

CRIAÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA GERENCIAMENTO  
DO CONSUMO DA ENERGIA CONTRATADA NA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Gustavo Fontoura de Oliveira  
Rafael Enrico Brunoni

PROJETO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO DEPARTAMENTO DE  
ELETROTÉCNICA DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO ELETRICISTA.

Aprovado por:

---

Walter Issamu Suemitsu, Dr. Ing.  
(Orientador)

---

Hilton Ferreira Magalhães, Msc.  
(Co-orientador)

---

Jose Eduardo Nunes da Rocha, LIGHT S.E.S.A  
(Membro da banca examinadora)

Rio de Janeiro, RJ – Brasil,  
Abril de 2007.

## **Resumo**

Este trabalho consiste no desenvolvimento de uma ferramenta para gerenciamento do consumo da energia contratada na Universidade Federal do Rio de Janeiro, auxiliando através do tratamento computacional dos dados históricos de consumo e demanda, e da geração de gráficos e relatórios, a tomada de decisão por parte da Reitoria da Universidade.

Como é do conhecimento da Comunidade Universitária e de parte da Sociedade, a Universidade dispõe de poucos recursos para investimentos em suas instalações. Visto que o perfil de consumo de energia da Universidade tem uma baixa eficiência, o correto gerenciamento da energia consumida é de extrema importância, pois oferece uma diretriz para alocação dos recursos financeiros economizados em áreas consideradas prioritárias. Com esse intuito, surgiu a idéia da criação de uma ferramenta que otimizasse o gasto de energia da Universidade, assim como também provesse um controle e gerenciamento das variações de consumo.

Esta ferramenta é parte deste projeto maior. Tem a capacidade de prover informações relevantes para a tomada de decisões, baseada em dados passados, através de uma interface digital que apresenta de forma dinâmica gráficos e relatórios e identifica o ponto ótimo onde a contratação da energia junto à concessionária é a mais adequada possível, o que minimiza gastos desnecessários consequência de demandas contratadas elevadas ou de multas por ultrapassagem.

Todas essas informações são baseadas no perfil de consumo da Universidade, em um período inicial de 4 anos, podendo ser contempladas atualizações periódicas, a fim de que seja mantida a veracidade das conclusões.

## ÍNDICE:

<b>1</b>	<b><u>INTRODUÇÃO</u></b> .....	<b>1</b>
1.1	<u>A UFRJ E O ASPECTO ENERGÉTICO</u> .....	1
1.2	<u>OBJETIVO E MOTIVAÇÃO PARA O PROJETO</u> .....	1
1.3	<u>METODOLOGIA DE TRABALHO</u> .....	1
1.3.1	<u>Análise do histórico de contas de energia elétrica</u> .....	1
1.3.2	<u>Análise Tarifária</u> .....	1
1.3.3	<u>Apresentação de Conceitos Técnicos</u> .....	1
1.3.4	<u>Apresentação de Conceitos Institucionais</u> .....	1
1.3.5	<u>Elaboração da Ferramenta Computacional</u> .....	1
<b>2</b>	<b><u>CONCEITOS DE ESTRUTURA TARIFÁRIA</u></b> .....	<b>1</b>
2.1	<u>SAZONALIDADE:</u> .....	1
2.1.1	<u>Horários do dia:</u> .....	1
2.1.2	<u>Período do ano:</u> .....	1
2.2	<u>CLASSES E SUBCLASSES DE CONSUMO</u> .....	1
2.3	<u>NÍVEL DE TENSÃO</u> .....	1
2.3.1	<u>Tarifas do Grupo A</u> .....	1
2.3.2	<u>Tarifas do Grupo B</u> .....	1
<b>3</b>	<b><u>INDICADORES DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA</u></b> .....	<b>1</b>
3.1	<u>INDICADORES GENÉRICOS:</u> .....	1
3.1.1	<u>Fator de carga</u> .....	1
3.1.2	<u>Fator de Potência</u> .....	1
3.2	<u>INDICADORES PARA ANÁLISES DE INSTALAÇÕES DE ENSINO</u> .....	1
<b>4</b>	<b><u>CONCEITOS INSTITUCIONAIS</u></b> .....	<b>1</b>
4.1	<u>ANEEL</u> .....	1
4.2	<u>LIGHT</u> .....	1
4.2.1	<u>Entendendo a Fatura de Energia</u> .....	1
4.3	<u>PRÓ-REITORIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO (PR-3)</u> .....	1
<b>5</b>	<b><u>ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA</u></b> .....	<b>1</b>
5.1	<u>DESCRIÇÃO</u> .....	1
5.2	<u>TECNOLOGIA</u> .....	1
5.3	<u>FUNCIONAMENTO</u> .....	1
5.4	<u>MELHORIAS</u> .....	1
<b>6</b>	<b><u>ESTUDO DE CASO – A UFRJ</u></b> .....	<b>1</b>
6.1	<u>PERFIL DE CONSUMO</u> .....	1
	<u>GRUPO 1 - BAIXA TENSÃO:</u> .....	1
	<u>GRUPO 2 - CONVENCIONAL:</u> .....	1
	<u>GRUPO 3 – HORO-SAZONAL VERDE:</u> .....	1
6.2	<u>POTENCIAIS MELHORIAS</u> .....	1
<b>7</b>	<b><u>CONCLUSÃO</u></b> .....	<b>1</b>
<b>8</b>	<b><u>ANEXOS</u></b> .....	<b>1</b>
8.1	<u>ANEXO A</u> .....	1

## **9 BIBLIOGRAFIA ..... 1**

### **1 Introdução**

#### **1.1 A UFRJ e o aspecto energético**

A Universidade Federal do Rio de Janeiro fundada em 1920 pelo então Presidente Epitácio Pessoa e hoje é uma das maiores Universidades do país.

Sua grandiosidade é traduzida atualmente pelo seu corpo docente de 2.954 professores, corpo discente constituído de 36.174 estudantes de graduação e 7.500 de pós-graduação e pelo seu quadro de 8.318 funcionários técnico-administrativos, em dados de 2004/2005.

Em termos energéticos, a UFRJ tem um gasto mensal equivalente a uma região urbana de 40 mil habitantes. Estudar o comportamento do consumo de energia dessa verdadeira cidade, propor mudanças estratégicas para o melhor aproveitamento dessa energia, bem como, baseado no perfil de consumo e de demanda, otimizar o contrato com a concessionária de energia LIGHT - Serviços de Eletricidade S.A. é o objetivo deste trabalho. Dessa forma, os responsáveis pelo desenvolvimento de planos e projetos, pela operação e manutenção de todo o sistema elétrico da Universidade poderão contar com uma ferramenta útil para a elaboração de estratégias para adotar ações concretas para a otimização do seu consumo e de sua demanda de energia elétrica.

Serão analisadas as contas de energia elétrica dos últimos quatro anos, até dezembro de 2005, o que dará subsídio para se traçar um perfil de consumo. A partir desse perfil serão obtidos dados para a escolha da melhor opção contratual de tarifa, segundo critérios pré-estabelecidos. Da análise e do estudo realizados e baseando-se no modelo de como é precificada a prestação de serviço de concessão de energia elétrica entre a LIGHT e a Universidade, será elaborada uma ferramenta computacional, de fácil utilização, a fim de otimizar essa contratação, o que deverá produzir uma redução do valor final da conta de energia elétrica.

Uma vez finalizada, a ferramenta poderá ser atualizada com as contas de energia elétrica mais recentes, o que permitirá o conhecimento fiel do perfil de consumo e de demanda, e conferirá a este trabalho uma característica de utilidade permanente.

Outras conformações de perfil poderão ser simuladas para serem estudados os benefícios econômicos que podem ser obtidos através de uma mudança de hábito de consumo dos usuários. Assim, por exemplo, poder-se-á analisar as conseqüências de consumo de

energia derivadas da implantação de cursos noturnos na Ilha do Fundão, antes mesmo de ser oferecido tal turno à comunidade acadêmica, como está disposto na Proposta de Plano Quinquenal de Desenvolvimento Institucional – UFRJ (2005-2010), meta B, página 58.

## **1.2 Objetivo e motivação para o Projeto**

A escolha desse projeto foi fomentada pela participação no *Projeto de Racionalização de Energia da UFRJ* e pela particular preocupação em se elaborar um projeto que realmente pudesse contribuir, mesmo que com uma pequena parcela, para a diminuição do custeio da UFRJ. No referido projeto, se buscou fazer um levantamento da situação energética do campus da Ilha do Fundão para que, uma vez apontadas as maiores deficiências e desperdícios de energia, se pudessem alocar os investimentos destinados pela própria LIGHT. Tais recursos são garantidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL – que através da resolução 492/2002 estabelece que as concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica devem aplicar, no mínimo, 0,25 % do seu faturamento anual em programas para incremento da eficiência energética no uso final da energia elétrica.

Dados da mesma ANEEL revelam que, desde 1998, já foi aplicado pelas 64 concessionárias cerca de R\$ 1 bilhão em projetos de eficiência energética, atingindo uma economia de 1.860 GWh, o que equivaleria a uma usina de geração anual de 400MW, cujo custo de construção seria de aproximadamente R\$ 2,7 bilhões. Tais números indicam o quanto é favorável, do ponto de vista de viabilidade econômica, a relação entre investimento em eficiência energética versus investimentos em novas unidades geradoras.

A preocupação com investimento em eficiência energética tem especial importância quando se toma conhecimento da situação orçamentária da UFRJ. No ano de 2007 foram repassados pelo Governo Federal em torno de 90 milhões de reais que são somados a outras receitas, totalizando um montante médio anual 115 de R\$ milhões. Os gastos com energia elétrica previstos para 2007 são de 27 milhões de reais, comprometendo uma grande parcela do orçamento da UFRJ.

Através de uma simples análise, conclui-se que o repasse de verba advinda do Governo Federal, que deveria garantir o bom funcionamento de todo o complexo universitário, assim como para novos investimentos em melhorias para seus alunos, professores e funcionários, é insuficiente. Facilmente se percebe as fragilidades orçamentárias

da Universidade, que não é objetivo deste trabalho discutir, e sim destacar a importância da racionalização do consumo de energia elétrica.

Como consequência do acima exposto, a redução dos custos de energia elétrica tornou-se uma das prioridades da Reitoria da Universidade. Dessa maneira, é de suma importância que seja traçada uma política de planejamento energético dos campi universitários, que abranja questões como racionamento, otimização, gerenciamento de energia, investimentos em equipamentos eficientes, geração própria de energia e sobretudo, uma política de conscientização junto à comunidade, que é a grande parceira para reduzir os gastos com energia elétrica na Universidade. É, portanto, extremamente interessante e produtivo o engajamento em projetos que contemplem a eficiência energética, principalmente, junto aos professores e alunos da Engenharia Elétrica, com ênfase em Eletrotécnica.

Nessa linha de pensamento, surgiu o *Projeto de Racionalização de Energia Elétrica da UFRJ*, que terá com este Projeto Final de Graduação uma ferramenta que se espera ser útil e de fácil entendimento e aplicação.

### **1.3 Metodologia de Trabalho**

Este Projeto foi realizado segundo metodologia discutida e elaborada pelo grupo e seus orientadores. Para alcançar o objetivo de traçar o perfil de consumo da UFRJ, propor mudanças para o melhor aproveitamento da energia consumida e, em consequência, a sua otimização com referência aos valores contratuais, dividiu-se o trabalho nas seguintes partes:

#### **1.3.1 Análise do histórico de contas de energia elétrica**

Esse estudo permitiu que se traçasse um perfil de cada uma das unidades consumidoras que compõem o campi universitários e, conseqüentemente, um perfil de consumo da UFRJ como um todo. Variáveis como demanda medida, demanda reativa, consumo de energia, foram analisadas, gerando gráficos e curvas de demanda ao longo dos quatro anos considerados, de janeiro de 2002 a dezembro de 2005. A compilação desses dados foi o passo inicial deste Projeto, sendo de importância fundamental durante o seu prosseguimento e para sua posterior conclusão e apresentação de resultados.

### **1.3.2 Análise Tarifária**

Foram estudados os conceitos comerciais envolvidos no mercado brasileiro de energia entre concessionárias e clientes, as definições dos tipos de tarifas existentes e suas respectivas fórmulas, as classificações de sazonalidade e suas influências no perfil de consumo e na tarifação da conta, e o modelo de precificação utilizado pela LIGHT para cada tipo de contratação de serviço de fornecimento. As alternativas tarifárias, juntamente com a análise das contas de energia elétrica, deram subsídios para a elaboração da ferramenta computacional de otimização contratual.

### **1.3.3 Apresentação de Conceitos Técnicos**

A análise prévia tarifária foi complementada com a conceituação de termos técnicos, como as variáveis envolvidas na tarifação da conta. Para citar algumas, são variáveis de influência na tarifação da conta de energia elétrica: demanda média e demanda máxima que afetam o fator de carga o qual será definido mais adiante; demanda contratada; tarifa de demanda; demanda de ultrapassagem; energia ativa; energia reativa; fator de potência e outras que serão explicitadas no decorrer deste trabalho.

### **1.3.4 Apresentação de Conceitos Institucionais**

Conhecer os termos técnicos que vão servir de base para a formulação de uma ferramenta de otimização é importante para se entender os aspectos técnicos da tarifação. Para embasar o trabalho com aspectos mais generalistas e globais, referentes ao mercado energético brasileiro, foi feita uma apresentação dos atores envolvidos neste sistema, como a ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, o Ministério das Minas e Energia e a LIGHT - Serviços de Eletricidade S.A. e a própria Universidade Federal do Rio de Janeiro, com sua Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento (PR-3).

### **1.3.5 Elaboração da Ferramenta Computacional**

A ferramenta computacional será elaborada em Excel e Access. A escolha desses softwares se deu tendo em vista o conhecimento prévio dos alunos envolvidos, a necessidade

tecnológica demandada para atingir seus objetivos e a facilidade de utilização por parte dos usuários finais.

Sua utilização ajudará na tomada de decisão, tendo como foco principal a minimização dos gastos com energia, empregando-se o gerenciamento e controle do consumo e a otimização dos contratos.

A entrada de dados é obtida da conta de energia elétrica da Concessionária, sendo que um período mínimo de quatro anos será estudado. Os dados deste período serão tratados de maneira a gerarem projeções que balizarão a saída de dados, ou seja, conclusões do sistema.

O funcionamento da ferramenta deverá ser explicitado em Anexo, na forma de um sucinto manual. A atualização poderá ser feita constantemente de forma a manter a acurácia necessária. Um coeficiente para consideração da expansão natural da demanda da universidade também será considerado.

## **2 Conceitos de Estrutura Tarifária**

As contas de energia elétrica expedidas pela concessionária fornecem informações importantes sobre o uso de energia elétrica da instalação.

Define-se estrutura tarifária como sendo o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de Consumo de Energia elétrica e/ou Demanda de Potência, de acordo com a modalidade de fornecimento.

Dessa forma, é importante definir:

- Demanda de Potência: é medida em quilowatt (kW) e corresponde à média da potência elétrica solicitada pelo consumidor à empresa distribuidora, durante um intervalo de tempo especificado.

- Consumo de Energia: é medido em quilowatt-hora (kWh), quantidade de energia utilizada para alimentar uma carga com potência de 1 quilowatt (kW) pelo período de uma hora.

As tarifas de Demanda de Potência são fixadas em reais por quilowatt (R\$/kW) e as tarifas de consumo de energia elétrica são fixadas em reais por quilowatt-hora (R\$/kWh).

Existem diferentes formas de tarifação, dependendo de alguns critérios relacionados ao cliente consumidor. São eles:



- Nível de tensão;
- Classes e sub-classes de consumo;
- Sazonalidade diária e anual.

## **2.1 Sazonalidade:**

As tarifas são, excetuando o caso de tarifa Convencional (que será visto no item 2.3.1.1), segmentadas segundo o período em que a energia é consumida. Existem duas diferenciações: diária, obedecendo às variações decorridas durante as vinte e quatro horas do dia, e anual, obedecendo às diferenças climáticas entre os meses do ano.

Segundo a ANEEL, em sua Resolução nº 456, a segmentação dos chamados postos tarifários é feita da seguinte forma:

### **2.1.1 Horários do dia:**

- Horário de ponta (P): Período definido pela concessionária e composto por 3 (três) horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos e feriados definidos por lei federal, considerando as características do sistema elétrico;
- Horário fora de ponta (F): Período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta.

### **2.1.2 Período do ano:**

- Período seco (S): 7 (sete) meses consecutivos, de maio a novembro, inclusive;
- Período úmido (U): 5 (cinco) meses consecutivos, de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.

Maiores detalhes sobre estes postos tarifários são dados no item 2.3.1.2 deste trabalho.

## **2.2 Classes e subclasses de consumo**

Para efeito de aplicação das tarifas de energia elétrica, os consumidores são identificados por classes e subclasses de consumo. São elas:

- Residencial;

- Industrial;
- Comercial, Serviços e Outras Atividades;
- Rural;
- Poder Público;
- Iluminação Pública;
- Serviço Público
- Consumo Próprio.

A UFRJ se enquadra na classe de Poder Público na qual se enquadram as atividades dos Poderes Públicos: Federal, Estadual ou Distrital e Municipal.

## **2.3 Nível de Tensão**

No Brasil, segundo a ANEEL, em seu caderno temático de abril de 2005, as tarifas de energia elétrica estão estruturadas em dois grandes grupos de consumidores: “Grupo A” e “Grupo B”, segundo seus níveis de tensão.

### **2.3.1 Tarifas do Grupo A**

As tarifas do “Grupo A” são para consumidores com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou, ainda, atendidas em tensão inferior a 2,3 kV a partir de sistema subterrâneo de distribuição e faturadas neste Grupo nos termos definidos no art. 82, da resolução nº 456, caracterizado pela estruturação tarifária binômia e subdividido nos seguintes subgrupos:

- Subgrupo A1 - tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- Subgrupo A2 - tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- Subgrupo A3 - tensão de fornecimento de 69 kV;
- Subgrupo A3a - tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- Subgrupo A4 - tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV;
- Subgrupo AS - tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição e faturadas neste Grupo em caráter opcional.

As tarifas do “Grupo A” são construídas em três modalidades de fornecimento:

- Convencional;
- Horo-sazonal azul;
- Horo-sazonal verde.

#### **2.3.1.1 Estrutura Tarifária Convencional**

A estrutura tarifária convencional é caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano.

O consumidor atendido em alta tensão pode também optar pela estrutura tarifária convencional, se atendido em tensão de fornecimento abaixo de 69 KV, sempre que tiver contratado uma demanda inferior a 500 KW.

#### **2.3.1.2 Estrutura Tarifária Horo-Sazonal**

A estrutura tarifária horo-sazonal é caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. O objetivo dessa estrutura tarifária é racionalizar o consumo de energia elétrica ao longo do dia e do ano, motivando o consumidor, pelo valor diferenciado das tarifas, a consumir mais energia elétrica nos horários do dia e nos períodos do ano em que ela for mais barata.

Para as horas do dia são estabelecidos dois períodos, denominados postos tarifários que foram exemplificados no item 2.1.1 deste trabalho: o posto tarifário “ponta” e o posto tarifário “fora da ponta”. As tarifas no horário de “ponta” são mais elevadas do que no horário “fora de ponta”.

Já para o ano, são estabelecidos dois períodos: “período seco”, quando a incidência de chuvas é menor, e “período úmido” quando é maior o volume de chuvas. As tarifas no período seco são mais altas, refletindo o maior custo de produção de energia elétrica devido à menor quantidade de água nos reservatórios das usinas hidrelétricas, provocando a eventual necessidade de complementação da carga por geração térmica, que é mais cara. Os meses correspondentes a cada período também já foram exemplificados no item 2.1.1 deste trabalho.

A tarifa horo-sazonal é dividida em duas formas de precificação distintas: Azul e Verde.

### ***2.3.1.2.1 Tarifa Horo-Sazonal Azul***

A tarifa horo-sazonal azul é a modalidade de fornecimento estruturada para a aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia.

É aplicável obrigatoriamente às unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado, e com tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV. A tarifa horo-sazonal azul tem a seguinte estrutura:

Demanda de potência (R\$/kW):

- Um valor para o horário de ponta (P);
- Um valor para o horário fora de ponta (FP).

Consumo de energia (R\$/MWh):

- Um valor para o horário de ponta em período úmido (PU);
- Um valor para o horário fora de ponta em período úmido (FPU);
- Um valor para o horário de ponta em período seco (PS);
- Um valor para o horário fora de ponta em período seco (FPS).

Esse tipo de tarifa não é contemplado por nenhuma unidade consumidora desta Universidade, devido ao seu perfil de consumo, no contrato vigente com a LIGHT. No entanto, optou-se por apresentá-la apenas por conhecimento geral deste tema ou por causa de possíveis alterações futuras no contrato de concessão de energia.

### ***2.3.1.2.2 Tarifa Horo-Sazonal Verde***

A tarifa horo-sazonal verde é a modalidade de fornecimento estruturada para a aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano.

A tarifa horo-sazonal verde se aplica às unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado com tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada igual ou superior a 500 kW, com opção do consumidor pela modalidade azul ou verde. A tarifa horo-sazonal verde tem a seguinte estrutura:

Demanda de potência (R\$/kW):

- Um valor único para o período úmido e outro para o período seco.

Consumo de energia (R\$/MWh):

- Um valor para o horário de ponta em período úmido (PU);
- Um valor para o horário fora de ponta em período úmido (FPU);
- Um valor para o horário de ponta em período seco (PS);
- Um valor para o horário fora de ponta em período seco (FPS).

### **2.3.2 Tarifas do Grupo B**

As tarifas do “Grupo B” se destinam às unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, ou, ainda atendidas em tensão superior a 2,3 kV e faturadas neste Grupo nos termos definidos nos artigos 79 a 81, da resolução nº 456 caracterizado pela estruturação tarifária monômnia e subdividido nos seguintes subgrupos:

- Subgrupo B1 - residencial;
- Subgrupo B1 - residencial baixa renda;
- Subgrupo B2 - rural;
- Subgrupo B2 - cooperativa de eletrificação rural;
- Subgrupo B2 - serviço público de irrigação;
- Subgrupo B3 - demais classes;
- Subgrupo B4 - iluminação pública.

As tarifas do “grupo B” são estabelecidas somente para o componente de consumo de energia, em reais por megawatt-hora, considerando que o custo da demanda de potência está incorporado ao custo do fornecimento de energia em megawatt-hora.

A UFRJ, por sua diversidade em seus campi e dentro de um mesmo campus, é classificada de mais de uma maneira no quesito nível de tensão. Dessa forma, existem consumidores tarifados segundo baixa tensão e alta tensão, com tarifa convencional e horossazonal verde.

Essa variação de comportamentos e padrões de consumo torna a elaboração deste estudo mais complexa e ao mesmo tempo lhe confere maior nível de relevância.

Um estudo elaborado pela aluna de estatística da UFRJ e estagiária da Decania do CT do setor de planejamento energético, Nícia Custódio Hansen, indica que seria financeiramente mais viável, a mudança da estrutura tarifária convencional de algumas Unidades para a estrutura tarifária horo-sazonal verde, obedecendo-se logicamente a legislação definida e outorgada pela ANEEL. Essa questão será abordada mais à frente, no item 6.1, sobre o perfil de consumo das UFRJ.

### **3 Indicadores do Uso de Energia Elétrica**

Os indicadores do uso de energia elétrica constituem uma importante ferramenta para a realização de diagnósticos energéticos. Através de informações obtidas na fase de levantamento de dados, é possível determinar um conjunto de indicadores que retratam o perfil de consumo da instalação sob análise.

Esses indicadores, quando aplicados a diagnósticos energéticos, permitem um macro estudo das características de consumo da instalação, possibilitando a determinação do potencial de conservação de energia elétrica através de comparações com valores típicos obtidos para instalações com características semelhantes.

Os indicadores sugeridos para a realização de diagnósticos energéticos podem ser divididos em duas categorias: indicadores genéricos, aplicados a qualquer instalação, e indicadores para análise de instalações de ensino, ou seja:

#### **3.1 Indicadores genéricos:**

##### **3.1.1 Fator de carga**

O fator de carga (FC) é uma relação entre a demanda média e a demanda máxima de potência, ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado. Expressa o grau de utilização da demanda máxima de potência. Pode variar de zero a um.

Uma maneira de verificar se a energia elétrica está sendo bem utilizada é avaliar, para cada mês, qual foi o fator de carga (FC) da instalação. Um fator de carga elevado, próximo a um (1) indica que as cargas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo. Por outro lado, um fator de carga baixo indica que houve concentração de consumo de energia elétrica em um curto período de tempo, determinando uma demanda máxima elevada.

O fator de carga é obtido por meio de cálculo não expresso diretamente na fatura, dependendo da concessionária. Quanto mais alto for esse parâmetro elétrico, mais baixo será o preço médio da energia. Uma vez que o custo de energia elétrica decresce em relação ao crescimento do FC, isto significa que um aumento no fator de carga significa uma redução de custo de energia.

Informações mais aprofundadas sobre fator de carga podem ser verificadas na referência bibliográfica [1] deste trabalho.

### **3.1.2 Fator de Potência**

É a razão entre a potência ativa e a potência aparente. Sistemas elétricos operando com excesso de potência reativa têm maior corrente aparente e, portanto, sobrecarga do sistema elétrico. Nesse caso, é possível um melhor aproveitamento do sistema elétrico com a redução da potência reativa, que aumentará o fator de potência, possibilitando um aumento de potência ativa sem a ampliação de sua capacidade instalada. A cobrança do reativo excedente é um adicional aplicado pela concessionária, justificado pelo fato de que precisa manter o seu sistema elétrico com um dimensionamento maior do que o realmente necessário.

O seu estudo é importante, pois ao fator de potência estão relacionados os custos de energia e qualidade do sistema.

Informações mais aprofundadas sobre fator de potência podem também verificadas na referência bibliográfica [1] deste trabalho.

## **3.2 Indicadores para análises de instalações de ensino**

Esses indicadores têm especial importância quando se pensa em simulação de futuras ampliações da carga instalada em consequência da criação de novos cursos, laboratórios ou cursos noturnos.

Para que a ferramenta possa apoiar a decisão do gestor neste momento prevendo-se as alterações de consumo e demanda, foi elaborada uma tabela baseada no perfil de consumo de 2002 a 2005, que servirá de base para os cálculos.

Considerando os seguintes dados:

Média do Consumo anual (kWh)	57.668.302,50
------------------------------	---------------

Número de alunos (graduação)	36.174
Número de professores	2954
Quantidade de laboratórios	134

Tem-se:

Consumo mensal por aluno equivalente (kWh)	132,85
Consumo mensal por docente equivalente (kWh)	1626,84

Esses dados serão utilizados para a elaboração de simulações de aumento de carga instalada, no caso de criação de cursos noturnos. Dessa forma, o impacto dessas possíveis alterações na demanda de energia poderá ser analisado previamente, podendo auxiliar no planejamento energético da UFRJ.

## 4 Conceitos Institucionais

Para tornar este trabalho mais completo, não focando apenas em conceitos técnicos, é relevante citar algumas empresas e instituições que fazem parte do contexto energético brasileiro e que influenciam nas questões aqui aprofundadas.

Serão apresentados dois atores relevantes neste estudo. O primeiro é a agência que responde por todas as questões relacionadas à regulação e fiscalização do setor elétrico brasileiro: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. O segundo ator é a LIGHT S.A., empresa responsável pelo fornecimento de energia desta Universidade, que atende também diversas regiões do Estado do Rio de Janeiro.

### 4.1 ANEEL

A Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do Governo Federal. Sua missão é proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade.

Desse modo, suas atribuições são estabelecidas em Lei 9.427 de 26 de dezembro de 1996: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica, atendendo reclamações de agentes e consumidores com equilíbrio entre as



partes e em benefício da sociedade; mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia; garantir tarifas justas; zelar pela qualidade do serviço; exigir investimentos; estimular a competição entre os operadores e assegurar a universalização dos serviços.

Em uma de suas resoluções, como citado no item 1.2 deste trabalho, a ANEEL obriga as concessionárias a investirem em eficiência energética, como diz o texto de sua resolução:

*“... Existe a obrigatoriedade de aplicação de recursos, pelas concessionárias ou permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica, em programas de eficiência energética, os quais devem ser aplicados de acordo com os regulamentos estabelecidos pela ANEEL ...”*

Em sua Resolução nº 456, a ANEEL estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica. São consolidadas definições técnicas, formas de fornecimento de energia, ponto de entrega da energia, classificação das unidades consumidoras, cláusulas contratuais obrigatórias e finalmente formas de contratação e faturamento. Por sua abrangência, importância e alinhamento com as questões discutidas neste trabalho, esta resolução foi amplamente utilizada.

## **4.2 LIGHT**

A LIGHT é uma empresa com atividade predominante no setor de distribuição de energia. Sua área de concessão abrange 31 municípios do Estado do Rio de Janeiro, incluindo a capital.

Segundo seu sítio na internet, a empresa tem 3,4 milhões de clientes, tendo sido privatizada em maio de 1996. Atualmente a empresa produz em suas usinas cerca de 18% do total da energia que distribui. O restante vem de Furnas e Itaipu.

Sendo a concessionária responsável pelo fornecimento da UFRJ, a sua importância dentro da “questão energética” da Universidade é grande. Por esta empresa são fornecidos todos os dados nos quais a Ferramenta se baseia, fornecendo subsídios nos quais este trabalho se fundamenta.

### **4.2.1 Entendendo a Fatura de Energia**

A fatura expedida mensalmente tem a seguinte estrutura para consumidores de alta tensão:

Light		Nota Fiscal - Série 3		D663.3A2B.4E8C.F166.6C17.BED0.8AA2.FE46		Reservado ao Fisco		N° da Nota Fiscal		Ref: Mês/Ano																			
Light Serviços de Eletricidade S.A.		Conta de Energia Elétrica						0000		MAR/2006																			
Código Agrupamento		Nome Agrupamento						Emissão		Apresentação																			
70000000000		PREFEITURA DA CIDADE DE AAAA FELIZ						Dia 03		Mês 04																			
Identificação do Cliente		CNPJ		Inscrição Estadual		U.F.		Dia 05		Mês 04																			
EDIFÍCIO SEDE		00.000.000/0000-00				RJ																							
Endereço de Entrega		Bairro		Município		CEP																							
RUA MMM SILVA, 395		CENTRO		RIO DE JANEIRO		00000-000																							
ICMS Base de Cálculo		Aliquota		Valor ICMS (R\$)		Vencimento		Total da Nota (R\$)		Tributos Retidos (R\$)																			
27.764,40		30%		8.329,33		24/04/2006		27.764,40		1.624,21																			
										Total a Pagar (R\$)																			
										26.140,19																			
N° Instalação		Unidade de Leitura		Classe		Subgrupo		CF		Tipo de Fornecimento		Data Leit. Ant.		Data Leit. Atual		Descrição		CFOP		Quantidade		Valor Unitário (R\$)		Valor (R\$)					
400000000		M08 510 06		PODER PÚBLICO FEDERAL		A4		02		A4-Convencional		10/02/2006		13/03/2006		RETENÇÃO NA FONTE - COPINS								-832,93					
Seg. Demanda - kW		Constante		Medida		Últimos 11 meses		Contratada		DMCR		Leitura		Constante		Medida		Fator de Potência											
CNV 388,0		0,2880		111,7				55,0		1.590,0				0,0720		114,5										-150,47			
Seg. Consumo - kWh		Leitura Anterior		Constante		Consumo Medido		UFER		Leitura Atual		Leitura Anterior		Constante		Medido		kvarh/kQ											
CNV 119.767		111.490		7,2000		7,335		6,777		7,2000		4,018		63,736		58,393		7,2000		38,470						-277,64			
F. P. Geral		P. T.		E.C		Registador/Medidor - Tipo e Número		Irregularidade - Código e Descrição																					
				120865		SPTR-1 1577577		000		LEITURA NORMAL																			
Mensagens																													
DATA PREVISTA PARA PRÓXIMA LEITURA - 24/04/2006																													
Esta fatura contém R\$ 1821,34 referentes a PIS e CONFINS em decorrência das Leis 10.637/02 e 10.833 e Res.ANEEL 241/05.																													
																										BASE ICMS 30%		27.764,40	
																										VLR ICMS INCLUIDO NA CONTA		8.329,33	
Nome do Conjunto a que Pertence a Unidade Consumidora		CENTRO		Indicadores de Continuidade de Fornecimento de Energia - Janeiro/2006		APURADA		META		TENSÃO CONTRATUAL (V)		Disponível:		Limites Adequados:															
O Cliente tem direito de solicitar à Light a apuração dos índices de qualidade do seu fornecimento de energia.				DURAÇÃO DE INTERRUPÇÃO INDIVIDUAL (DICI)		0,00		16,00		13,800		Máxima:		14,490															
				FREQÜÊNCIA DE INTERRUPÇÃO INDIVIDUAL (FICI)		0,00		12,00				Mínimo:		12,934															
				DURAÇÃO MÁXIMA DE INTERRUPÇÃO CONTÍNUA (DMIC)		0,00		8,00																					
				DURAÇÃO EQUIVALENTE DE INTERRUPÇÃO (DECI)		0,00																							
				FREQÜÊNCIA EQUIVALENTE DE INTERRUPÇÃO (FECE)		0,00																							

Desta fatura, são extraídos os dados necessários que formam o conjunto de entradas da Ferramenta das Unidades de Alta Tensão, como a classe, subgrupo e tipo de fornecimento da Unidade consumidora, além do período da leitura. Abaixo descrevemos as outras informações mais relevantes:

- Demanda medida (kW);
- Demanda Contratada (kW);
- Demanda reativa excedente (DMCR);
- Consumo (kWh);
- Consumo de energia reativa excedente (UFER);
- Consumo de energia reativa (kvarh).

Já a fatura expedida mensalmente para consumidores de baixa tensão tem a seguinte estrutura:

		<b>Nota Fiscal - Série 3</b>			<b>1870.C475.AD1F.9849.F168.2723.48E1.0C73</b>			Reservado ao Fisco		Nº da Nota Fiscal		Ref: Mês/Ano															
Light Serviços de Eletricidade S.A.		Conta de Energia Elétrica								0000000		MAR/2006															
Regime Especial - Proc. E 04/161.686/02 DEF-03		Av. Marechal Floriano, 168 - RJ - CNPJ 00.444.437/0001-46 Insc. Est. 81380.023																									
Código Agrupamento		Nome Agrupamento								Emissão		Apresentação															
70000000000		PREFEITURA DA CIDADE DE AAAA FELIZ								Dia 03   Mês 04		Dia 05   Mês 04															
Identificação do Cliente		CNPJ			Inscrição Estadual			U.F.		RJ																	
EDIFÍCIO SEDE		000.000.000/0000-00																									
Endereço de Entrega		Bairro			Município			CEP		00000-000																	
RUA MMM SILVA, 395		CENTRO(RJ)			RIO DE JANEIRO																						
ICMS		Vencimento			Total da Nota (R\$)			Tributos Retidos (R\$)		Total a Pagar (R\$)																	
Base de Cálculo		24/04/2006			1.399,80			81,69-		1.317,91																	
Aliquota		Valor ICMS (R\$)																									
30 %		419,94																									
Nº Instalação		Unidade de Leitura		Data Leit. Ant.		Data Leit. Atual		Medidor		Número		Letra Anterior		Letra Atual		Consumo - kWh		Descrição		CFOP		Quantidade		Valor Unitário (R\$)		Valor (R\$)	
4000000000		B17 510 03		20/02/2006		24/03/2006		AM-3X		0000005		4.842		5.125		10,00		2.830									
Fator de Potência		Subgrupo		CF		Classe		Irregularidade - Código e Descrição																			
		B3		05		PODER PÚBLICO FEDERAL		000		LEITURA NORMAL																	
Mensagens		DATA PREVISTA PARA PRÓXIMA LEITURA - 24/04/2006																									
Demonstrativo valores faturamento - Resolução 166 10/10/2005																											
Energia		447,92																									
Transmissão		30,99																									
Distribuição		293,14																									
Encargos		97,05																									
Tributos		530,69																									
Total		1.399,80																									
Esta fatura contém R\$91.83 referentes a PIS e CONFINS em decorrência das Leis 10.637/02 e RES. ANEEL 241/05.		BASE ICMS 30% VLR ICMS INCLUIDO NA CCNTA 419,94																									
Nome do Conjunto a que Pertence a Unidade Consumidora		Indicadores de Continuidade de Fornecimento de Energia - Janeiro/06		APURADA		META		TENSÃO NOMINAL (V)		Disponível:		Limites Adequados:															
CENTRO				DURAÇÃO DE INTERRUPÇÃO INDIVIDUAL (DICI)		0,00		16,00		13,800		Máxima:		14,490													
				FREQÜÊNCIA DE INTERRUPÇÃO INDIVIDUAL (FICI)		0,00		12,00				Mínimo:		12,834													
O Cliente tem direito de solicitar à Light a apuração dos índices de qualidade do seu fornecimento de energia.				DURAÇÃO MÁXIMA DE INTERRUPÇÃO CONTÍNUA (DMICI)		0,00		8,00																			
				DURAÇÃO EQUIVALENTE DE INTERRUPÇÃO (DECI)		0,00																					
				FREQÜÊNCIA EQUIVALENTE DE INTERRUPÇÃO (FECI)		0,00																					

Na fatura de baixa tensão o dado relevante extraído é o consumo (kWh) da Unidade, em determinado período.

### 4.3 Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento (PR-3)

De uma maneira geral, por se tratar de um assunto com conseqüências para toda a Comunidade Acadêmica, a questão da energia na Universidade é tratada pela Reitoria com especial atenção, através de sua Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento (PR-3).

Esta Pró-Reitoria responde:

- pela elaboração de normas e critérios para os planejamentos estratégico, físico, financeiro e orçamentário da Universidade;
- coordenação, acompanhamento e controle das atividades de planejamento de todas as Unidades, Centros, Órgãos e serviços da Universidade;
- proposta de alteração das dotações orçamentárias, abertura de créditos adicionais e criação de fundos;
- proposta de fixação de preços de serviços prestados, taxas e emolumentos;
- elaboração das normas de administração patrimonial;
- administração dos bens do patrimônio; inventário do patrimônio e seu controle permanente;
- alienação e oneração de bens.

Dadas as características da UFRJ de predominância de equipamentos ineficientes, a potencialidade de economia resultante de investimentos em eficiência energética é considerada grande, sendo esta Pró-reitoria interessada direta nesta questão.

## **5 Elaboração da Ferramenta**

A elaboração da ferramenta foi peça chave para o desenvolvimento deste trabalho. As conclusões aqui explicitadas foram traduções das informações por ela geradas.

A sua utilização dá subsídio suficiente para que decisões estratégicas sejam tomadas mesmo com toda a especificidade da UFRJ. Tais peculiaridades acabam influenciando nos rumos do planejamento energético. Por ser uma instituição pública de ensino, com perfil extremamente diverso, algumas mudanças são mais difíceis de serem implantadas do que no caso de uma instituição privada, como uma indústria, por exemplo.

### **5.1 Descrição**

Obter o valor ótimo de demanda contratada em relação à demanda medida é o principal benefício desta ferramenta. A contratação correta deste valor traz conseqüências diretas de redução de fatura.

Para isso, considera-se o perfil de consumo de todas as unidades desta Universidade e faz-se o tratamento dos dados segundo a legislação em vigor, o que gera como resultado o ponto de inflexão, onde o valor ótimo de demanda contratada tem o menor valor monetário a pagar. É importante dizer que essa relação, muitas vezes, mostra que o valor ótimo não é aquele que evita totalmente a ocorrência de multas por excesso de demanda e sim aquele que melhor se aproxima da demanda medida.

Pode-se dizer então que a ferramenta construída é constituída por:

- dados extraídos da fatura de energia, que são os dados de entrada;
- algoritmos internos, que são as fórmulas que calculam os valores monetários;
- campos para simulação;
- seu manual de funcionamento;
- gráficos dinâmicos e relatórios, que constituem os dados de saída.

As entradas (*inputs*) podem ser mensalmente atualizadas e as saídas (*outputs*) melhor visualizadas na forma de gráficos dinâmicos e resumidas na forma de relatórios.

Devido a sua importância no planejamento e gestão estratégica da energia na UFRJ, a ferramenta foi construída para ser utilizada pelo gestor responsável da PR-3.

## **5.2 Tecnologia**

Por visar ser utilizada principalmente pelo gestor responsável pelo planejamento energético da Universidade e pela pessoa responsável por dar as entradas mensalmente das novas informações referentes à fatura de energia elétrica, a ferramenta deveria ser construída prezando pela facilidade de utilização. Por causa disso, optou-se pela utilização de dois softwares amplamente difundidos e conhecidos no mercado: *Excel 2003* e *o Access 2003*, ambos do pacote *Office Microsoft*.

## **5.3 Funcionamento**

A ferramenta em questão é composta por dois arquivos digitais integrados entre si. Sua simplicidade e usabilidade foram pontos considerados importantes à fase de construção. Toda a interface é amigável, com diversos botões de navegação a fim de facilitar ao máximo o uso do sistema, mesmo por pessoas que não têm conhecimento de Excel e Access. O arquivo em Access é o banco de dados da ferramenta e é responsável por:

- armazenar todos os dados existentes;
- apresentar os dados de diferentes formas: formulários, gráficos e relatórios;
- receber novos dados;
- enviar ao Excel as informações necessárias.

Dessa forma, são possíveis a fácil visualização dos dados e sua constante atualização. O manual do arquivo em Access está presente na própria ferramenta e também no Anexo deste trabalho.

O arquivo em Excel recebe as informações de consumo e demanda, por ano, mês e unidade consumidora. Com essas informações, é responsável por:

- apresentar valores em reais de consumo e demanda;

- apresentar valores mínimos de fatura total por unidade consumidora Horo Sazonal-Verde;
- gerar relatório conclusivo a cerca do valor de demanda ótimo a ser contratado.

A cada nova inserção de dados, os arquivos se sincronizam, mantendo os dados sempre atualizados. O manual do arquivo em Excel está presente na própria ferramenta e também no Anexo deste trabalho.

#### **5.4 Melhorias**

Existem melhorias detectadas pelo grupo e pelos orientadores deste projeto que podem ser tema para futuros projetos de final de curso, não só da Engenharia Elétrica, mas como de cursos como Informática, Estatística e Engenharia da Computação.

- Internet: A ferramenta poderia ter o seu acesso facilitado se fosse vinculada na Internet. Ficando hospedada em algum banco de dados da web, poderia ser acessada de qualquer lugar do mundo, desde que tenha a infra-estrutura necessária.

- Gerenciadores de Energia: Para que as entradas de dados da ferramenta não dependessem das informações da concessionária e para que estas entradas pudessem ser aferidas em tempo real, a ferramenta poderia ser construída de forma a ser integrada com o software dos gerenciadores de energia instalados nas subestações da Universidade.

- Gráficos e relatórios: Inclusão de novos gráficos e relatórios de acordo com a necessidade que a utilização da ferramenta possa exigir.

- Gestão da Informação: Para que se possa realmente gerenciar a energia na UFRJ, além de fazer uso de ferramentas de otimização, é necessário um controle eficiente de todo tipo de informação de mudança na carga instalada. Essas mudanças de demanda e consumo poderiam ser consideradas nas projeções e influenciar a contratação de demanda, caso houvesse uma gestão da informação em relação à aquisição de novas máquinas e equipamentos e realização de obras.

### **6 Estudo de caso – A UFRJ**

Os tópicos a seguir terão abordagem estritamente prática e especializada no estudo de caso escolhido. Os conceitos vistos acima serão exemplificados na forma de um cenário real.

A UFRJ atualmente possui 39 unidades. Como já anteriormente citado, devido à diversidade de perfil do consumo entre as essas unidades, existem, atualmente, três grupos de tarifas atualmente vigentes:

- Tarifa de Baixa Tensão, com 15 unidades;
- Tarifa Horo-sazonal Verde, com 15 unidades.
- Tarifa Convencional, com 9 unidades;

### 6.1 Perfil de Consumo

A análise do perfil de consumo foi realizada segundo a segmentação tarifária descrita acima. Dessa forma, os três grupos existentes apresentaram diferentes perfis.

Abaixo são relacionadas todas as Unidades consumidoras, divididas nos seus respectivos grupos, na data em que este trabalho foi realizado.

#### Grupo 1 - Baixa Tensão:

São unidades agrupadas neste perfil:

Nome	Classe	Sub-classe	Nível de tensão
CFCH – Colégio de Aplicação	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
CCS – Maternidade Escola	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
CCS – Escola de Enfermagem Ana Nery	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
CCJE – Faculdade de Direito	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
CCJE – Faculdade de Direito	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
CFCH – Instituto Filosofia Ciências Sociais	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
CFCH – Instituto Filosofia Ciências Sociais	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
CLA – Escola de Música	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
CLA – Escola de Música	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
CCMN – Observatório do Valongo	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
FCC – Casa da Ciência	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Reitoria – Centro Comunitário e Associação	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Escola	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Procuradoria/Gabinete do Reitor	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Casa do Estudante Universitário	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV

### Grupo 2 - Convencional:

São unidades agrupadas neste perfil:

Nome	Classe	Sub-classe	Nível de tensão
Hospital São Francisco de Assis	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CT – Laboratório COPPE	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCJE – COPPEAD	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
Reitoria – Alojamento Estudantil	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCS – Escola Educação Física	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
Reitoria – Zona de Serviços Industriais	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCMN – Polo Xistoquímica	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
FCC – Museu Nacional	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
FCC – Museu Nacional	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV

### Grupo 3 – Horo-sazonal Verde:

São unidades agrupadas neste perfil:

Nome	Classe	Sub-classe	Nível de tensão
Coordenação do Campus da Praia Vermelha	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCMN – Instituto Geociências NCE	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
Reitoria – Prefeitura UFRJ	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCS – Blocos E/I	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCS – Blocos C/G	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCS – Bloco A	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
Reitoria e CLA	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
Centro Tecnologia	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCS – Hospital Universitário	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCS – Blocos B/F	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCS – Blocos D/H	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCS – Blocos J/K	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV



CCS – Bloco L	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CCS – Instituto Puericultura e Pediatria Marta G.	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV
CLA – Faculdade de Letras e Artes	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 e 25 kV

Neste momento, é importante ressaltar a importância de se estudar também a classificação atualmente feita das Unidades supracitadas em seus grupos de tarifas.

A respeito da estrutura tarifária convencional, foi dito acima e vale relembrar que:

*“O consumidor atendido em alta tensão pode optar pela estrutura tarifária convencional, se atendido em tensão de fornecimento abaixo de 69 kV, sempre que tiver contratado uma demanda inferior a 500 kW”.*

A respeito da estrutura tarifária horo-sazonal verde, foi dito acima e vale relembrar que:

*“A tarifa horo-sazonal verde se aplica às unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado com tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada igual ou superior a 500 kW, com opção do consumidor pela modalidade azul ou verde”.*

A partir dessas condições impostas pela legislação e considerando o estudo já citado, realizado pela aluna Nícia, que conclui sobre as vantagens econômicas decorrentes da simples mudança da estrutura tarifária de algumas unidades convencionais, tem-se que algumas unidades poderiam obedecer a esta nova estrutura.

Com isso, alguma redução de fatura poderia ser alcançada somente com um remanejamento de estrutura tarifária.

Tais mudanças são recomendadas por este trabalho, bastando para isso, a formalização de um pedido junto à concessionária. Na verdade, essa recomendação deveria partir da própria concessionária, como estabelece a ANEEL, no artigo nº18, inciso 1º, da resolução nº 456:

*“A concessionária deverá analisar todos os elementos de caracterização da unidade consumidora objetivando a aplicação da tarifa mais vantajosa a que o consumidor tiver direito, em especial quando a finalidade informada for residencial, caso em que a*

*classificação será definida considerando as subclasses Residencial, Residencial Baixa Renda ou Rural Agropecuária Residencial”.*

## **6.2 Potenciais melhorias**

As potenciais melhorias que serão descritas neste tópico são todas por nós consideradas factíveis e viáveis. A vontade política, aliada à necessidade urgente de otimização dessa questão e aos recursos disponíveis para eficiência energética garantidos pela própria legislação, vão ao encontro de uma efetiva ação para o real emprego dessas recomendações.

De uma forma geral, vale ressaltar que sobre os aspectos financeiros, em valores absolutos, as Unidades mais representativas (e, portanto com maior potencial de otimização) devem ser priorizadas, sobretudo, se apresentarem uma relação custo-benefício mais vantajosa.

Dentro deste perfil, destacamos:

- CCS, com média de 3 milhões de reais anuais;
- HU, com média de 2,7 milhões de reais anuais;
- CT, com média de 4 milhões de reais anuais;

Essas três unidades (o CCS é composto por 7 unidades, faturadas separadamente) representam quase a metade do gasto com energia elétrica da UFRJ.

Essa maior demanda de energia, conseqüência de uma quantidade significativamente maior de usuários, salas, laboratórios, máquinas e equipamentos elétricos, faz com que este trabalho dê mais atenção à análise do perfil dessas Unidades. Ressaltamos que todas são Unidades cuja estrutura tarifária é horo-sazonal verde.

Existem algumas recomendações para a otimização energética para este grupo:

- Utilização da Ferramenta de Otimização proposta por este trabalho, com o objetivo de se encontrar o ponto ótimo (ponto de inflexão) entre as demandas medidas e as demandas contratadas, culminando em uma melhor contratação de energia junto à LIGTH;
- Investimentos em automação das subestações, através da compra e instalação de gerenciadores de energia, utilizando recursos garantidos pela resolução 492/2002 da ANEEL. Para isso um projeto deve ser apresentado, mostrando os benefícios gerados;

- Elaboração do “Mapa Energético da Universidade”, identificando as Unidades ou cargas consumidoras consideradas essenciais como o Hospital Universitário, elevadores, máquinas elétricas dos laboratórios de pesquisa, por exemplo, em contraponto com as Unidades ou cargas não essenciais como a Iluminação dos corredores e sistemas de ar condicionado. Este mapeamento em conjunto com os gerenciadores de energia e com base nos dados de demanda contratada versus a demanda medida em tempo real, seriam subsídios para comandos de desligamento automático das cargas não essenciais em períodos de demanda excessiva;

- Investimentos em equipamentos mais eficientes, que consomem menos energia.

- Conscientização dos usuários através de campanhas de divulgação dos problemas causados pelo mau uso da energia. Essa questão é crítica na Universidade, principalmente por desconhecimento das conseqüências do desperdício. Atitudes simples no cotidiano da comunidade acadêmica podem fazer diferença no faturamento da energia.

Essas recomendações são factíveis e fundamentais para a diminuição da verba de custeio da Universidade no tocante à energia.

Para as Unidades cuja estrutura é atualmente convencional, recomenda-se:

- A mudança de estrutura tarifária das Unidades citadas no item 6.1 (Perfil de Consumo);

- Investimento em equipamentos eficientes;

- Investimentos em automação das subestações;

- Conscientização dos usuários.

Já as Unidades de baixa tensão, que são pouco representativas no âmbito da Universidade, devem ser alvo de investimentos voltados às campanhas de conscientização dos usuários.

Vale ressaltar que, de uma forma geral, as recomendações feitas acima podem ser ampliadas a todas as unidades existentes, sendo que neste trabalho, consideramos prioritários os investimentos nas unidades de maior demanda. Os investimentos devem ser submetidos a um estudo específico de viabilidade econômica, que confrontará os custos com a economia gerada.

## 7 Conclusão

Este trabalho faz parte de um projeto maior que visa o completo gerenciamento da energia na Universidade. Sua proposta foi de auxílio à tomada de decisão dos gestores da PR-3, objetivo que acreditamos ter atingido.

A questão da eficiência energética é um tema crítico na UFRJ que poderá ser solucionado através de ações que foram sugeridas neste trabalho e por intermédio de um planejamento estratégico realmente preocupado com a melhoria do perfil de consumo das unidades. Nesta linha de pensamento, é sugestão deste trabalho a criação de um Indicador de Gestão referente ao volume financeiro de investimentos realizados em ações e projetos que visem a eficiência energética. Nenhum indicador é utilizado atualmente para a mensuração dessa questão.

Durante a elaboração do projeto foi possível perceber a importância da visualização dos dados sobre o perfil de consumo da Universidade, seu tratamento e transformação em informações úteis para as ações de planejamento, implantação, acompanhamento e correção.

Foi proveitoso o conhecimento adquirido pelos alunos tanto no aspecto teórico quanto no aspecto prático, ao ver os conceitos técnicos vistos ao longo do curso de graduação sendo traduzidos em um trabalho que auxilia gerir com maior eficiência e eficácia os recursos financeiros, com benefícios às atividades de ensino, pesquisa e extensão da Universidade.

## 8 Anexos

### 8.1 Anexo A

#### **Manual do Access (Banco de Dados.mdb)**

Este manual tem como objetivo explicar o funcionamento da ferramenta elaborada em MS Access.

Não existe uma ordem rígida em relação à navegação.

De uma forma geral, o Banco de dados é formado por:

- Tabelas – armazenam as informações necessárias;
- Formulários - apresentam as informações das tabelas de uma forma amigável para o usuário final;
- Consultas – filtram informações de diferentes tabelas a fim de facilitar o tratamento dos dados;
- Gráficos dinâmicos – apresentam as informações das tabelas de uma forma graficamente dinâmica, ou seja, o usuário pode modificar as variáveis de forma simples e de acordo com seu interesse e necessidade;
- Relatórios – apresentam as informações das tabelas na forma de relatórios gerenciais que podem ser impressos.

Como é possível perceber, todos os dados estão armazenados nas tabelas que foram construídas de acordo com as variáveis existentes. Tais dados foram extraídos das planilhas que transcreveram as faturas de energia da LIGHT.

Dessa forma, erros nas transcrições já realizadas e nas inclusões de novos dados terão consequência direta nos formulários, gráficos e relatórios.

Isso faz com que a inclusão de dados seja um ponto crítico de qualquer banco de dados consistente.

Enfim, para se iniciar o sistema, deve-se:

- abrir o arquivo com dois cliques em: "Banco de Dados.mdb"

Uma vez aberto o arquivo, automaticamente a página principal é mostrada – figura 1:

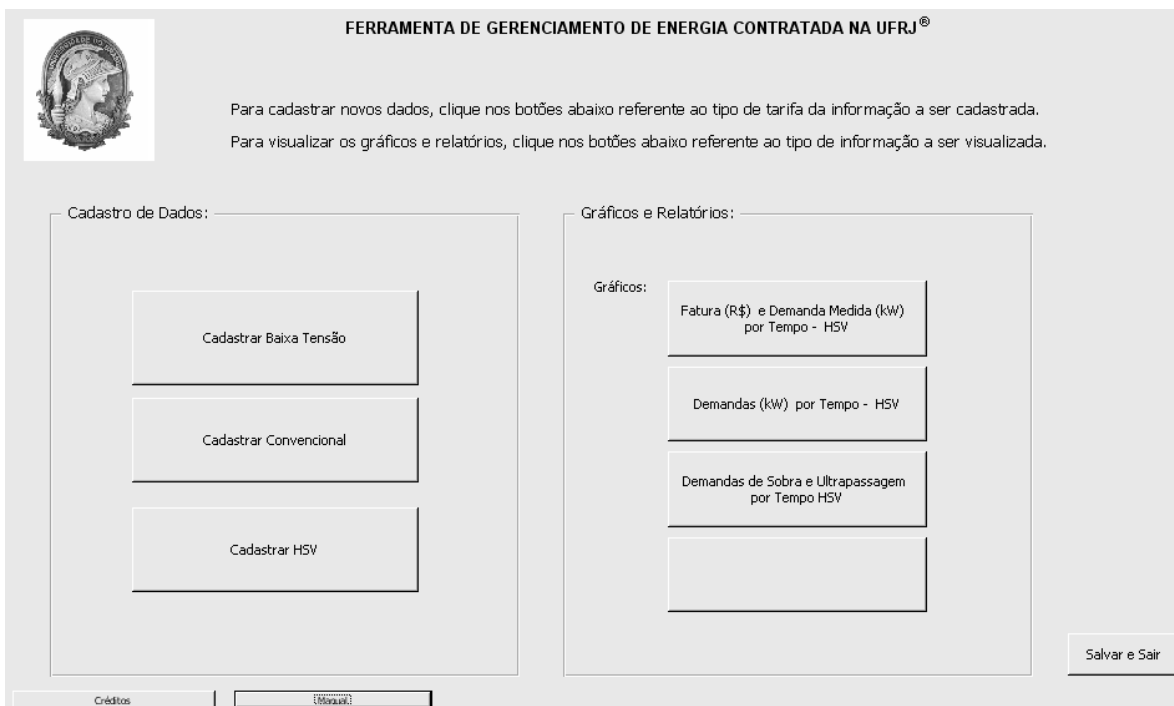


fig.1

Este formulário mostra botões de atalho para:

- 1- Cadastramento de novas dados;
- 2- Visualização de gráficos e relatórios gerais;
- 3- Visualização dos créditos da ferramenta;
- 4- Visualização deste manual;
- 5- Salvar e sair.

Esses cinco botões de atalho na página principal levam o usuário para outros formulários. Abaixo, são explicados cada parte da ferramenta:

#### 1- Cadastramento de novos dados:

Neste formulário, são apresentados todos os dados contidos no bando de dados, separados por tipos de tarifa:

- Baixa Tensão
- Convencional
- Horo Sazonal Verde

Cada tipo de tarifa possui um formulário diferenciado devido às respectivas variáveis.

No entanto algumas características são comuns a todos os formulários como:

- Unidade – os nomes das unidades são dados pelo sistema;
- Ano – os anos são dados pelo sistema;
- Mês – os meses são dados pelo sistema;

- Tipo de Tarifa – campo não editável;
- Botão Cadastrar Novo – prepara o formulário para receber novos dados que serão armazenados no banco;
- Botão Voltar – volta para a página anterior.

A figura 2 mostra o formulário das Unidades de Baixa tensão.

Unidades de Baixa Tensão:

Unidade: CAP      Tipo de Tarifa: Baixa Tensão

Ano: 2002

Mês: Janeiro

---

Consumo: 16320 Kwh

Tarifa: 0,31817341 R\$/Kwh

**Fatura** R\$ 5.192,59

Comandos:

Cadastrar Novo

Voltar

Gráficos:

Consumo x Tempo x Unidade

Registro: 1 de 684

fig.2

Neste formulário ainda é possível a visualização do gráfico de Consumo x Tempo x Unidade. O botão correspondente leva o usuário para o gráfico dinâmico.

## 2- Visualização de gráficos e relatórios gerais:

Os gráficos foram construídos de forma que o usuário possa interagir escolhendo a abrangência dos dados que quer obter. São sempre combináveis entre si as variáveis:

- Unidade consumidora
- Mês
- Ano

É possível, então, elaborar visualizar gráficos diferenciados a qualquer momento, para fazer comparações entre unidades consumidoras, meses do ano e/ou entre anos diferentes. A figura 3 mostra um gráfico dinâmico com

suas variáveis no interior das caixas. Neste caso ainda, existem duas escalas diferentes, uma para cada variável (demanda em kW e fatura em R\$)

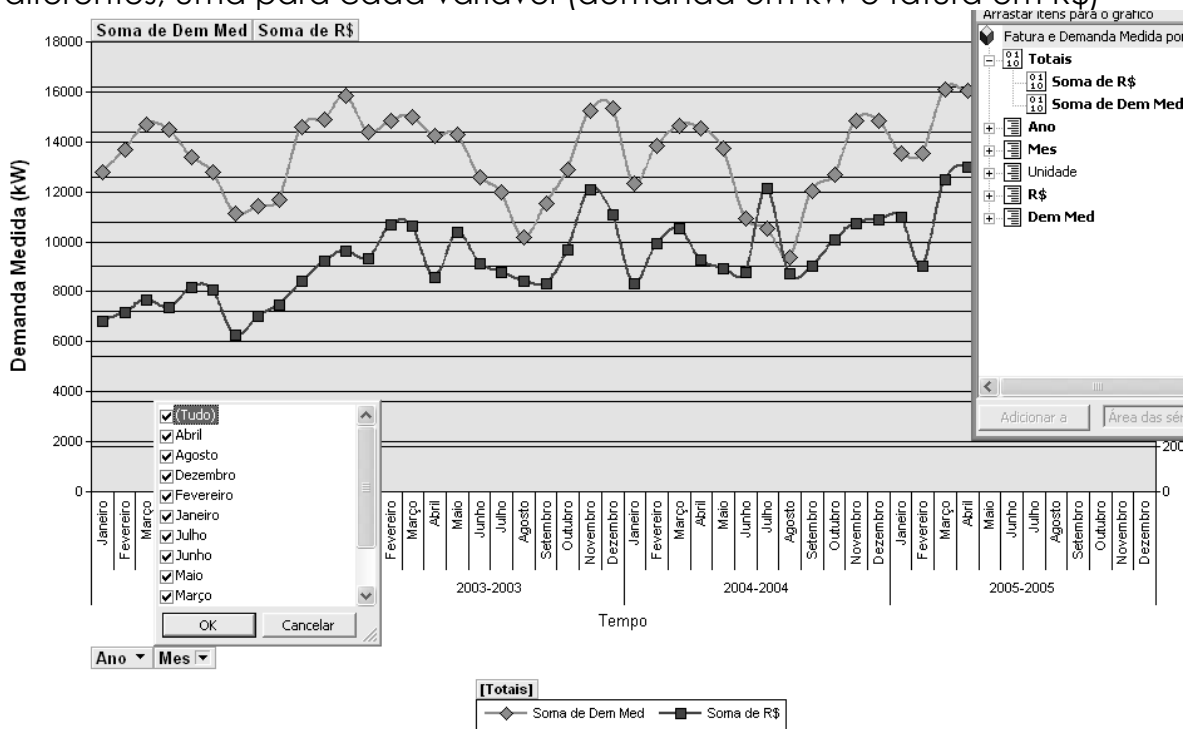


fig.3

### 3- Visualização deste manual:

O manual pode ser visualizado na própria ferramenta, ao se clicar no botão manual.

### 4- Salvar e sair:

Existe um botão para salvar as modificações realizadas e fechar o arquivo, localizado na página principal.



## 8.2 Anexo B

### Manual do Excel

#### 1 - Iniciando o uso da Ferramenta

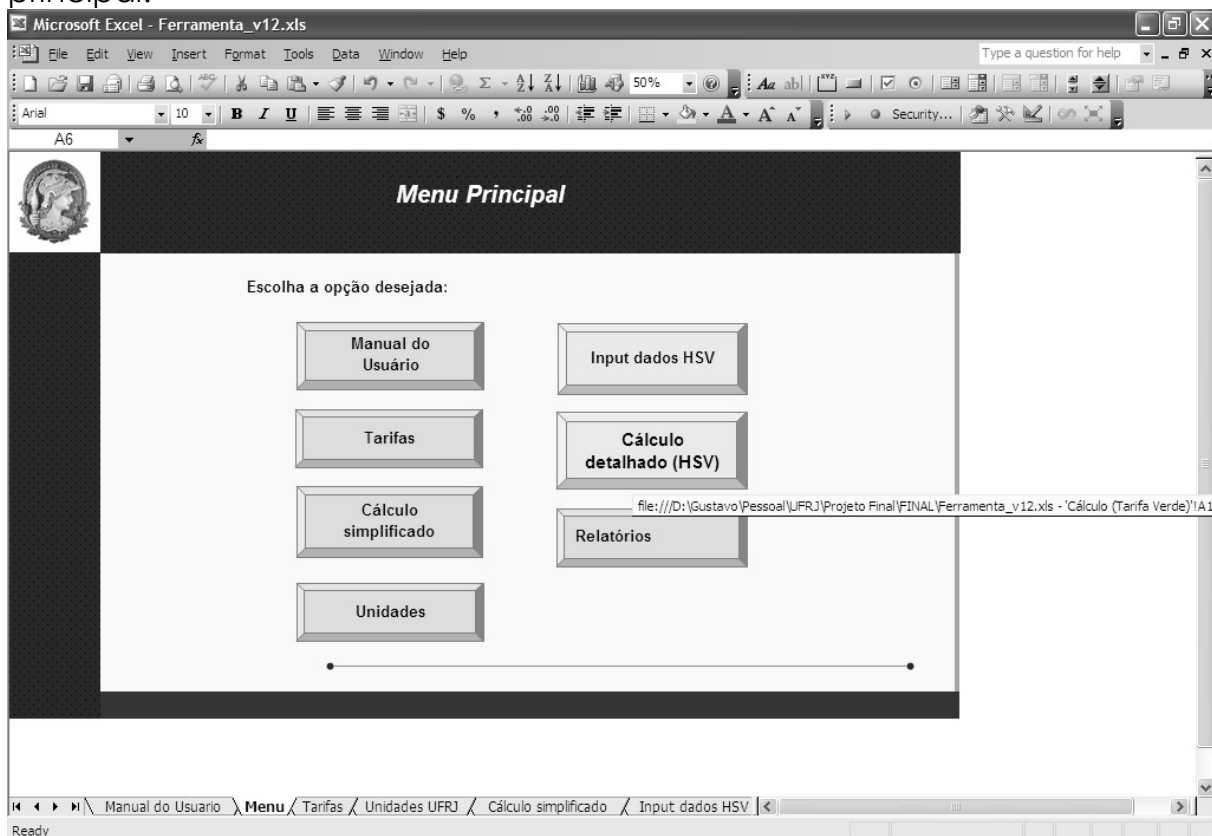
Para iniciar o uso da ferramenta, primeiramente clique no botão "Menu Principal", situado no canto direito superior da tela. Através dele você poderá navegar por todos os módulos.

#### Módulos:

- 1.1 - Manual do Usuário
- 1.2 - Tarifas
- 1.3 - Cálculo simplificado
- 1.4 - Unidades
- 1.5 - Input dados HSV
- 1.6 - Cálculo detalhado HSV
- 1.7 - Relatório

#### 1.1) Manual do usuário

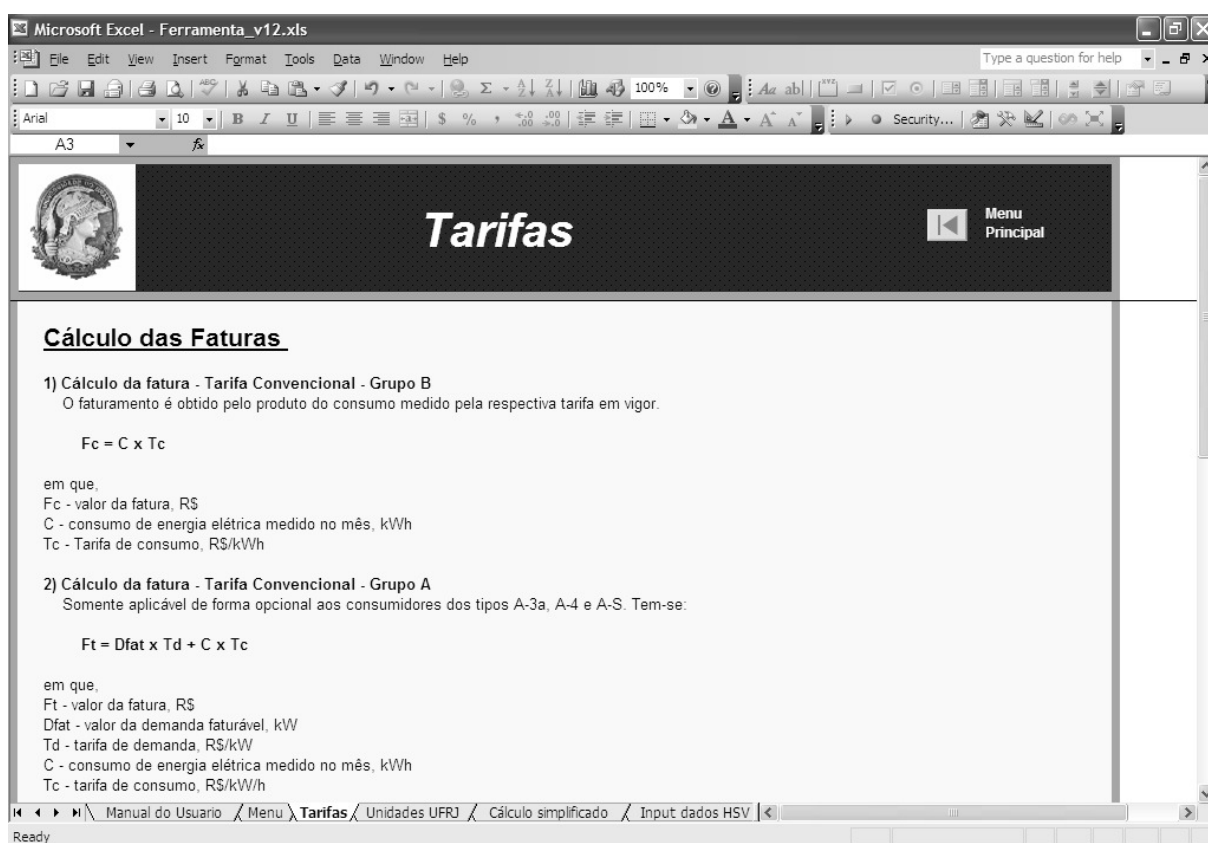
É um tutorial para utilização da ferramenta em si. Auxilia a navegação e traz explicações simples e sucintas sobre cada um dos módulos que a compõe. Para acessá-lo basta clicar no botão "Manual do Usuário", no menu principal.



## 1.2) Tarifas

Este módulo permite que o usuário tenha uma visão simples e clara a respeito dos cálculos das tarifas existentes (Convencional, Baixa Tensão, Horo-sazonal Verde e Horo-sazonal Azul).

Nele estão contidas as fórmulas e as descrições das mesmas para o cálculo destes diversos tipos de tarifas.



## 1.3) Cálculo simplificado

Aqui são feitas simulações simples para cada tipo de tarifa. O usuário poderá *imputar* manualmente os valores de cada variável e obter um cálculo simples e efetivo.


Microsoft Excel - Ferramenta\_v12.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Type a question for help

Arial 10

N8



## Inputs para o Cálculo

Menu Principal

**INPUTS**

**Convencional - Grupo B**

Tarifa de consumo (R\$/kWh)

Consumo de energia elétrica medido no mês (kWh)

**TOTAL**

**Convencional - Grupo A**

Tarifa de consumo (R\$/kWh)

Consumo de energia elétrica medido no mês (kWh)

Dfat - valor da demanda faturável (kW)

Td - tarifa de demanda (R\$/kW)

**TOTAL**

**Tarifa Azul**

Dfatp - demanda faturada no horário de ponta (kW)

Tdp - tarifa de demanda de ponta (R\$/kW)

Dfatfp - demanda faturada no horário fora de ponta (kW)

Tdfp - tarifa de demanda fora de ponta (R\$/kW)

Cp - consumo medido no mês - horário de ponta (kWh)

Tcp - tarifa de consumo no horário de ponta (R\$/kWh)

**TOTAL**

Manual do Usuario / Menu / Tarifas / Unidades UFRJ / Cálculo simplificado / Input dados HSV

Ready

#### 1.4) Unidades

A UFRJ possui diversas unidades em cada campi que coordena. Logo, este módulo descreve cada uma dessas unidades, fornecendo ainda a classe, sub-classe e nível de tensão de cada uma.

Microsoft Excel - Ferramenta\_v12.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Type a question for help

Arial 10

**Unidades - UFRJ**

Menu Principal  
Retornar à seleção de Unidades

<u>Abreviação</u>	<u>Nome</u>	<u>Classe</u>	<u>Sub-classe</u>	<u>Nível de tensão</u>
CAP	CFCH – Colégio de Aplicação	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Mat. Esc.	CCS – Maternidade Escola	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Ana Nery	CCS – Escola de Enfermagem Ana Nery	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
FND1	CCJE – Faculdade de Direito	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
FND2	CCJE – Faculdade de Direito	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
IFCS1	CFCH – Instituto Filosofia Ciências Sociais	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
IFCS2	CFCH – Instituto Filosofia Ciências Sociais	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Emus1	CLA – Escola de Música	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Emus2	CLA – Escola de Música	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Valongo	CCMN – Observatório do Valongo	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
C. Ciência	FCC – Casa da Ciência	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
C. Com.	Reitoria – Centro Comunitário e Associação	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Escola Lapa	Escola	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Gab. Reitor	Procuradoria/Gabinete do Reitor	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
Casa Est. Uni.	Casa do Estudante Universitário	Grupo B	B3 - Poder Público Federal	inferior a 2,3 kV
PV	Coordenação do Campus da Praia Vermelha	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 kV e 25 kV
CCMN	CCMN – Instituto Geociências NCE	Grupo A	A4 - Poder Público Federal	entre 2,3 kV e 25 kV

Manual do Usuario / Menu / Tarifas / Unidades UFRJ / Cálculo simplificado / Input dados HSV

Ready

### 1.5) Input dados HSV

Este módulo é responsável por importar as informações do banco de dados (Access) atualizado, permitindo um tratamento mais assertivo das informações lá contidas.

Para utilizá-lo é bem simples. Basta clicar no menu em Tools - Macro - Macros (ou Alt+F8) e rodar a macro ""Import\_dados\_HSV"", que ela irá automaticamente importar do banco de dados (Access) todas as informações atualizadas para o cálculo da tarifa horo-sazonal verde.

OBS: Para um funcionamento correto deste comando é preciso que os arquivos (Excel e Access) estejam armazenados na mesma pasta.

Microsoft Excel - Ferramenta\_v12.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Type a question for help

Arial 10 B I U

MesBox

1	MesBox	Mes	Unidade	Avg Of PT (Kwh)	Avg Of FP (Kwh)	Avg Of UFER P(KWh)	Avg Of UFERFP(KWh)	Avg Of Dem Med	Avg Of Dem Reat
2	1	Janeiro	CCMN	31748.5	291343.5	1671.75	12474	1211.75	1173.55
3	1	Janeiro	CCS A	14580	144129.5	224.75	3564.25	639.175	600.2
4	1	Janeiro	CCS C/G	19415	187656	768.5	7010.5	717.2	683.4
5	1	Janeiro	CCS E/I	12342.25	139413.5	1716	11707	662.675	618.175
6	1	Janeiro	CCS HU	86468.75	1023066	6658.25	46548	2996.275	3055.775
7	1	Janeiro	CCS L	7010	79627	1005.5	6115.25	417.125	408.55
8	1	Janeiro	CLA - Letras	6063.5	82341.5	1339.75	9885.5	508.4	506.775
9	1	Janeiro	CT	115101	906012	7906.75	52812	4489.925	4377.6
10	1	Janeiro	PV	18002.75	164105.75	1403	10844.25	805.05	786.3
11	1	Janeiro	Reitoria CLA	12179.5	134867	590.75	4302	811.75	801.225
12	2	Fevereiro	CCMN	34255	312502.5	1394	10602	1227.05	1191.4
13	2	Fevereiro	CCS A	14648.5	148393.75	145.75	2445.75	661.625	623.425
14	2	Fevereiro	CCS C/G	22122.25	203873.5	500.5	5952	790.075	756.1
15	2	Fevereiro	CCS E/I	13877.75	156405.75	1296	9921.5	722	694.8
16	2	Fevereiro	CCS HU	87084.75	998244	6699	45558	3130.925	3186.45
17	2	Fevereiro	CCS L	7505.5	84187	926.25	5556	402.45	404.175
18	2	Fevereiro	CLA - Letras	6297	90600.75	1130.25	8361.5	613.05	612.5
19	2	Fevereiro	CT	104428	1018728	7441.25	54972	4764.975	4709.875
20	2	Fevereiro	PV	19487.5	170642.25	1213	9603.5	834.975	817.3
21	2	Fevereiro	Reitoria CLA	10847.5	140108.5	476.5	4824	834.325	819.05
22	3	Março	CCMN	36542.5	344808	1412.75	11020.5	1339.025	1295.85
23	3	Março	CCS A	17892.25	183883.25	141	2884.75	734.2	689.35
24	3	Março	CCS C/G	23355.75	219614.25	468	5251.25	809.775	772.975
25	3	Março	CCS E/I	14681.5	172641.5	1350.5	9158.5	750.825	718.85
26	3	Março	CCS HU	90455.25	1058202	7043.5	48294	3258.35	3315.95
27	3	Março	CCS L	8914.25	95505.5	884.25	4718.5	448.525	438.975
28	3	Março	CLA - Letras	8847.75	126676.75	864.5	7056.25	768.4	757.5
29	3	Março	CT	124581	1174968	6493.75	46368	5127.85	5016.575
30	3	Março	PV	25101	206841.75	1022.25	9436.75	954.725	926.1
31	3	Março	Reitoria CLA	12792.25	164196	362.25	3434.5	914.825	898.675

Menu Tarifas Unidades UFRJ Cálculo simplificado Input dados HSV Unidades HSV C

Ready

## 1.6) Cálculo detalhado HSV

Essa planilha nos mostra todas as informações necessárias para um acompanhamento preciso e eficaz dos gastos referentes às unidades que contratam esse tipo de tarifa.

Na parte superior da tela se encontram calculados os valores referentes a parte fixa da conta. O cálculo é bem simples: pega-se a demanda faturada no horário de ponta e fora de ponta (separadamente) somada ao valor de demanda ultrapassada (para cada período) e multiplica-se pelo valor da tarifa vigente.

Microsoft Excel - Ferramenta\_v12.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Type a question for help

Arial 10 B I U

Retornar ao menu principal  
Retornar à seleção de unidades

### Inputs para o Cálculo

Alta Tensão - Horo Sazonal Verde

FIXO	Jaaneiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL	TOTAL FIXO:
PT (KWh)	31748.5	34250	36542.5	36044.25	34563.5	47271.5	33185	32183.25	38674.5	35676.75	40212.75	44342.25	445305.75	4513238.25
UFER PT (KWh)	1671.75	1334	1412.75	1120	1363.25	1182	1100.25	1516	1000	1212	1096	439		
FP (KWh)	291343.5	312502.5	344808	335320.5	310108.5	388066.5	290817	274140	331479	318595.5	367056	381283.5	3946126.5	
UFER FP (KWh)	12474	10602	11020.5	10035	11214	9253	3066	11118	8880	10843	9274.5	8013		
TOTAL PONTA	R\$ 51,776.51	R\$ 55,126.11	#####	#####	#####	#####	R\$ 43,735.81	#####	R\$ 57,623.14	R\$ 53,577.12	R\$ 59,396.72	#####		
TOTAL FORA DA PONTA	#####	#####	#####	#####	#####	#####	R\$ 60,109.33	R\$ 57,177.32	R\$ 68,222.51	#####	R\$ 75,432.74	#####		
TOTAL FIXO	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	R\$	1,483,305.79

Demanda Contratada												
1227.043	1227.043	1227.043	1227.043	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1227.043

Demanda Medida												
1211.75	1227.05	1339.025	1334.7	1287.55	1174.475	1072.625	1041.475	1041.475	1319.925	1465.025	1521	

Demanda Reativo												
1173.55	1191.4	1295.85	1297.45	1228.5	1138.5	1040.35	1009.05	1009.05	1281.15	1413.4	1464.225	

VARIÁVEL	Jaaneiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL
Demanda (R\$)	#####	#####	#####	#####	#####	#####	R\$ 21,248.53	#####	R\$ 21,248.53	#####	R\$ 26,505.15	R\$ 27,517.85	R\$ 278,363.77
Demanda Ultra (R\$)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 4,361.79	R\$ 8,713.07	R\$ 8,815.03	R\$ 21,883.89
Demanda - Reativo (R\$)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
TOTAL VARIÁVEL	#####	#####	#####	#####	#####	#####	R\$ 21,248.53	#####	R\$ 21,248.53	#####	R\$ 35,218.23	#####	R\$ 300,853.66
Demanda - Sobra (R\$)	R\$ 276.80	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,842.68	#####	R\$ 2,406.22	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 6,331.83

Ready

Na parte central da tela podemos acompanhar os valores das demandas (contratadas, medidas e de reativo).

Microsoft Excel - Ferramenta\_v12.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Type a question for help

Arial 10 B I U

Retornar ao menu principal  
Retornar à seleção de unidades

### Inputs para o Cálculo

FIXO	Jaaneiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL	TOTAL FIXO:
PT (KWh)	31748.5	34250	36542.5	36044.25	34563.5	47271.5	33185	32183.25	38674.5	35676.75	40212.75	44342.25	445305.75	4513238.25
UFER PT (KWh)	1671.75	1334	1412.75	1120	1363.25	1182	1100.25	1516	1000	1212	1096	439		
FP (KWh)	291343.5	312502.5	344808	335320.5	310108.5	388066.5	290817	274140	331479	318595.5	367056	381283.5	3946126.5	
UFER FP (KWh)	12474	10602	11020.5	10035	11214	9253	3066	11118	8880	10843	9274.5	8013		
TOTAL PONTA	R\$ 51,776.51	R\$ 55,126.11	#####	#####	#####	#####	R\$ 43,735.81	#####	R\$ 57,623.14	R\$ 53,577.12	R\$ 59,396.72	#####		
TOTAL FORA DA PONTA	#####	#####	#####	#####	#####	#####	R\$ 60,109.33	R\$ 57,177.32	R\$ 68,222.51	#####	R\$ 75,432.74	#####		
TOTAL FIXO	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	R\$	1,483,305.79

Demanda Contratada												
1227.043	1227.043	1227.043	1227.043	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1174.475	1227.043

Demanda Medida												
1211.75	1227.05	1339.025	1334.7	1287.55	1174.475	1072.625	1041.475	1041.475	1319.925	1465.025	1521	

Demanda Reativo												
1173.55	1191.4	1295.85	1297.45	1228.5	1138.5	1040.35	1009.05	1009.05	1281.15	1413.4	1464.225	

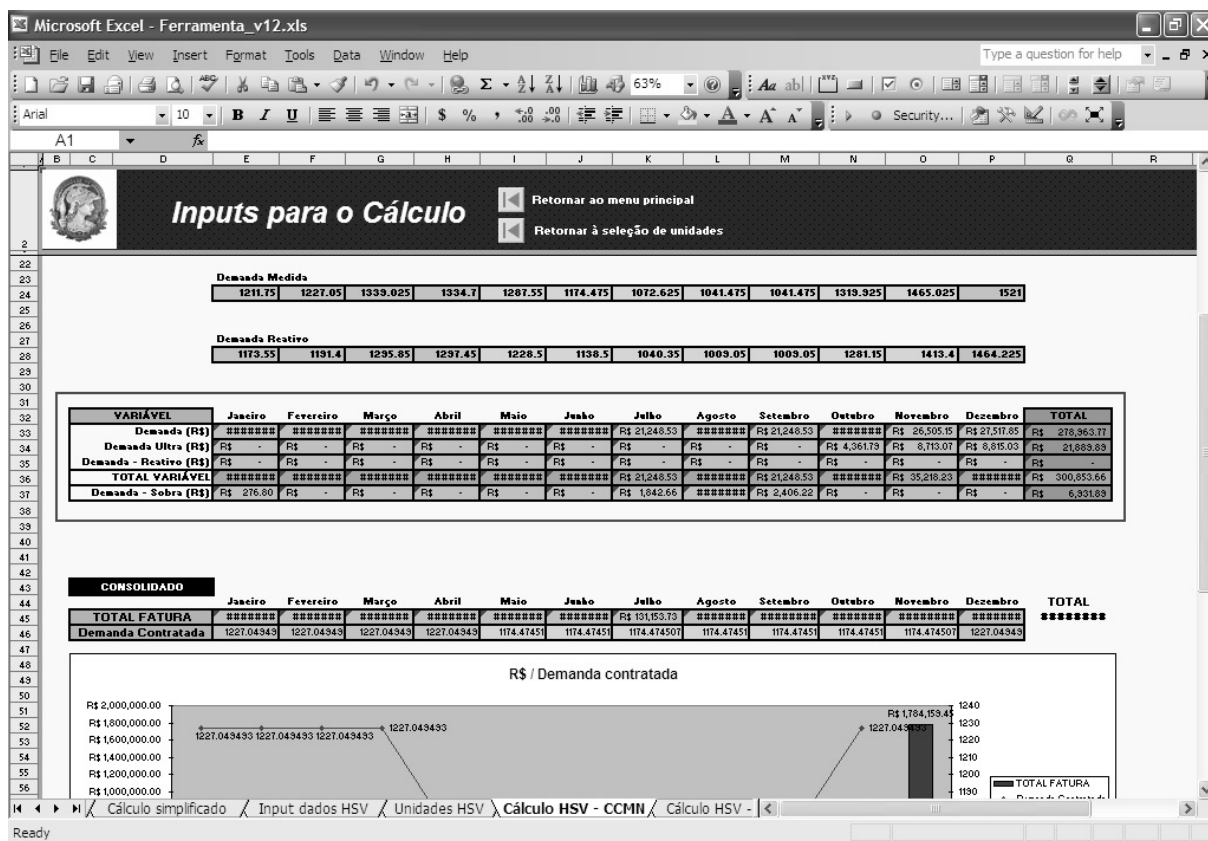
  

VARIÁVEL	Jaaneiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL
Demanda (R\$)	#####	#####	#####	#####	#####	#####	R\$ 21,248.53	#####	R\$ 21,248.53	#####	R\$ 26,505.15	R\$ 27,517.85	R\$ 278,363.77
Demanda Ultra (R\$)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 4,361.79	R\$ 8,713.07	R\$ 8,815.03	R\$ 21,883.89
Demanda - Reativo (R\$)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
TOTAL VARIÁVEL	#####	#####	#####	#####	#####	#####	R\$ 21,248.53	#####	R\$ 21,248.53	#####	R\$ 35,218.23	#####	R\$ 300,853.66
Demanda - Sobra (R\$)	R\$ 276.80	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1,842.68	#####	R\$ 2,406.22	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 6,331.83

Ready

Na parte inferior da tela é feito o cálculo da parte variável da conta, que muda de acordo com a demanda contratada.

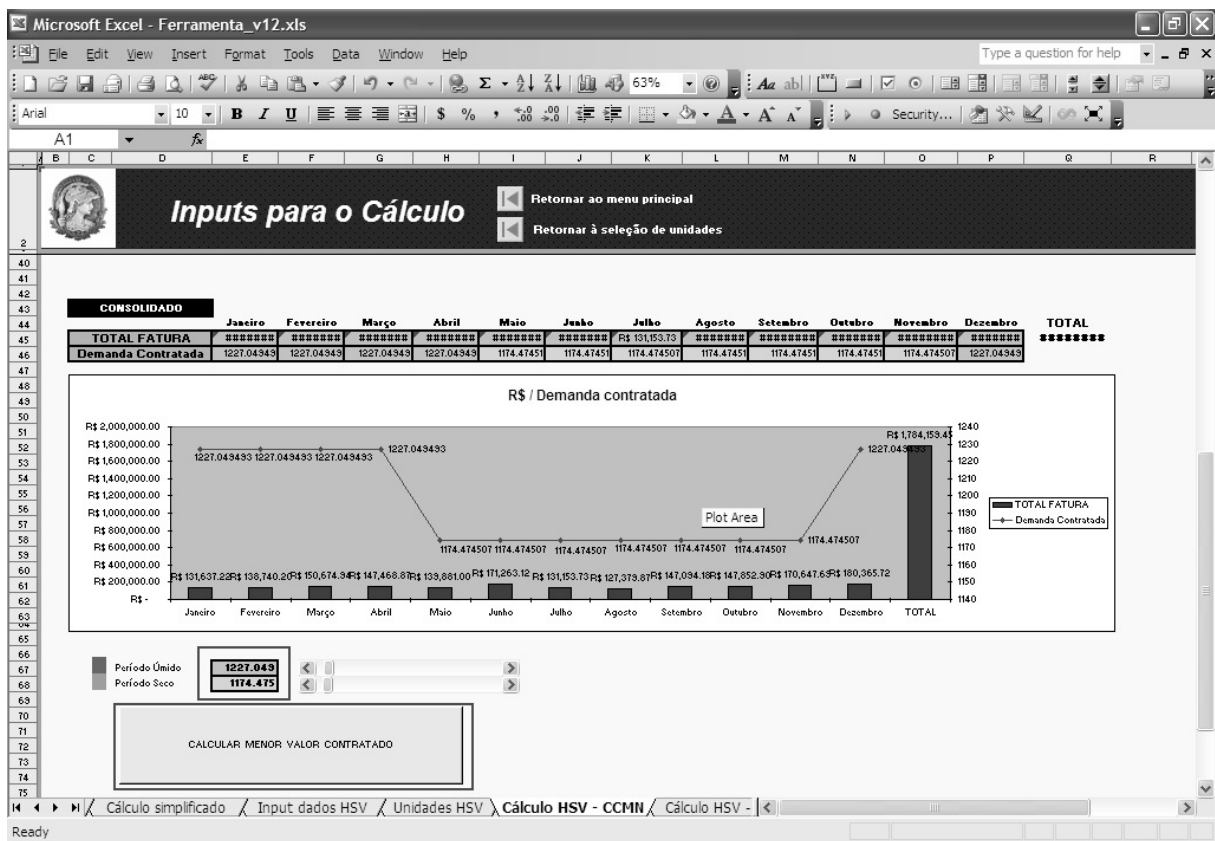
Logo após, podemos ver o gráfico que nos mostra a relação R\$ / Demanda contratada assim como o ponto ótimo de contratação da energia para cada período (seco e úmido).



Ao serem atualizados os valores no banco de dados, é necessário recalculer o ponto ótimo para a tarifa horo-sazonal verde.

### Como calcular:

Abaixo do gráfico podemos ver os 2 valores de demanda contratada, para cada período (seco e úmido). Basta clicar no botão "Calcular menor valor contratado". Este botão executará o comando "SOLVER".



OBS: Para que o Excel funcione utilizando o Solver corretamente é preciso instalar o Add-in.

Basta ir em Tools – Add-ins e marcar a opção Solver Add-in e clicar em OK.

Já dentro do comando Solver, no campo "Target cell" deverá estar o valor que pretende otimizar, ou seja, o valor total da fatura. Neste caso ele deverá ser mínimo (selecionar o botão Min). No campo "By changing cells" deverá estar o range de células que o Excel vai alterar até achar os melhores valores para deixar o valor da fatura menor possível. Ou seja, neste campo deverão estar os 2 valores de demanda contratada (período seco e úmido).

OBS: No comando Solver, os valores deverão estar preenchidos automaticamente, ou seja, o usuário não precisa alterar seus valores. Clicar em Solve, selecionar o report "Answer" e marcar o botão "Keep solver solution". Os valores ótimos de demanda a serem contratadas serão preenchidos automaticamente e o gráfico será gerado, assim como o report.



## 9 Bibliografia

[1] JUSTEN, Rodrigo e CÍCERO, Fábio – Aplicação de conceitos de racionalização de energia na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Projeto de graduação de engenharia. DEE/UFRJ, Rio de Janeiro, outubro de 2005.

[2] Estatuto da UFRJ, em sua página

(<http://www.ufrj.br/institucional/estatuto/t5cap2/home.php>), acessado em setembro de 2006

[3] Página do Programa Procel

([http://www.elektrobras.gov.br/EM\\_Programas\\_Procel/default.asp](http://www.elektrobras.gov.br/EM_Programas_Procel/default.asp)) acessada em outubro de 2006

[4] Resolução Normativa: Critérios para aplicação de recursos em Programas de Eficiência Energética, em outubro de 2006

([http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2005/021/contribuicao/robertoa%5B1%5D.barrio\\_cemig1.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2005/021/contribuicao/robertoa%5B1%5D.barrio_cemig1.pdf))

[5] LEI Nº 9.427, DE 26 DE DEZEMBRO DE 1996, Instituição da Agência Nacional de Energia Elétrica (<http://www.aneel.gov.br/cedoc/lei19969427.pdf>)

[6] Caderno Temático ANEEL, nº 4: Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica, de abril de 2005 (<http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/caderno4capa.pdf>)

[7] Proposta de Plano Quinquenal de Desenvolvimento para a UFRJ, PDI 2005-2010, de março de 2006 (<http://www.ufrj.br/docs/PDI.pdf>)

[8] Anexo nº 5 do Plano de Desenvolvimento Institucional: Salas de aula e laboratórios de graduação ([http://www.ufrj.br/docs/PDI\\_Anexo5\\_Revisado.xls](http://www.ufrj.br/docs/PDI_Anexo5_Revisado.xls))

[9] Página da Eletrobrás (<http://www.elektrobras.gov.br/procel/>) acessada em setembro de 2006