

XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

**APLICATIVO PARA CÁLCULOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROGRAMAS DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Autor:

FERNANDO MONTEIRO DE FIGUEIREDO
CEB - COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA e
UnB – UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Palavras-chave: eficiência energética, conservação de energia, uso racional de energia, gerenciamento pelo lado da demanda, *demand side management*

FOZ DO IGUACÚ, 19 a 23 de novembro de 2000

1 INTRODUÇÃO

O artigo apresenta a descrição de um aplicativo desenvolvido em EXCEL para cálculos de avaliação econômica de programas de eficiência energética.

A obrigatoriedade de aplicação, pelas concessionárias, de parte da receita anual em programas de eficiência energética e a falta de ferramentas para auxiliar na avaliação econômica dos programas a serem desenvolvidos motivaram o desenvolvimento do aplicativo.

As principais facilidades associadas ao aplicativo são: o fato de ser desenvolvido em EXCEL de acesso e uso generalizado, possuir interface extremamente simples e principalmente utilizar dados de entrada que são disponíveis nas empresas brasileiras.

O aplicativo está dividido em dois módulos principais: um para cálculo de problemas clássicos de eficiência energética; e outro para avaliar programas de gerenciamento de demanda.

Entende-se por problemas clássicos de eficiência energética os casos de substituição de sistemas convencionais já instalados por eficientes e os de comparação antes da instalação de sistemas com tecnologias convencionais e eficientes.

Os programas de gerenciamento de demanda referem-se à instalação de um equipamento, geralmente em residências, que impede o uso de alguns eletrodomésticos durante o horário de ponta de carga recebendo o consumidor um desconto na fatura mensal como incentivo.

O aplicativo possui apenas uma tela de entrada de dados para cada um dos tipos de programas.

São oferecidas ao usuário as opções de exibição de todos os resultados do aplicativo na tela do computador ou através de impressão.

Para os problemas clássicos são apresentados os resultados sob 3 pontos de vista: global, considerando todas as receitas e despesas envolvidas no projeto, para o cliente e para a concessionária.

Os principais resultados apresentados são: custo da redução da capacidade instalada, custo da redução de demanda, custo da energia não gerada, valor presente líquido global, para o cliente e para a concessionária, taxa interna de retorno, redução na energia e/ou na demanda, redução de gastos com a conta de energia, CEE - custo da energia economizada, CPE - custo da ponta evitada, redução na receita da concessionária, redução nos gastos com a compra de energia, retardo nos investimentos e tempo de retorno do investimento.

Para os casos de avaliação de instalação de gerenciador de demanda a análise é feita para a concessionária e os principais resultados apresentados são: economia com a compra de energia e retardo de investimento como benefícios, e investimento, desconto na fatura e perda de receita como custos. Apresenta ainda o valor presente líquido.

2 DESCRIÇÃO DO APLICATIVO

O aplicativo possui o seguinte conjunto de telas:

- Menu principal
- Entrada de dados para problemas clássicos de eficiência energética
Neste trabalho entende-se por problemas clássicos de eficiência energética duas situações:
 - Quando um sistema eficiente substitui um convencional já instalado.
 - Quando são comparados dois sistemas novos a serem instalados, um convencional e um eficiente.
- Resultados para problemas clássicos de eficiência energética
- Entrada de dados para Gerenciador de demanda
É um tipo específico de programa aplicado predominantemente no setor residencial onde é instalado um equipamento que restringe o uso de alguns eletrodomésticos durante a ponta de carga. Como compensação o cliente recebe um desconto na fatura mensal.
- Resultados para Gerenciador de demanda

2.1 MENU PRINCIPAL

Apresenta além das informações gerais do aplicativo os seguintes botões:

CLIQUE AQUI PARA COMEÇAR

Transforma a apresentação para o formato tela inteira.

INSTRUÇÕES

Apresenta as instruções básicas para utilização do aplicativo.

PROBLEMAS CLÁSSICOS

Remete para uma tela de entrada de dados onde são tratados dois tipos clássicos de programas de eficiência energética.

GERENCIADOR DE DEMANDA

Remete para uma tela de entrada de dados para avaliação de programas de gerenciadores de carga.

FECHAR E SAIR

É apresentada uma indagação quanto à certeza em fechar o aplicativo e sugere que aquela simulação efetuada seja salva com um nome específico que facilite o tratamento no futuro.

A Figura 1 ilustra a tela do Menu principal.



Figura 1 - Menu Principal

2.2 PROBLEMAS CLÁSSICOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Este módulo do aplicativo é composto de uma tela de entrada de dados e duas telas de resultados: uma para cada um dos dois tipos de problemas estudados. O usuário escolhe a opção (Figura 2).



Figura 2 - Opções de análise

Existem diferenças nos enfoques desses dois tipos de problemas. Na substituição de sistemas existe um instalado com parte de sua vida útil já utilizada que será retirado para instalação de outro. O aplicativo não considera reaproveitamento do sistema convencional. Ou seja, os equipamentos convencionais retirados não são considerados no fluxo de caixa.

Na comparação de sistemas o aplicativo verifica os custos totais nos dois casos durante todo o período de análise.

É importante também destacar que o aplicativo não considera valor residual de equipamentos. Por exemplo, se um equipamento com vida útil de 10 anos é instalado no penúltimo ano do período de análise será computado todo o seu custo no fluxo de caixa.

2.2.1 ENTRADA DE DADOS

Esta tela possui três botões:

MENU PRINCIPAL

Volta ao Menu.

RESULTADOS

Vai para tela de resultados.

GERENCIADOR DE DEMANDA

Vai para o módulo de avaliação de programas de gerenciador de demanda.

O primeiro conjunto de dados contém informações gerais sobre o projeto.

DADOS BÁSICOS

- Título do projeto:
- Nome dos sistemas convencional e eficiente:
- Data (mês/ano):
- Taxa de câmbio (US\$/R\$):
Utilizada pois os custos dos equipamentos e tarifas são informados em Reais (R\$) e os resultados são apresentados em Dólares (US\$).
- Taxa de desconto para o cliente
- Taxa de desconto para a concessionária
Existe a opção de serem utilizadas taxas de desconto diferentes para as análises do ponto de vista do cliente e da concessionária.
A razão para essa diferenciação é que o cliente muitas vezes só se sente motivado a participar de programas de eficiência energética raciocinando com tempos de retorno bastante curtos o que leva à utilização de taxas elevadas.

A Figura 3 ilustra como esses dados são fornecidos.

Cabem neste ponto algumas observações de caráter geral contidas nas instruções do aplicativo:

As células azuis são preenchidas pelos usuários.

As células amarelas são textos ou dados assumidos pelo aplicativo.

Os triângulos vermelhos no canto superior direito de algumas células são notas explicativas que facilitam o preenchimento. Para serem lidas basta aproximar o *mouse* à célula (no EXCEL).

Título do Projeto:	alternativa 1	
Nome do sistema convencional:	2x40	
Nome do sistema eficiente:	2x32	
Data (mês/ano)	mai'00	
Taxa de Câmbio	1,00	US\$/R\$
Taxa de desconto para o cliente	12%	ao ano
Taxa de desconto para a concessionária	12%	ao ano

Figura 3 - Dados básicos

A informação solicitada em seguida através de uma caixa de opções (Figura 4) refere-se ao tipo de alteração que o programa de eficiência energética vai provocar:

- só na demanda
- só na energia
- na demanda e energia

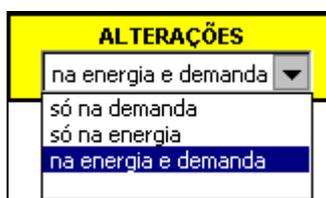


Figura 4 - Alterações na demanda e/ou na energia

São então preenchidos os dados referentes aos sistemas convencional e eficiente (Figura 5).

Podem ser incluídos até três equipamentos diferentes.

DADOS DOS SISTEMAS

- Equipamento (nome)
Para o equipamento 1 o aplicativo assume o nome do sistema informado nos Dados Básicos.
- Potência (W)
- Vida útil (a-anos ou h-horas)
É fundamental o correto preenchimento com a letra "a" para os casos em que a vida do equipamento está sendo informada em anos ou "h" quando a vida está em horas.

- Preço (valores em R\$)
- Mão de obra (valores em R\$)
- Depreciação atual
Para os casos de substituição de sistemas deve ser informado quanto da vida útil (%) do equipamento convencional já transcorreu.
Caso seja preenchido algum valor neste campo para os casos de comparação de sistemas surge um alerta de que este valor deve ser zero.
- Fator de coincidência com a ponta (para o convencional e eficiente)
- Incentivo da concessionária
O aplicativo considera que o incentivo repete-se também nas reposições durante o período de análise.
- Despesas administrativas da concessionária

	Sistema convencional		Sistema eficiente	
Equipamento 1 (nome)	2x40 W		2x32 W	
Potência (W)	238.920,0	W	95.584,0	W
Vida Útil (a-anos ou h-horas)	7.500	h	7.500	h
Preço	20.905,50	R\$	16.428,50	R\$
Mão de obra	0,00	R\$	0,00	R\$
Valor residual	0%	%	0%	%
Depreciação atual	10%	%		
Equipamento 2 (nome)	Reator		Reator	
Potência (W)	69.850,0	W	0,0	W
Vida Útil (a-anos ou h-horas)	10	a	10	a
Preço	31.750,00	R\$	26.837,20	R\$
Mão de obra	0,00	R\$	0,00	R\$
Valor residual	0%	%	0%	%
Depreciação atual	0%	%		
Equipamento 3 (nome)	s/ lum		c/ lum	
Potência (W)	0,0	W	0,0	W
Vida Útil (a-anos ou h-horas)	11	a	11	a
Preço	135.000,00	R\$	122.687,50	R\$
Mão de obra	0,00	R\$	0,00	R\$
Valor residual	0%	%	0%	%
Depreciação atual	0%	%		
Fator de coincidência com a ponta	100%	%	100%	%
Incentivo da Concessionária Equipamento 1			0%	%
Incentivo da Concessionária Equipamento 2			0%	%
Incentivo da Concessionária Equipamento 3			0%	%
Despesas administrativas da Concessionária			0,00	R\$/mês

Figura 5 - Dados dos sistemas

As informações seguintes referem-se aos dados de uso das tecnologias convencional e eficiente, conforme Figura 6.

DADOS DE USO

- Uso (horas / dia)
Inclui o uso em horas durante a ponta
- Uso na ponta (horas / dia)
- Dias de uso por mês
- Custos de operação e manutenção (valores em R\$ / mês)
Nos custos de manutenção não estão incluídos os custos de substituição. Estes são tratados separadamente em função da vida útil informada na tela com os Dados dos sistemas.

Dados de uso	Sistema Convencional	Sistema Eficiente	
Uso (horas / dia)	12	12	horas
Uso na ponta (horas / dia)	1	1	horas
Dias de uso por mês	22	22	dias
Custos de operação e manutenção	0,00	0,00	R\$ / mês

Figura 6 - Dados de uso dos sistemas e custos de operação e manutenção

Para efetuar os cálculos dos gastos mensais com a conta de eletricidade e das economias provocadas com o uso de sistemas eficientes é necessário conhecer as tarifas.

Os dados de tarifas são informados, conforme a Figura 7.

Usar tarifas do aplicativo		<input checked="" type="radio"/> Sim	
Fornecer as tarifas		<input type="radio"/> Sim	
		Tipo de tarifa	
		Verde ▼	
Energia fora de ponta	42,97 R\$/MWh		
Energia na ponta	434,54 R\$/MWh		
Demanda	7,23 R\$/kW		
ICMS incidente energia	25%		
A4 - Poder Público ▼	Energia fora de ponta (R\$/MWh)	Energia na ponta (R\$/MWh)	Demanda fora de ponta (R\$/kW)
	58,75	123,52	6,28
	Demanda na ponta (R\$/kW)		
	18,83		
		Tipo de tarifa	
		Verde ▼	
		Só energia Convencional	
		Azul	
		Verde	

Figura 7 - Tarifas utilizadas

QUANTO ÀS TARIFAS DE FORNECIMENTO

O usuário tem duas opções quanto às tarifas utilizadas nos cálculos: usar tarifas do aplicativo ou fornecer as tarifas.

Se o usuário escolher fornecer as tarifas deverá preencher as células azuis correspondentes. Além disso deverá marcar na caixa de TIPO DE TARIFA dentre as opções disponíveis.

Tipo de tarifa	
Verde ▼	
Só energia Convencional	
Azul	
Verde	

Figura 8 - Tipo de tarifa (quando o usuário fornecer)

São emitidos alguns alertas nesta situação. Caso seja escolhida a opção Só energia e for preenchido valor de demanda aparece um aviso. Da mesma forma nas opções Convencional quando é admitida apenas uma

tarifa de demanda e uma de energia. Na opção verde apenas um valor demanda pode ser preenchido. Escolhendo a opção de usar as tarifas do aplicativo o usuário tem 17 alternativas de tarifas em função do tipo de consumidor acionando a caixa de seleção correspondente, conforme ilustrado na figura a seguir. Neste caso são preenchidos automaticamente os campos referentes aos custos de energia e demanda na ponta e fora da ponta, quando for o caso.



Figura 9 - Alternativas de tarifas disponíveis no aplicativo

QUANTO ÀS TARIFAS DE SUPRIMENTO

O usuário deve informar os valores de energia e demanda na ponta e fora da ponta.

CUSTOS MARGINAIS E PERÍODO DE ANÁLISE

O último conjunto de dados contém os valores de custo marginal de geração, transmissão e distribuição e o período de análise do estudo.

O aplicativo executa análises para até 20 anos. Se forem utilizados períodos maiores os resultados apresentarão erros.

Custo marginal de geração	45,00	R\$/MWh
Custo marginal de expansão da Geração	1.400,00	R\$/kW
Custo marginal de expansão da T&D	700,00	R\$/kW
Período de análise (anos)	15	

Figura 10 - Custos marginais e período de análise

2.2.2 RESULTADOS

Esta tela possui três botões:

MENU PRINCIPAL

Volta ao Menu.

ENTRADA DE DADOS

Vai para tela de entrada de dados.

GERENCIADOR DE DEMANDA

Vai para o módulo de avaliação de programas de gerenciador de demanda.

Os resultados são apresentados sob três aspectos: do ponto de vista global, onde são considerados todos os custos e benefícios envolvidos, do ponto de vista da concessionária e do ponto de vista do cliente participante do programa.

ANÁLISE GLOBAL

Saídas contidas na análise global:

- Custo da redução da capacidade instalada
Serve para comparar com o custo marginal de expansão
- Custo da redução da ponta
Difere do custo de redução da capacidade instalada em função do fator de coincidência com a ponta.
Serve para comparar com os custos de produção de ponta.
- Custo da energia não gerada
Serve para comparar com os custos de produção de energia.
- Valor presente líquido global (VPL)
Apresenta a viabilidade ou não do projeto quando considerados todos os custos e benefícios envolvidos. Se $VPL > 0$ o projeto é viável, do contrário não.
- Teste dos custos totais (TCT)
Da mesma forma que o VPL apresenta a viabilidade ou não do projeto através de uma relação benefício custo. Se $TCT > 1$ o projeto é viável, do contrário não.
O VPL e o TCT sempre darão resultados coerentes.

A Figura 11 mostra a forma como os resultados são apresentados.

Análise Global		
Custo da redução da capacidade instalada	1.276,74	US\$/kW
Custo da redução da ponta	1.595,93	US\$/kW
Custo da energia não gerada	13,43	US\$/MWh
Valor Presente Líquido global	140.571,47	US\$
Teste dos custos totais	1,52	

Figura 11 - Resultados: Análise Global

ANÁLISE PARA A CONCESSIONÁRIA

Os resultados do ponto de vista da concessionária contém as seguintes informações:

- Redução de receita para a concessionária
Em função da utilização de um equipamento mais eficiente.
- Incentivos aos sistemas eficientes
Quando houver.
- Redução nos gastos com a compra de eletricidade
Caso haja uma redução na receita com a venda de eletricidade haverá uma correspondente redução na energia comprada.
- Retardo nos investimentos
Existem duas maneiras de considerar o benefício da eficientização para a concessionária. O retardo no investimento ou a ligação de novos clientes em função da redução de energia e/ou demanda provocada pelo programa de eficiência energética. Este aplicativo considera o retardo no investimento.
- Valor presente líquido global (VPL)
Apresenta a viabilidade ou não do projeto quando considerados todos os custos e benefícios da concessionária. Se $VPL > 0$ o projeto é viável, do contrário não.
- Teste para a concessionária (TPC)
Da mesma forma que o VPL apresenta a viabilidade ou não do projeto através de uma relação benefício custo. Se $TPC > 1$ o projeto é rentável para a concessionária, do contrário não.
O VPL e o TPC sempre darão resultados coerentes.
- CEE – Custo da Energia Economizada
Serve para comparar com as tarifas de compra (suprimento) de energia.
- CPE – Custo de Ponta Evitada
Serve para comparar com as tarifas de compra (suprimento) de demanda.
- TIR – Taxa interna de retorno
É a taxa que torna o VPL igual a zero. É uma figura de mérito utilizada para verificar a atratividade do projeto. Independente do período de análise que o usuário tenha colocado na entrada de dados o aplicativo calcula a TIR considerando 10 anos.

- Tempo de retorno
Figura de mérito utilizada para que a concessionária verifique se o retorno do capital investido está dentro dos parâmetros econômicos da empresa.

Para a Concessionária	
Redução de receita para a concessionária	8.035,55 US\$/mês
Incentivo aos sistemas eficientes	0,00 US\$/mês
Redução nos gastos com a compra de eletricidade	51.983,27 US\$/mês
Retardo nos investimentos	38.265,75 US\$/mês
VPL - Valor presente líquido considerando o período de análise	337.587,73 US\$
TPC-Teste para a concessionária	7,17
CEE-Custo da Energia Economizada	58,75 US\$/MWh
CPE-Custo de Ponta Evitada	680,00 US\$/kW
TIR (aa)	12,7% Considerando 10 anos
Tempo de retorno	2 a 4 m

Figura 12 - Resultados: Análise para a Concessionária

ANÁLISE PARA O CLIENTE

A primeira informação disponível refere-se à redução no consumo de energia e/ou demanda. A figura a seguir ilustra a forma da saída.

É importante destacar que no caso de se estar fazendo uma análise de comparação de sistemas os resultados apresentados referem-se à diferença entre os dois.

Redução de consumo e demanda	
Energia	56.281,10 kWh/mês
Ponta de carga	232,30 kW

Figura 13 - Redução no consumo e demanda

Quando na caixa **ALTERAÇÕES** (Figura 4) foi escolhida a opção **só na demanda** o campo correspondente à energia é zerado; de forma análoga quando é escolhida a opção **só da energia** o campo referente à ponta de carga aparece com zero.

A próxima informação apresenta uma diferença dependendo do tipo de análise que se esteja fazendo. Caso se trate de situação de substituição de sistemas só existe investimento no eficiente e a saída é conforme a Figura 14. Na comparação de sistemas existem investimentos no convencional e no eficiente e a saída tem a forma da Figura 15.

Investimento inicial com o sistema eficiente	165.953,20 US\$
---	-----------------

Figura 14 - Investimento inicial para substituição de sistemas

Investimento inicial (US\$)	Covencional	Eficiente
	187.655,50	165.953,20

Figura 15 - Investimento inicial para comparação de sistemas

São então apresentados os gastos mensais com eletricidade, tanto para o sistema convencional, como para o eficiente, bem como a economia obtida pela diferença entre os dois (Figura 16).

Gastos mensais com a conta de eletricidade (US\$/mês)		
Convencional	Eficiente	Economia
14.722,48	4.008,41	10.714,07

Figura 16 - Gastos mensais com a conta de eletricidade (US\$/mês)

O conjunto seguinte de resultados também apresenta diferenciação dependendo do tipo de análise que se esteja fazendo: substituição ou comparação de sistemas.

No caso de substituição tem-se o Valor presente líquido considerando o período de análise e o Teste para o cliente participante do programa (Figura 17).

A exemplo do que foi explanado nas análises do ponto de vista global e da concessionária o VPL indica, caso seja positivo, que o projeto é viável do ponto de vista do cliente. O TPP é uma relação benefício custo que da mesma forma indica viabilidade quando encontrados valores maiores que a unidade.

Valor presente líquido considerando o período de análise de 15 anos (US\$)	589.256,04
TPP-Teste para o cliente participante	1,98

Figura 17 - VPL e TPP para substituição de sistemas

Para o caso de comparação de sistemas contém o valor presente considerando o período de análise para a utilização da tecnologia convencional e eficiente. Apresenta ainda o VPL (Valor presente líquido) e o TPP (Teste para o cliente participante). A informação adicional do valor presente de todos os custos para as duas alternativas não tem sentido para o caso anterior pois, uma vez que esteja havendo substituição de sistemas não existem mais despesas com o sistema convencional, apenas custos evitados (Figura 18).

As interpretações do VPL e do TPP para o caso de comparação entre sistemas também são diferentes. Referem-se à verificação de viabilidade da escolha do sistema eficiente comparado ao convencional. No caso anterior referem-se à verificação de viabilidade da substituição dos sistemas. Apesar de não ter sido destacado esta mesma observação é válida para a análise do ponto de vista da concessionária.

Valor presente dos custos considerando o período de análise de 15 anos			
Convencional	1.559.720,03	Eficiente	598.290,99 US\$
VPL - Valor presente líquido			961.429,05 US\$
TPP-Teste para o cliente participante			2,61

Figura 18 - Valor presente dos custos, VPL e TPP para comparação de sistemas

O aplicativo contém ainda um recurso para que se possa proceder a uma análise de sensibilidade, quanto a variações no período de análise. Existe na tela de saída uma barra de rolagem onde é possível alterar o período de análise que foi previamente informado na entrada de dados. A Figura seguinte ilustra esse recurso.



Figura 19 - Recurso para alterar o período de análise

As próximas saídas mais uma vez são diferenciadas para os dois tipos de análise.

A Figura 20 mostra, para o caso de substituição de sistemas, os seguintes resultados:

- CEE – Custo da Energia Economizada
Serve para que o cliente compare com a tarifa que paga pela energia.
- CPE – Custo de Ponta Evitada
Serve para que o cliente compare com a tarifa que paga pela demanda (se for o caso).
- TIR – Taxa interna de retorno
Da mesma forma que na análise do ponto de vista da concessionária independente do período de análise que o usuário tenha colocado na entrada de dados o aplicativo calcula a TIR considerando 10 anos.
- Tempo de retorno

CEE-Custo da Energia Economizada	72,52	US\$/MWh	
CPE-Custo de Ponta Evitada	1.750,91	US\$/kW	
TIR (aa)	15,2%	Considerando 10 anos	
Tempo de retorno	3 a 3 m		

Figura 20 - CEE, CPE, TIR e Tempo de retorno para substituição de sistemas

Para o caso de comparação de sistemas são apresentadas as mesmas figuras de mérito do caso anterior, porém a forma de cálculo é diferente.

Como são duas alternativas excludentes os resultados referem-se à diferença entre os dois sistemas.

Apesar de só estar explicitado na análise do ponto de vista do cliente a mesma observação é válida para os resultados do ponto de vista da concessionária.

Figuras de mérito calculadas considerando a diferença dos dois projetos			
CEE-Custo da Energia Economizada	67,05	US\$/MWh	
CPE-Custo de Ponta Evitada	1.764,09	US\$/kW	
TIR (aa)	15,6%	Considerando 10 anos	
Tempo de retorno	3 a 6 m		

Figura 21 - CEE, CPE, TIR e Tempo de retorno para comparação de sistemas

A Figura seguinte ilustra alguns recursos do aplicativo. Quando, por exemplo, na caixa **ALTERAÇÕES** (Figura 4) foi escolhida a opção **só na demanda** o CEE – Custo da Energia Economizada não é calculado aparecendo a expressão “**não há**” no local onde estaria o resultado e ainda a expressão “**Só demanda**” ao lado (Figura 22). De forma similar quando é escolhida a opção **só na energia** procedimento análogo ocorre para o CPE – Custo de Ponta Evitada.

Outro recurso ilustrado na Figura 22 refere-se ao cálculo do tempo de retorno. Caso dentro do período de análise não haja retorno do capital investido aparece a expressão “**não há**” no campo onde estaria o resultado.

CEE-Custo da Energia Economizada	não há	US\$/MWh	Só demanda
CPE-Custo de Ponta Evitada	2.949,11	US\$/kW	
TIR (aa)	9,5%	Considerando 10 anos	
Tempo de retorno	Não há		

Figura 22 - Exemplos de recursos do aplicativo

A tela de resultados contém também um quadro resumo que apresenta a conclusão da viabilidade ou não do programa nos três pontos de vista analisado, conforme ilustrado na figura a seguir.

Como o TCT ≥ 1 o programa é vantajoso do ponto de vista global
Como o TPP < 1 o programa não é vantajoso para o cliente
Como o TPC ≥ 1 o programa é vantajoso para a concessionária

Figura 23 - Resultados: Resumo (Global, Cliente e Concessionária)

2.3 GERENCIADOR DE DEMANDA

Este módulo do aplicativo é composto de uma tela de entrada de dados e uma de resultados.

2.3.1 ENTRADA DE DADOS

Esta tela possui três botões:

MENU PRINCIPAL

Volta ao Menu.

RESULTADOS

Vai para tela de resultados do módulo Gerenciador de demanda.

PROBLEMAS CLÁSSICOS

Vai para o módulo de avaliação de programas substituição ou comparação de sistemas.

O primeiro conjunto de dados contém informações gerais sobre o projeto.

DADOS GERAIS

- Potência retirada (W)
- Vida útil (anos)
Trata-se da vida útil do equipamento controlador de carga.
- Preço do equipamento (R\$)
- Mão de obra (R\$)
Custo da instalação do equipamento
- Uso (horas / dia)
- Uso (dias / mês)
- Taxa de câmbio (US\$/R\$):
Utilizada pois os custos dos equipamentos e tarifas são informados em Reais (R\$) e os resultados são apresentados em Dólares (US\$).
- Taxa (% ao ano)

A Figura 24 ilustra como esses dados são fornecidos.

Dados Gerais		
Potência retirada (W)	400	W
Vida Útil (anos)	10	anos
Preço do equipamento	250,00	R\$
Mão de obra	0,00	R\$
Uso (horas / dia)	2	
Uso (dias / mês)	30	%
Taxa de câmbio	1,80	US\$/R\$
Taxa (aa)	12%	%

Figura 24 - Dados gerais (Gerenciador de demanda)

DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA

- Tipo de unidade consumidora
Classificação dos consumidores quanto às faixas de consumo para estabelecimento das tarifas.
- Consumo mensal médio
Consumo para cálculo do desconto mensal
- Desconto na conta mensal
Percentual oferecido ao cliente como incentivo à participação no programa.
- Redução na energia
Para simulação de situações com ou sem redução na energia.

A Figura 25 mostra a forma como esses dados são solicitados.

Tipo da unidade consumidora	Residencial de 51 a 200 kWh	
Consumo mensal médio	150	kWh/mês
Desconto na conta mensal	20%	%
Redução na energia	10%	%

Figura 25 - Dados da unidade consumidora

TARIFAS DE SUPRIMENTO

São as tarifas utilizadas para o cálculo da economia da concessionária com a compra de energia e/ou demanda (Figura 26).

	Tarifa de suprimento	
Energia	30,33	R\$/MWh
Demanda	2,34	R\$/kW

Figura 26 - Tarifas de suprimento

PERDAS

Existe uma diferença entre o que a empresa compra e o que ela vende de energia e demanda.

Os dados de perdas também são utilizados nos cálculos da economia da concessionária com a compra de energia e/ou demanda (Figura 27).

Perdas para a demanda	15%	%
Perdas para a energia	8%	%

Figura 27 - Perdas

CUSTO MARGINAL

Para calcular o retardo no investimento com o deslocamento de demanda é necessário utilizar o custo marginal de expansão (Figura 28).

Custo marginal de expansão	120,00	US\$/kW ano
-----------------------------------	---------------	--------------------

Figura 28 - Custo marginal de expansão

2.3.2 RESULTADOS

Esta tela possui três botões:

MENU PRINCIPAL

Volta ao Menu.

ENTRADA DE DADOS

Vai para tela de entrada de dados.

PROBLEMAS CLÁSSICOS

Vai para o módulo de avaliação de programas substituição ou comparação de sistemas.

Os resultados são apresentados sob o ponto de vista da concessionária (Figura 29).

A análise do ponto de vista do cliente não é realizada pois este tipo de programa sempre apresenta resultado viável, uma vez que o consumidor geralmente não investe recursos e ainda recebe um desconto na fatura mensal.

RESULTADOS		
Benefícios para a Concessionária		
Economia com a compra de energia	13,86	US\$/ano
Valor presente da economia com a compra de energia	78,31	US\$
Retardo de investimento	48,00	US\$/ano
Valor presente do retardo de investimento	271,21	US\$
Valor presente dos benefícios	349,52	US\$
Perdas para a Concessionária		
Valor presente do investimento	450,00	US\$
Desconto na fatura	5,00	US\$/ano
Valor presente do desconto	28,27	US\$
Perda de receita	4,80	US\$/ano
Valor presente da perda de receita	27,14	US\$
Valor presente das perdas	505,41	US\$
Resultados para a Concessionária		
Valor presente líquido	-155,89	US\$

Figura 29 - Resultados para o Gerenciador de demanda

BENEFÍCIOS PARA A CONCESSIONÁRIA

- Economia com a compra de energia
Com a redução na demanda do consumidor há uma redução na fatura da concessionária distribuidora junto à supridora. Esta redução pode ser acrescentada de um valor referente também à energia caso haja redução na energia. (Figura 25).
- Valor presente da economia com a compra de energia
Valor presente da série de economias anuais.
- Retardo no investimento
- Valor presente do retardo no investimento
- Valor presente dos benefícios
Soma das parcelas referentes à economia com a compra de energia e retardo no investimento.

PERDAS PARA A CONCESSIONÁRIA

- Valor presente do investimento
- Desconto na fatura
- Valor presente do desconto
- Perda de receita
Quando ocorre redução na energia.
- Valor presente da perda de receita
- Valor presente das perdas
Soma das parcelas referentes ao investimento, desconto e perda de receita.

RESULTADOS PARA A CONCESSIONÁRIA

- Valor presente líquido
Diferença entre o valor presente dos benefícios e o valor presente das perdas.

3 CONCLUSÕES

O trabalho descreve um aplicativo desenvolvido em EXCEL para cálculos de avaliação econômica de programas de eficiência energética. Trata-se de uma ferramenta com uma interface simples facilitando o seu uso, além de utilizar dados de entrada de fácil obtenção.

O aplicativo serve tanto para os clientes como para as concessionárias que estão obrigadas a investir parte da receita anual em programas de eficiência energética.

O aplicativo está dividido em dois módulos principais: um para cálculo de problemas clássicos de eficiência energética (casos de substituição de sistemas convencionais já instalados por eficientes e os de comparação entre sistemas com tecnologias convencionais e eficientes, antes da instalação) e outro para avaliar programas de gerenciamento de demanda (instalação de um equipamento, geralmente em residências, que impede o uso de alguns eletrodomésticos durante o horário de ponta de carga recebendo o consumidor um desconto na fatura mensal como incentivo).

Os resultados podem ser exibidos na tela do computador ou através de impressão.

Os principais resultados apresentados para os problemas clássicos são: custo da redução da capacidade instalada, custo da redução de demanda, custo da energia não gerada, valor presente líquido global, para o cliente e para a concessionária, taxa interna de retorno, redução na energia e/ou na demanda, redução de gastos com a conta de energia, CEE - custo da energia economizada, CPE - custo da ponta evitada, redução na receita da concessionária, redução nos gastos com a compra de energia, retardo nos investimentos e tempo de retorno do investimento.

Para os casos de avaliação de instalação de gerenciador de demanda os principais resultados apresentados são: economia com a compra de energia e retardo de investimento como benefícios, e investimento, desconto na fatura e perda de receita como custos. Apresenta ainda o valor presente líquido.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FIGUEIREDO, F. M. **Conceituação e aplicação de metodologia de Gerenciamento pelo Lado da Demanda em uma empresa de Energia Elétrica**. São Paulo, 1997. 301p. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FIGUEIREDO, F.M., JARDINI, J.A. **Demand Side Management at an Electrical Distribution Utility –Methodology, Applications, Results, Evaluations and Projections**. CIRED 99-15th International Conference on Electricity Distribution, Nice - France, 1999.

5 CONTATO

Fernando Monteiro de Figueiredo
CEB - Companhia Energética de Brasília
UnB - Universidade de Brasília

(61) 325 2994

(61) 325 2548

(61)349 0301

(61) 9987 9197

ferfig@pobox.com