilizada             | kW    | $Pup_i$   |           |     |       |
| 17                   | Funcionamento                        | h/ano | $hp_i$    |           |     |       |
| 18                   | FCP (fator de coincidência na ponta) |       | $FCPp_i$  |           |     |       |
| 19                   | Energia consumida                    |       | $Ep_i$    |           |     |       |
| 20                   | Demanda média na ponta               |       | $Dp_i$    |           |     |       |
| RESULTADOS ESPERADOS |                                      |       |           |           |     |       |
|                      |                                      |       | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 21                   | Redução de demanda na ponta          | kW    | $RDP_i$   |           |     |       |
| 22                   | Redução de demanda na ponta          | %     | $RDP_i\%$ |           |     |       |



(LOGOMARCA DO PROPONENTE)

|    |                     |         |                   |  |  |  |  |
|----|---------------------|---------|-------------------|--|--|--|--|
| 23 | Energia economizada | MWh/ano | EE <sub>i</sub>   |  |  |  |  |
| 24 | Energia economizada | %       | EE <sub>i</sub> % |  |  |  |  |

Observações:

- 1) Agrupar os aparelhos com as mesmas características de instalação e funcionamento e especificar, por tipo: tecnologia (janela, split, self contained, etc.), horas de funcionamento. Usar tipos diferentes para troca diferentes (se um tipo de equipamento for trocado por 2 tipos diferentes, considerar tipos diferentes).
- 2) Potência nominal de refrigeração.
- 3) Usar dados do Inmetro (<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>) de preferência.
- 4) Quantidade de aparelhos do tipo considerado.
- 5) Potência instalada.
- 6) Potência média consumida, considerado o regime de funcionamento do sistema e o perfil de temperatura médio assumido (igual à potência instalada vezes um fator de utilização).
- 7) Funcionamento médio anual.
- 8) Fator de coincidência na ponta: deve refletir os hábitos de uso e temperaturas neste horário.
- 9) Energia consumida anualmente.
- 10) Demanda média na ponta (deve ser estimada em cada caso).
- 11 a 20) Mesmas considerações acima. O funcionamento só será diferente se houver alguma mudança justificada.
- 21) Redução de demanda na ponta (RDP).
- 22) RDP em termos percentuais.
- 23) Energia economizada (EE).
- 24) EE em termos percentuais.

**iii. Fórmulas**

Cálculo da estimativa do fator de coincidência na ponta:

$$FCP = \frac{nm \times nd \times nup}{792}$$

Onde:

- FCP - fator de coincidência na ponta.
- nm - número de meses, ao longo do ano, de utilização em horário de ponta (≤12 meses).
- nd - número de dias, ao longo do mês, de utilização em horário de ponta (≤22 dias).
- nup - número de horas de utilização em horário de ponta (≤3 horas).
- 792 - número de horas de ponta disponíveis ao longo de 1 ano.

Energia economizada:

$$EE = \left[ \sum_{\text{Sistema } i} (qa_i \times Pua_i \times ha_i - qp_i \times Pup_i \times hp_i) \right] \times 10^{-3}$$

Onde:

- EE - energia economizada (MWh/ano).
- $qa_i$  - quantidade de aparelhos no sistema i atual.
- $Pua_i$  - potência média do aparelho no sistema i atual (kW).
- $ha_i$  - tempo de funcionamento do sistema i atual (h/ano).
- $qp_i$  - quantidade de aparelhos no sistema i proposto.
- $Pup_i$  - potência média do aparelho no sistema i proposto (kW).
- $hp_i$  - tempo de funcionamento do sistema i proposto (h/ano).

Redução de demanda na ponta:

$$RDP = \left[ \sum_{\text{Sistema } i} (qa_i \times Pua_i \times FCPa_i - qp_i \times Pup_i \times FCPp_i) \right]$$

Onde:

- RDP - redução de demanda na ponta (kW).
- $FCPa_i$  - fator de coincidência na ponta no sistema i atual.
- $FCPp_i$  - fator de coincidência na ponta no sistema i proposto.

### 8.3. Sistemas motrizes

#### i. Abrangência

As ações de eficiência energética em sistemas motrizes cobertas por este item referem-se à substituição de motores elétricos de indução com carga constante por unidades de mais alto rendimento, com ou sem adaptação da potência nominal.

Ações mais complexas, envolvendo outras partes do sistema motriz (máquina acionada, sistema acionado), instalação de acionadores de velocidade ajustável (conversores de frequência), deverão apresentar cálculos mais detalhados.

#### ii. Projeto

## (LOGOMARCA DO PROPONENTE)

| 0                    |                                      |         |              | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
|----------------------|--------------------------------------|---------|--------------|-----------|-----------|-----|-------|
| 1                    | Potência nominal do motor            | cv      | $pa_i$       |           |           |     |       |
| 2                    | Carregamento                         |         | $\gamma a_i$ |           |           |     |       |
| 3                    | Rendimento nominal                   | %       | $\eta na_i$  |           |           |     |       |
| 3a                   | Rendimento no ponto de carregamento  | %       | $\eta a_i$   |           |           |     |       |
| 4                    | Quantidade                           |         | $qa_i$       |           |           |     |       |
| 5                    | Potência instalada                   | kW      | $Pa_i$       |           |           |     |       |
| 6                    | Potência média utilizada             | kW      | $Pua_i$      |           |           |     |       |
| 7                    | Funcionamento                        | h/ano   | $ha_i$       |           |           |     |       |
| 8                    | FCP (fator de coincidência na ponta) |         | $FCPa_i$     |           |           |     |       |
| 9                    | Energia consumida                    | MWh/ano | $Ea_i$       |           |           |     |       |
| 10                   | Demanda média na ponta               | kW      | $Da_i$       |           |           |     |       |
| SISTEMA PROPOSTO     |                                      |         |              |           |           |     |       |
| 10                   |                                      |         |              | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 11                   | Potência nominal do motor            | cv      | $pp_i$       |           |           |     |       |
| 12                   | Carregamento                         |         | $\gamma p_i$ |           |           |     |       |
| 13                   | Rendimento nominal                   | %       | $\eta np_i$  |           |           |     |       |
| 13a                  | Rendimento no ponto de carregamento  | %       | $\eta p_i$   |           |           |     |       |
| 14                   | Quantidade                           |         | $qp_i$       |           |           |     |       |
| 15                   | Potência instalada                   | kW      | $Pp_i$       |           |           |     |       |
| 16                   | Potência média utilizada             | kW      | $Pup_i$      |           |           |     |       |
| 17                   | Funcionamento                        | h/ano   | $hp_i$       |           |           |     |       |
| 18                   | FCP (fator de coincidência na ponta) |         | $FCPp_i$     |           |           |     |       |
| 19                   | Energia consumida                    | MWh/ano | $Ep_i$       |           |           |     |       |
| 20                   | Demanda média na ponta               | kW      | $Dp_i$       |           |           |     |       |
| RESULTADOS ESPERADOS |                                      |         |              |           |           |     |       |
|                      |                                      |         |              | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 21                   | Redução de demanda na ponta          | kW      | $RDP_i$      |           |           |     |       |
| 22                   | Redução de demanda na ponta          | %       | $RDP_i\%$    |           |           |     |       |
| 23                   | Energia economizada                  | MWh/ano | $EE_i$       |           |           |     |       |
| 24                   | Energia economizada                  | %       | $EE_i\%$     |           |           |     |       |

Observações:

- 1) Agrupar os motores com as mesmas características de instalação e funcionamento (potência, rotação, carregamento, horas de funcionamento). Usar tipos diferentes para troca diferentes (se um tipo de motor for trocado por 2 potências diferentes, considerar tipos diferentes).
- 2) Carga acionada / carga nominal (pode ser estimado por medição da potência, corrente ou rotação) usar, por exemplo, o software BDmotor, disponível na página do Procel Info (<http://www.procelinfo.com.br>), na seção Simuladores.
- 3) Usar, por exemplo, o valor calculado pelo BDmotor para o carregamento considerado.
- 4) Quantidade de motores do tipo considerado.
- 5) A rigor, dever-se-ia utilizar o rendimento nominal para este cálculo (não inclui na economia).

## (LOGOMARCA DO PROPONENTE)

- 6) Atentar para o regime de produção quando da medição e o médio considerado para determinação das economias.
- 7) Funcionamento médio anual.
- 8) Potência média na ponta / Potência média utilizada
- 9) Energia anual consumida estimada
- 10) Demanda média na ponta.
- 11 a 20) Mesmas considerações acima. O funcionamento só será diferente se houver alguma mudança justificada.
- 21) Redução de demanda na ponta (RDP).
- 22) RDP em termos percentuais.
- 23) Energia economizada (EE).
- 24) EE em termos percentuais.

### iii. Fórmulas

Cálculo da estimativa do fator de coincidência na ponta:

$$FCP = \frac{nm \times nd \times nup}{792}$$

Onde:

- FCP - fator de coincidência na ponta.
- nm - número de meses, ao longo do ano, de utilização em horário de ponta ( $\leq 12$  meses).
- nd - número de dias, ao longo do mês, de utilização em horário de ponta ( $\leq 22$  dias).
- nup - número de horas de utilização em horário de ponta ( $\leq 3$  horas).
- 792 - número de horas de ponta disponíveis ao longo de 1 ano.

Energia economizada:

$$EE = \left[ \sum_{\text{Sistema } i} \left( \frac{qa_i \times pa_i \times 0,736 \times \gamma a_i}{\eta a_i} \right) \times ha_i - \sum_{\text{Sistema } i} \left( \frac{qp_i \times pp_i \times 0,736 \times \gamma p_i}{\eta p_i} \right) \times hp_i \right] \times 10^{-3}$$

Onde:

- EE - energia economizada (MWh/ano).
- $qa_i$  - número de motores no sistema i atual.
- $pa_i$  - potência do motor no sistema i atual (cv).
- $\gamma a_i$  - carregamento do motor no sistema i atual.
- $\eta a_i$  - rendimento do motor no sistema i atual.
- $ha_i$  - tempo de funcionamento do sistema i atual (h/ano).
- 0,736 - conversão de cv para kW (kW/cv).
- $qp_i$  - número de motores no sistema i proposto.

## (LOGOMARCA DO PROPONENTE)

- $pp_i$  - potência do motor no sistema  $i$  proposto (cv).
- $\gamma p_i$  - carregamento do motor no sistema  $i$  proposto.
- $\eta p_i$  - rendimento do motor no sistema  $i$  proposto.
- $hp_i$  - tempo de funcionamento do sistema  $i$  proposto (h/ano).

Redução de demanda na ponta:

$$RDP = \left[ \sum_{\text{Sistema } i} \left( \frac{qa_i \times pa_i \times 0,736 \times \gamma a_i}{\eta a_i} \right) \times FCPa_i - \sum_{\text{Sistema } i} \left( \frac{qp_i \times pp_i \times 0,736 \times \gamma p_i}{\eta p_i} \right) \times FCPp_i \right]$$

Onde:

- RDP - redução de demanda na ponta (kW).
- $FCPa_i$  - fator de coincidência na ponta no sistema  $i$  atual.
- $FCPp_i$  - fator de coincidência na ponta no sistema  $i$  proposto.

### 8.4. Sistemas de refrigeração

#### i. Abrangência

As ações de eficiência energética em sistemas de refrigeração cobertas por esta seção referem-se à substituição de equipamentos individuais de refrigeração (geladeiras, balcões frigoríficos, mostradores, freezers, etc.) de pequeno porte.

Ações mais complexas, envolvendo, entre outros, câmaras frigoríficas ou sistemas de refrigeração de grande porte deverão apresentar cálculos mais detalhados.

#### ii. Projeto

| SISTEMA ATUAL    |                                      |       |           |           |     |       |
|------------------|--------------------------------------|-------|-----------|-----------|-----|-------|
| 0                |                                      |       | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 1                | Tipo de equipamento/tecnologia       |       |           |           |     |       |
| 2                | Potência nominal                     | kW    | $pa_i$    |           |     |       |
| 3                | Potência média utilizada             | kW    | $Pua_i$   |           |     |       |
| 4                | Quantidade                           |       | $qa_i$    |           |     |       |
| 5                | Funcionamento                        | h/ano | $ha_i$    |           |     |       |
| 6                | FCP (fator de coincidência na ponta) |       | $FCPa_i$  |           |     |       |
| 7                | Energia consumida                    |       | $Ea_i$    |           |     |       |
| 8                | Demanda média na ponta               |       | $Da_i$    |           |     |       |
| SISTEMA PROPOSTO |                                      |       |           |           |     |       |
|                  |                                      |       | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 11               | Tipo de equipamento/tecnologia       |       |           |           |     |       |

(LOGOMARCA DO PROPONENTE)

|                             |                                      |         |           |           |           |     |       |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----|-------|
| 12                          | Potência nominal                     | kW      | $pp_i$    |           |           |     |       |
| 13                          | Potência média utilizada             | kW      | $Pup_i$   |           |           |     |       |
| 14                          | Quantidade                           |         | $qp_i$    |           |           |     |       |
| 15                          | Funcionamento                        | h/ano   | $hp_i$    |           |           |     |       |
| 16                          | FCP (fator de coincidência na ponta) |         | $FCPp_i$  |           |           |     |       |
| 17                          | Energia consumida                    |         | $Ep_i$    |           |           |     |       |
| 18                          | Demanda média na ponta               |         | $Dp_i$    |           |           |     |       |
| <b>RESULTADOS ESPERADOS</b> |                                      |         |           |           |           |     |       |
|                             |                                      |         |           | Sistema 1 | Sistema 2 | ... | TOTAL |
| 21                          | Redução de demanda na ponta          | kW      | $RDP_i$   |           |           |     |       |
| 22                          | Redução de demanda na ponta          | %       | $RDP_i\%$ |           |           |     |       |
| 23                          | Energia economizada                  | MWh/ano | $EE_i$    |           |           |     |       |
| 24                          | Energia economizada                  | %       | $EE_i\%$  |           |           |     |       |

Observações:

- 1) Agrupar os equipamentos com as mesmas características de instalação e funcionamento (tipo, potência, uso, horas de funcionamento). Usar tipos diferentes para troca diferentes (se um tipo de equipamento for trocado por 2 potências diferentes, considerar tipos diferentes).
- 2) Usar a potência nominal do equipamento.
- 3) Potência média de utilização, considerada as características de uso do equipamento que determinam seu fator de utilização (fu): (3) = (2) x fu.
- 4) Quantidade de equipamentos do tipo considerado.
- 5) Funcionamento médio anual. Atentar para o padrão climático considerado.
- 6) Potência média na ponta / Potência média utilizada.
- 7) Energia consumida anual.
- 8) Demanda média na ponta.
- 11 a 18) Mesmas considerações acima. O funcionamento só será diferente se houver alguma mudança justificada.
- 21) Redução de demanda na ponta (RDP).
- 22) RDP em termos percentuais.
- 23) Energia economizada (EE).
- 24) EE em termos percentuais.

### iii. Fórmulas

Cálculo da estimativa do fator de coincidência na ponta:

$$FCP = \frac{nm \times nd \times nup}{792}$$

Onde:

## (LOGOMARCA DO PROPONENTE)

- FCP - fator de coincidência na ponta.
- nm - número de meses, ao longo do ano, de utilização em horário de ponta ( $\leq 12$  meses).
- nd - número de dias, ao longo do mês, de utilização em horário de ponta ( $\leq 22$  dias).
- nup - número de horas de utilização em horário de ponta ( $\leq 3$  horas).
- 792 - número de horas de ponta disponíveis ao longo de 1 ano.

Energia economizada:

$$EE = \left[ \sum_{\text{Sistema } i} (qa_i \times Pua_i \times ha_i - qp_i \times Pup_i \times hp_i) \right] \times 10^{-3}$$

Onde:

- EE - energia economizada (MWh/ano).
- $qa_i$  - número de aparelhos no sistema i atual.
- $Pua_i$  - potência do aparelho no sistema i atual (kW).
- $ha_i$  - tempo de funcionamento do sistema i atual (h/ano).
- $qp_i$  - número de aparelhos no sistema i proposto.
- $Pup_i$  - potência do aparelho no sistema i proposto (kW).
- $hp_i$  - tempo de funcionamento do sistema i proposto (h/ano).

Redução de demanda na ponta:

$$RDP = \left[ \sum_{\text{Sistema } i} (qa_i \times Pua_i \times FCPa_i - qp_i \times Pup_i \times FCPp_i) \right]$$

Onde:

- RDP - redução de demanda na ponta (kW).
- $FCPa_i$  - fator de coincidência na ponta no sistema i atual.
- $FCPp_i$  - fator de coincidência na ponta no sistema i proposto.

## 8.5. Aquecimento solar de água

### i. Abrangência

As ações de eficiência energética em sistemas de aquecimento solar de água cobertas por este item referem-se a sistemas de pequeno porte (reservatórios de até 200 litros).

A metodologia de projeto aqui proposta tem por objetivo servir de um roteiro geral, que poderá ser seguido pelos projetistas.

(LOGOMARCA DO PROPONENTE)

Caso queira utilizar-se de metodologia de projeto baseando-se no volume de água a ser aquecida, a empresa deverá justificar devidamente e em seu projeto encaminhar as memórias de cálculo pertinentes.

Esses cálculos poderão ser adaptados para projetos de substituição de chuveiros elétricos e sistemas centrais de aquecimento elétrico por bombas de calor. As memórias de cálculo e premissas de projeto deverão ser detalhadas.

Caso o projeto apresentado seja de maior porte ou não utilize tecnologias já contempladas neste roteiro básico, deve ser detalhado o método a ser utilizado para previsão e verificação dos resultados obtidos.

**ii. Projeto**

Devem-se explicitar as premissas e a metodologia utilizadas para estimar as metas apresentadas. Estimou-se uma vida útil de 20 anos.

**a. Características dos aquecedores solares a serem utilizados**

A escolha dos componentes do sistema deve contemplar os produtos já etiquetados pelo PBE do INMETRO e preferencialmente com selo PROCEL. Os modelos já etiquetados e uma estimativa de economia em relação à tecnologia alternativa podem ser encontrados no endereço [www.eletronbras.gov.br/procel](http://www.eletronbras.gov.br/procel).

| *FABRICANTE<br>COLETOR SOLAR | MARCA<br>MODELO | *ÁREA<br>EXTERNA DO<br>COLETOR<br>$A_{EXT}$ (M <sup>2</sup> ) | *PRODUÇÃO<br>MÉDIA MENSAL DE<br>ENERGIA<br>PMN (KWH/MÊS) | *PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL<br>DE ENERGIA POR ÁREA<br>COLETORA (KWH/ M <sup>2</sup> MÊS)<br>$PAC = PMN / A_{EXT}$ |
|------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                 |                                                               |                                                          |                                                                                                              |
|                              |                 |                                                               |                                                          |                                                                                                              |

Obs: \*dados disponíveis na etiqueta do INMETRO

**b. Detalhamento dos custos unitários**

- Custo médio da instalação solar de área coletora (R\$/m<sup>2</sup>).
- Custo total das Instalações (R\$).
- Custo coberto pelo PEE (R\$).
- Área total de coletores a ser instalada no projeto (m<sup>2</sup>).



**c. Meta de energia economizada**

1. Energia economizada (MWh/ano).
2. Fator de correção que considera as diferenças climáticas (radiação e temperatura ambiente) e perdas térmicas do sistema por região.
3. Produção média mensal de energia por área coletora (kWh/m<sup>2</sup> mês).
4. Número de residências atendidas.
5. Área do coletor por residência, conforme equação abaixo.

$$(5) = \frac{(1) \times 1.000}{12 \times (2) \times (3) \times (4)}$$

**d. Cálculo dos Resultados Esperados**

1. Número de residências atendidas.
2. Número médio de chuveiros por residência.
3. Potência máxima típica dos chuveiros utilizados (W).
4. Potência média do aquecimento auxiliar por residência (W).
5. Fator de coincidência na ponta (tipicamente 0,10), ou conforme equação abaixo.
6. Fração solar (adotar 0,60).
7. Número médio de banhos por residência por dia.
8. Tempo médio de banho (min).
9. Energia economizada (MWh/ano), conforme equação abaixo.
10. Demanda reduzida na ponta (kW), conforme equação abaixo.

$$(5) = \frac{nbp \times tb}{nc \times 180}$$

Onde:

- nbp - número médio de banhos por dia no horário de ponta por unidade consumidora.
- tb - tempo médio de banho (min).
- nc - número de chuveiros por unidade consumidora.
- 180 - minutos equivalentes a 3 horas de ponta.

$$(9) = \frac{(3) \times (1) \times (7) \times (8) \times (6) \times 365}{60 \times 1.000.000}$$

$$(10) = \frac{(1) \times (2) \times (5) \times [(3) - (4)]}{1.000}$$

(LOGOMARCA DO PROPONENTE)

e. Tabela fator de correção

**Condições :**

Temperatura de armazenamento: 40°C

Volume armazenado = Volume consumido

| <b>CIDADE</b>  | <b>FC</b> |
|----------------|-----------|
| Aracaju        | 0,84      |
| Belém          | 0,65      |
| Belo Horizonte | 0,68      |
| Brasília       | 0,70      |
| Campo Grande   | 0,73      |
| Natal          | 0,81      |
| Cuiabá         | 0,74      |
| Curitiba       | 0,49      |
| Florianópolis  | 0,55      |
| Fortaleza      | 0,82      |
| Goiânia        | 0,78      |
| João Pessoa    | 0,76      |
| Macapá         | 0,70      |
| Maceió         | 0,80      |
| Manaus         | 0,55      |
| Porto Nacional | 0,74      |
| Porto Alegre   | 0,57      |
| Porto Velho    | 0,60      |
| Recife         | 0,77      |
| Ribeirão Preto | 0,69      |
| Rio de Janeiro | 0,60      |
| Salvador       | 0,70      |
| São Luís       | 0,73      |
| São Paulo      | 0,50      |
| Teresina       | 0,86      |
| Vitória        | 0,65      |

f. Tabela potência média do aquecimento auxiliar por residência

| <b>VOLUME DO RESERVATÓRIO (LITROS)</b> | <b>POTÊNCIA RECOMENDADA DA RESISTÊNCIA (W)</b> |
|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| 100                                    | 350-400                                        |
| 150                                    | 550-600                                        |
| 200                                    | 700-800                                        |
| 300                                    | 1000-1100                                      |
| 400                                    | 1350-1450                                      |

Obs: Os valores foram concebidos para uma temperatura de armazenamento em torno de 40°C, 70% do volume sendo consumido em três horas consecutivas e 25% do volume já armazenado quente, isto é, a posição do termostato permite a manutenção de 25% do volume aquecido. Podem ser introduzidos gerenciadores de forma que a resistência elétrica seja impedida de ser acionada nos horários de ponta devendo, neste caso, ser retrabalhada a relação de potência e posição de termostato.

## 8.6. Avaliação ex ante

### a. Cálculo dos custos

Os custos deverão ser avaliados sobre a ótica do Programa de Eficiência Energética, onde os benefícios são comparados aos custos aportados efetivamente pelo Programa de Eficiência Energética.

O cálculo dos custos anualizados segue a metodologia descrita no módulo 7 do PROPEE, conforme é demonstrado a seguir.

$$CA_T = \sum_n CA_n$$

Onde:

- $CA_T$  - custo anualizado total (R\$/ano).
- $CA_n$  - custo anualizado de cada equipamento incluindo custos relacionados (R\$/ano).

$$CA_n = CE_n \times \frac{CT}{CE_T} \times FRC_u$$

Onde:

- $CA_n$  - custo anualizado de cada equipamento incluindo custos relacionados (R\$/ano).
- $CE_n$  - custo de cada equipamento (R\$).
- $CT$  - custo total do projeto (R\$).
- $CE_T$  - custo total em equipamentos (R\$).
- $FRC_u$  - fator de recuperação do capital para u anos (1/ano).
- $u$  - vida útil dos equipamentos (ano).

$$CE_T = \sum_n CE_n$$

Onde:

- $CE_T$  - custo total em equipamentos (R\$).

- $CE_n$  - custo de cada equipamento (R\$).

$$FRC_u = \frac{i \times (1 + i)^u}{(1 + i)^u - 1}$$

Onde:

- $FRC_u$  - fator de recuperação do capital para u anos (1/ano).
- $i$  - taxa de desconto considerada (1/ano).
- $u$  - vida útil dos equipamentos (ano).

### b. Cálculo dos benefícios

Os benefícios deverão ser avaliados sobre a ótica do sistema elétrico (sociedade), valorando as economias de energia e redução de demanda pela tarifa do sistema de bandeiras tarifárias de energia.

$$BA_T = \frac{EE \times CEE}{RDP \times CED}$$

Onde:

- $BA_T$  - benefício anualizado (R\$/ano).
- $EE$  - energia anual economizada (MWh/ano).
- $CEE$  - custo unitário da energia economizada (R\$/MWh).
- $RDP$  - redução de demanda em horário de ponta (kW).
- $CED$  - custo unitário evitado de demanda (R\$/kW ano).

Os valores dos custos unitários evitados foram calculados conforme metodologia definida no módulo 7 do PROPEE. Foram utilizados os valores de tarifa vigentes na data de elaboração deste projeto, conforme:

- **CEE = xxx,xx R\$/MWh.**
- **CED = xxx,xx R\$/kW ano.**
- Subgrupo tarifário xxx (nível de tensão).
- Resolução Homologatória Aneel n° xxx, de xx de xxxxxxxxxxxx de xxxx.
- Fator de carga 75%.
- Fator  $k = 0,15$ .

### c. Relação custo-benefício

(LOGOMARCA DO PROPONENTE)

Se o projeto possuir mais de um uso final (iluminação, refrigeração, etc) cada um desses usos finais deverá ter sua RCB calculada. Deverá, também, ser apresentada a RCB global do projeto, consideradas as somas dos custos e benefícios.

O cálculo da relação custo-benefício segue a metodologia descrita no módulo 7 do PROPEE, conforme:

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T}$$

Onde:

- RCB - relação custo-benefício.
- CA<sub>T</sub> - custo anualizado total (R\$/ano).
- BA<sub>T</sub> - benefício anualizado (R\$/ano).

### 8.7. Custos por categoria contábil e origens dos recursos

| Tipo de custo             | Custos totais   |   | Origem dos recursos (R\$) |                       |                        |  |
|---------------------------|-----------------|---|---------------------------|-----------------------|------------------------|--|
|                           | R\$             | % | Recursos próprios         | Recursos de terceiros | Recursos do consumidor |  |
| <b>Custos diretos</b>     |                 |   |                           |                       |                        |  |
| Materiais e equipamentos  | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| Mão de obra própria       | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| Mão de obra de terceiros  | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| Transporte                | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| <b>Custos indiretos</b>   |                 |   |                           |                       |                        |  |
| Administração própria     | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| Marketing                 | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| Treinamento e capacitação | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| Descarte de materiais     | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| Medição & verificação     | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| Outros custos indiretos   | Previsto        |   | xx%                       |                       |                        |  |
| <b>Total</b>              | <b>Previsto</b> |   | <b>100%</b>               |                       |                        |  |

Apresentar a “memória de cálculo” da composição dos custos totais da tabela de custos por categoria contábil e origens dos recursos, a partir dos custos unitários de materiais e equipamentos envolvidos e de mão de obra (própria e de terceiros), conforme indicação a seguir:

#### i. Custo dos materiais e equipamentos

Apresentar para cada equipamento ou material a ser adquirido.

## (LOGOMARCA DO PROPONENTE)

- Nome do material
- Tipo
- Unidade
- Quantidade
- Preço por unidade
- Preço total

### ii. **Custo da mão de obra ou serviços**

Custos com mão de obra direta ou indireta, por atividade.

- Identificação do profissional por categoria (engenheiro, técnico, eletricitista, outros)
- Quantidade (por categoria)
- Valor da hora de trabalho (incluir encargos)
- Número total de horas da atividade considerada
- Custo total

### iii. **Outros custos**

Custos com viagens.

- Custo total

## **8.8. Percentual de economia**

Calcular o percentual de economia do consumo de energia elétrica previsto em relação ao consumo anual apurado no histórico de consumo apresentado dos últimos 12 meses.

## **8.9. Horário de funcionamento**

Apresentação da descrição detalhada do horário de funcionamento de cada ambiente nos quais serão realizadas ações de eficiência energética.

## 9. Estratégia de M&V preliminar

Definir as variáveis independentes, como será gerado o modelo do consumo de referência e como será feito o cálculo da economia de energia e redução da demanda, conforme módulo 8 do PROPEE e Guia de M&V Aneel.

## 10. Cronograma preliminar

Apresentar os cronogramas físico e financeiro, destacando os desembolsos e as ações a serem implementadas, e a tabela custo por categoria contábil e origem dos recursos.

O cronograma financeiro deve ser preenchido para os custos totais do projeto e para aqueles relativos ao PEE.

### 10.1. Cronograma físico

| Etapas  | Meses |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|         | Mês 1 | Mês 2 | Mês 3 | Mês 4 | Mês 5 | Mês 6 | Mês 7 | Mês 8 | Mês 9 | Mês 10 | Mês 11 | Mês 12 |
| Etapa 1 | xxx   | xxx   |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
| Etapa 2 |       |       | xxx   | xxx   | xxx   |       |       |       |       |        |        |        |
| Etapa 3 |       |       |       |       | xxx   | xxx   | xxx   |       |       |        |        |        |
| Etapa 4 |       |       |       |       |       |       |       | xxx   | xxx   | xxx    |        |        |
| Etc.    |       |       |       |       |       |       |       |       |       | xxx    | xxx    | xxx    |

### 10.2. Cronograma financeiro

| Etapas  |      | Meses  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Total  |
|---------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|         |      | Mês 1  | Mês 2  | Mês 3  | Mês 4  | Mês 5  | Mês 6  | Mês 7  | Mês 8  | Mês 9  | Mês 10 | Mês 11 | Mês 12 |        |
| Etapa 1 | Proj | R\$ xx | R\$ xx |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | R\$ xx |
|         | PEE  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Etapa 2 | Proj |        |        | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx |        |        |        |        |        |        |        | R\$ xx |
|         | PEE  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Etapa 3 | Proj |        |        |        |        | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx |        |        |        |        |        | R\$ xx |
|         | PEE  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Etapa 4 | Proj |        |        |        |        |        |        |        | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx |        |        | R\$ xx |
|         | PEE  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Etc.    | Proj |        |        |        |        |        |        |        |        |        | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx |
|         | PEE  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Total   | Proj | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx | R\$ xx |
|         | PEE  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

## 11. Proposta de ações de marketing

Informar as ações de marketing a serem realizadas, se for o caso.

## **12. Proposta de ações de treinamento e capacitação**

Informar o conteúdo programático, instrutor, público-alvo, carga-horária, cronograma, local e todos os custos relacionados.

## **13. Custos para realização do diagnóstico energético**

Apresentação dos custos para realização do diagnóstico energético.

## **14. Experiência do proponente**

Comprovação da experiência em projetos semelhantes, se for o caso. Esta comprovação será feita através de atestado de capacidade técnica da empresa responsável pela proposta de projeto, fornecidos por pessoas jurídicas de direito público ou privado. O atestado de capacidade técnica deverá explicitar que a empresa responsável pela proposta de projeto possui experiência em elaboração de projetos no âmbito do Programa de Eficiência Energética - PEE e/ou das ações de eficiência energética nos usos finais envolvidos na proposta de projeto. A comprovação da experiência em projetos semelhantes será utilizada para fins classificatórios, sendo que sua não comprovação não implicará na desclassificação da proposta do projeto.



**Anexo A. Caracterização dos equipamentos existentes**

Inserir neste campo todas as informações para comprovação das características técnicas do sistema existente.

**Anexo B. Caracterização dos equipamentos propostos**

Inserir neste campo todas as informações para comprovação das características técnicas do sistema proposto.

## **Anexo C. Orçamentos**

Anexar neste campo os 3 orçamentos para cada uma das rubricas, quando for o caso:

- a. Materiais e equipamentos
- b. Mão de obra de terceiros
- c. Marketing
- d. Treinamento e capacitação
- e. Descarte de materiais
- f. Medição e verificação
- g. Outros custos indiretos

**Anexo D. Memorial de cálculo**

Inserir neste campo toda os cálculos utilizados para determinação da relação custo-benefício do pré-diagnóstico energético.

**Anexo E. Documentos e certidões**

Inserir neste campo todos os documentos e certidões exigidos no item 9.3 - Documentos para habilitação, do Edital de Chamada Pública.