**GPT/008**

**21  a  26  de  Outubro  de  2001**

**Campinas  -  São  Paulo  -  Brasil**

**GRUPO  II**

**GRUPO  DE  ESTUDO  DE  PRODUÇÃO  TÉRMICA  E  FONTES  E  FONTES  NÃO  CONVENCIONAIS–GPT**

**FORNECIMENTO  DE  SERVIÇO  DE  ENERGIA  ELÉTRICA  PARA  COMUNIDADES  ISOLADAS  DA**

**AMAZÔNIA:  UM  ESTUDO  DE  CASO**

Elizabeth  Ferreira  Cartaxo

Universidade  Federal  do  Amazonas

RESUMO

O  trabalho  consiste  na  apresentação  dos  indicadores

sócio-econômicos  e energéticos de comunidades

isoladas  da  Amazônia,  a  partir  de  um  estudo  de  caso.  É

apresentada  uma  análise  técnica  e  econômica  do

sistema  híbrido  solar-diesel  que  fornece  energia  para

uma  comunidade,  abordando  aspectos  de  desempenho,

viabilidade  de  custos,  formas  de  uso  de  eletricidade  e

condições de sustentabilidade por parte dos

consumidores.  Foi  feito  um  estudo  da  carga  pelo  lado

da  demanda  com  a  finalidade  de  identificar  os  padrões

de consumo dessas populações e estabelecer

alternativas  de  uso  mais  eficiente  e  atrativo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar, Sistema

Híbrido,  Gerenciamento  da  Demanda

1.0  -  INTRODUÇÃO

Energia,  de  tão  essencial,  se  tornou  indispensável  para

o  rumo  do  bem  estar  humano,  esta  ainda  é,  para

algumas  regiões  da  Amazônia,  um  privilégio  de

poucos.  O  atendimento  precário  marca  sua  realidade,

mesmo  nos  grandes  centros,  como  a  exemplo  da  cidade

de  Manaus,  capital  do  Estado  do  Amazonas.

A  geração  a  diesel  continua  sendo  o  mais  significativo

vetor  da  matriz  energética  para  toda  a  região.  O  uso

racional  de  energia  e  as  fontes  alternativas  ainda  são

legados  a  segundo  plano  pelo  planejamento  energético

regional.  A  pergunta  nesse  caso  é:  Qual  a  saída?  No

caso  das  pequenas  populações  dessa  região,  quais  são

as  alternativas?  Qual  o  seu  atrativo  para  a  economia  de

mercado?

Responder  estas  perguntas  é  um  trabalho  de  fôlego,

porque  embora  haja  algumas  obviedades  nas  respostas,

seu  caminho  não  é  simplório.  Foi  com  essa  consciência

que  o  presente  trabalho  procurou  conhecer,  com

profundidade,  detalhes  das  características  das  pequenas

vilas,  remotas,  isoladas,  aparentemente  com  nenhum

peso  econômico,  se  considerado  o  valor  agregado  de

sua  atividade  produtiva.  Com  as  perspectivas  do  novo

cenário  do  setor  elétrico  no  Brasil,  com  privatizações  e

um  mundo  globalizado,  qual  será  o  futuro  de  quem  não

consegue  seduzir  o  interesse  do  investidor?

É  uma  questão  desafiadora,  que  certamente  não  é

resolvida  com  ações  paternalistas  do  Estado,  porque  o

novo  quadro  que  se  delineia  não  aceita  pagar  essa

conta,  fato  esse  já  anunciado  pelo  prazo  de  vigor  da

conta  de  consumo  de  combustível  (CCC).  Faz-se

necessário  investigar  para  determinar  a  verdadeira

vocação  energética  dessa  região,  uma  energia  que

derive  de  seus  recursos  naturais,  que  sustente  a  cadeia

de  custos  e  atenda,  não  somente  o  consumo  doméstico

mas  que  alimente  sua  cadeia  produtiva,  para  que  dela

saia  o  seu  sustento  e  a  capacidade  de  poder  pagar.

O  estudo  foi  realizado  na  comunidade  de  Vila

Campinas,  localizada  no  interior  do  Estado  do

Amazonas.

2.0  -  PRINCIPAIS  CARACTERÍSTICAS  DA  VILA

O  interesse  por  levantamentos  e  estudos  que  permitam

conhecer  os  padrões  de  consumo  dos  setores  da

economia  que  compõem  o  sistema  de  uso  de

eletricidade     nas     pequenas     comunidades     tem     se

mostrado  de  extrema  importância  para  delinear  as  reais

Elizabeth  Ferreira  Cartaxo

Universidade  Federal  do  Amazonas

Av.  Rodrigo  A.  J.  Ramos,  3000  –  CEP  69077-000

Coroado  –  Manaus

elizcartaxo@uol.com.br

necessidades energéticas e orientar quais as

**Potência(kW)**

**Potência(kW)**

11:00

0:00

1:00

2:00

3:00

4:00

5:00

6:00

7:00

8:00

9:00

10:00

12:00

13:00

14:00

15:00

16:00

17:00

18:00

19:00

20:00

21:00

22:00

23:00

0:00

alternativas viáveis para o atendimento dessas

localidades  que  justifiquem  suas  aplicações  de  forma

minimamente  rentável  e  sustentável  (MILUKAS,

1993)  e  (JANNUZZI  e  SWISHER,  1997),  tendo  em

vista  o  déficit  de  atendimento  destas  regiões,  a

desestruturação  na  distribuição  do  consumo  (entre  os

setores),  a  eficiência  energética  dos  equipamentos,  a

forma  de  uso,  dentre  outros  fatores.

A  Figura  1  apresenta  estimativas  de  participação  de

cada  uso  final  da  energia  elétrica.  O  perfil  mostra  quais

categorias  têm  potencial  para  medidas  de  conservação

e  uso  eficiente,  de  modo  a  contribuir  para  redução  de

consumo  em  horário  crítico.  Vê-se  que  iluminação  é

relevante  no  período  noturno.  Refrigeração  representa

grande  parcela  da  carga  durante  todo  o  período.

30

Lazer

2.1  Localização  da  Vila

Vila Campinas está localizada no Estado do

Amazonas,  53  km  em  linha  reta  da  sede  de  seu

município,  Manacapuru,  distante  80  km  de  Manaus.

Acesso  a  Vila  somente  por  via  fluvial,  possui  cerca  de

1500  km2,  com  topografia  plana,  levemente  ondulada,

de  níveis  muito  baixos,  clima  quente  e  úmido  de

temperatura  média  de  26,43°C.

25

20

15

10

5

0

Iluminação

Refrigeração

Ventilador

2.2  Características  sociais

A  população  da  Vila  é  cerca  de  1010  e  em seus

arredores,  em  torno  de  1000.  A  exploração  dos

recursos  naturais  é  a  base  econômica,  pois  representa

os  poucos  meios  de  trabalho  existentes.  A  pesca  é  a

principal  fonte  de  renda  da  população  e  quase  a

totalidade  da  agricultura  praticada  é  de  subsistência.

O  transporte  de  acesso  a  Vila  são  os  barcos  de  linha

diários  oriundos  de  Manacapuru,  que  levam  em  média

seis  horas  de  trajeto  até  esta,  ou  os  barcos  de  motor  de

popa,  tipo  "voadeiras",  de  propriedade  particular  que

reduzem  o  tempo  de  deslocamento  para  três  horas.

0:00   2:00  4:00   6:00  8:00  10:00  12:00  14:00  16:00  18:00  20:00  22:00  0:00

**Hora**

FIGURA  1  -  Contribuição  estimada  de  cada  uso  final

de  energia

A  Figura  2  mostra  as  curvas  de  carga  estimada,  a  partir

dos  dados  levantados  em  campo  (CARTAXO,  2000)  e

registrada  pelo  sistema,  fornecida  pelo  CEPEL,  no

período  do  levantamento.  Observa-se  uma  similaridade

de  perfil  e  amplitude  nas  formas  das  curvas,  o  que

sugere  uma  precisão  razoável  nas  estimativas.

35

2.3  Características  Energéticas

Em  1987  foi  instalada  em  Vila  Campinas  a  usina

termelétrica  com  capacidade  nominal  de  96  kW  para

fornecer  energia  elétrica  no  período  de  18:00  a  24:00h,

operada  pela  CEAM  (Companhia  de  Eletrificação  do

Amazonas).

A  Tabela  1  mostra  dados  levantados  dos  principais

equipamentos  encontrados  (CARTAXO,  2000).

30

25

20

15

10

5

0

Estimado2

Medido

TABELA  1: Dados dos equipamentos  da  Vila

FIGURA  2  -  Curvas  de  carga  estimada  e  registrada

Consumo

Descrição (kWh/mês/

Potência

Média

Índice

de

3.0  –  O  SISTEMA  HÍBRIDO  SOLAR-DIESEL

aparelho) (W) Posse

Televisor 12,0 59,6 0,29

Ventilador 14,1 55,1 0,90

“Freezer” 54,1 225,6 0,22

Geladeira 51,8 172,7 0,11

Lâmpada 10,5 58,9 2,70

Rádio 3,9 23 0,38

Fonte:  CARTAXO,  2000

A  disponibilidade  do  recurso  solar  na  região  em  níveis

satisfatórios  para  geração  de  energia  elétrica,  Figura  3,

motivou  a  implantação  do  sistema  híbrido  de  geração

complementar  em  1996,  em  Vila  Campinas.  A

implantação  do  sistema  foi  viabilizada  devido  à  doação

dos  equipamentos  necessários  pelo  Departamento  de

Energia  dos  Estados  Unidos,  através  do  Laboratório  de

Fontes  Renováveis  (NREL),  ao  CEPEL.  Campinas

tornou-se  uma  estação  experimental,  monitorada  via

**W/m2**

**No.deConsumidores**

satélite  por  técnicos  da  empresa  nos  Estados  Unidos.

700

600

500

400

300

200

100

Observando  os  valores  apresentados,  o  único  valor  que

não     representa     déficit     para     a     concessionária,

considerando  a  tarifa  média  cobrada  de  0,067  $/kWh,  é

0,065  $/kWh,  situação  em  que  o  sistema  opera  24

horas  diárias,  com  geração  Diesel,  e  com  a  conta  do

óleo     subsidiada     pela     CCC.     Fazendo     apenas     a

consideração  do  custo  de  geração  do  sistema  híbrido

em  relação  ao  sistema  Diesel  existente,  ou  seja

operação  18  e  24  horas  diárias  respectivamente,  sem

CCC,  o  que  se  verifica  é  que  o  sistema  híbrido

mostrou-se  111%  e  92%,  respectivamente,  superior  ao

0

00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 00

custo  de  geração  do  sistema  Diesel.

**Hora**

FIGURA  3  –  Curva  de  radiação  média  solar  na  Vila

(out./95-jul./96)

A  UTE  Campinas  foi  adaptada  ao  sistema  solar,

aproveitando  a  rede  de  transmissão  elétrica  e  os

geradores  a  Diesel  existentes.  A  Tabela  2  apresenta  os

dados  do  sistema  híbrido  solar-Diesel  existente.

TABELA  2.  Dados  do  sistema  de  geração  da  Vila

Grupo  gerador  Diesel 2x48kW  (127/220V)

No  de  painéis 800  (64Wp/painel)

No  de  baterias 120  (chumbo-ácida/200Ah)

Inversor 50kW  (240Vcc/220Vca)

Subestação 220V/13,8kV

Horário  de  atendimento 18:00  às  24:00  horas\*

\*Nota:  No  ano  da  pesquisa(1997)

Fonte:  CARTAXO,  2000

4.0  –  ANÁLISE  ECONÔMICA  DOS  SISTEMAS

Considerando  duas  condições  de  fornecimento  de

energia  elétrica  para  Vila  Campinas,  quais  sejam,

Diesel e híbrido solar-Diesel; os equipamentos

instalados  no  local,  com  operação  de  18  (mediante  a

operação  do  conjunto  fotovoltáico)  e  24  horas  diárias

(devido  à  adoção  da  resolução  315/98/ANEEL),  foi

realizado  um  estudo  econômico  dos  sistemas,  incluindo

considerações  técnicas  de  operação  e  investimentos,

para  fins  de  análise  comparativa  das  duas  alternativas.

A  Tabela  3  mostra  os  valores  que  o  custo  específico  de

geração  pode  assumir  dependendo  da  situação  do  custo

do  Diesel  para  a  concessionária  e  das  condições  de

operação  do  sistema.

TABELA  3  -  Custo  específico de  geração  ($/  kWh)

Diesel Híbrido

Operação  18  horas  (sem  CCC) 0,138 0,292

Operação  18  horas  (com  CCC) 0,083 0,273

Operação  24  horas  (sem  CCC) 0,118 0,227

Operação  24  horas  (com  CCC) 0,065 0,203

Fonte:  CARTAXO,  2000

5.0  –  PERSPECTIVAS  DE  SUSTENTAÇÃO

O  crescimento  acentuado  da  carga  em  função  do

crescimento  do  número  de  consumidores  nos  últimos

anos,  especialmente  a  partir  da  entrada  do  sistema

híbrido,  como  mostra  os  números  na  Figura  4,

compromete  a  sua  sustentabilidade,  tendo  em  vista  a

dificuldade  de  expansão  do  sistema  solar  e  da  tarifa

aplicada  aos  consumidores.

140

120

100

80

60

40

20

0

0   88   89  90  91   92   93  94  95   96  97  98  99

FIGURA  4  -  Evolução  do  no.  de  consumidores  da  Vila

5.1  –  Medidas para  redução  de consumo

5.1.1  –  Troca  de  lâmpadas

Uma  das  ações  que,  efetivamente,  pode  colaborar  para

minimizar  o  consumo  de  combustível  na  Usina  (em

virtude  do  horário  de  consumo)  e  a  demanda  de

eletricidade,  no  horário  de  pico,  seria  direcionar  ações

pelo  lado  da  demanda  residencial  em  iluminação,  onde

é  predominante  o  uso  da  lâmpada  incandescente.  A

substituição  das  lâmpadas  incandescentes  por  lâmpadas

mais  eficientes,  com  certeza,  iria  proporcionar  uma

redução  substancial  na  carga,  principalmente  nos

horários  críticos  do  sistema.

A  lâmpada  PLE,  além  de  ser  um  dos  tipos  de  lâmpada

que  oferece  melhor  desempenho,  pode  ser  facilmente

instalada  aproveitando  os  materiais  já  existentes  nas

residências,  sem  precisar  de  adaptações.  A  Figura  5

**Thank you for using Wondershare PDFelement.**

**You can only convert up to 5 pages in the trial version.**

**To get the full version， please purchase the program here:**

[*http://cbs.wondershare.com/go.php?pid=973&m=db*](http://cbs.wondershare.com/go.php?pid=973&m=db)