



**XX SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

**GRUPO - IX**

**GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP**

**SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DA PARCELA VARIÁVEL – GESTÃO PV**

**MILTON NUNES DA SILVA FILHO  
CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL - ELETRONORTE**

**RESUMO**

Este trabalho objetiva apresentar um sistema especialista desenvolvido para executar a gestão da Parcela Variável (PV) conforme procedimentos da Resolução 270/2007 da ANEEL. A complexibilidade e a abrangência desta Resolução provocou reações em todas as empresas do Sistema Elétrico Brasileiro afetadas pelas suas determinações. Para esta demanda a ELETRONORTE criou uma ferramenta que permitisse a gestão da PV das suas funções de transmissão. Esta integra todos os bancos de informações de operação e manutenção da empresa, permite o planejamento de manutenções programadas focando a PV, e permite calcular, simular, armazenar e divulgar a PV realizada e esperada.

**PALAVRAS-CHAVE**

Parcela Variável, Resolução 270/2007 ANEEL, Programação de Manutenção, Simulação de Parcela Variável

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A Resolução 270/2007 da ANEEL trata das penalidades e parcelas variáveis que serão aplicadas e descontadas no Pagamento Base Mensal das Funções da Rede Básica do Sistema Elétrico Brasileiro. Estes descontos chamados Parcela Variável ou PV serão aplicados a partir de julho de 2008 considerando as apurações nos sistemas elétricos. As apurações são classificadas em ocorrências programadas e outras sendo que a PV decorrente será calculada através de regras e fórmulas descritas na Resolução. Seu desconto será então avaliado através de limites percentuais por Função e por Agente, que prevê também acréscimos à Receita para Agentes que evidenciarem totais de duração de interrupções anuais inferiores a faixas predeterminadas.

Neste contexto os Agentes afetados estão procedendo preventivamente ações e trabalhos que minimizem o impacto desta PV;

Estes procedimentos focam:

- Melhoria da confiabilidade e integridade das informações das ocorrências.
- Levantamento histórico das funções e ocorrências que mais impactarão a PV.
- Otimização dos serviços de manutenção..
- Reestruturação do Programa de Manutenções visando não ultrapassar as franquias por função previstas na Resolução.
- Elaboração de sistemas de consolidação e cálculos da PV.

A ELETRONORTE para atender estas demandas criou um Grupo de Trabalho que culminou com a criação de um Sistema Integrado de Gestão da Parcela Variável.

## 2.0 - A GESTÃO DA PARCELA VARIÁVEL NA ELETRONORTE

Em 2007 a ELETRONORTE criou, através da Portaria 125/2007, um Grupo de Trabalho para estudar e recomendar ações e procedimentos que minimizassem os impactos da Parcela Variável prevista pela Resolução 270/2007 da ANEEL.

Após análise, entre as recomendações deste Grupo estava a estruturação de um Grupo de Trabalho permanente para a Gestão da Parcela Variável referente à Resolução 270/2007 da ANEEL na Eletronorte com as seguintes atribuições:

Cumprir e fazer cumprir as recomendações do Grupo de Trabalho criado pela Portaria 125/2007  
 Coordenar a revisão e a implementação de procedimentos  
 Garantir suporte técnico-operacional  
 Desenvolvimento e implantar ferramenta para:

- consolidar a PV conforme determinações e orientações do ONS a da ANEEL para cálculo e obtenção desta.
- manter Banco de Dados de apurações de ocorrências e indicadores dos Sistemas Elétricos confiáveis e íntegros para o cálculo e acompanhamento da PV.
- Emitir relatórios e gráficos realizados e acumulados da PV, semanais, mensais e anuais
- Emitir planilha mensal de utilização da franquia para próximos doze meses
- Elaborar Árvore de Perdas devido à PV por Tensão, Família e Sistema

Elaborar Análises, Diagnósticos e Recomendações para maximizar o Desempenho Operacional  
 - Elaborar relatórios periódicos com determinações corretivas, preventivas e de análise de tendências

Coordenar intercâmbio técnico (parcerias)  
 Coordenar e implementar ações de treinamento  
 Coordenar relacionamentos externos

- ONS: Atualização de Apurações e Mediações
- ANEEL/ONS: Acompanhamento das atualizações regulamentares
- ANEEL: Mediações

Ao ser efetivado, o Grupo de Gestão da PV evidenciou imediatamente a necessidade de uma ferramenta de gestão e desenvolveu e produziu o Sistema Integrado de Gestão da PV.

## 3.0 - O SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DA PV

Segundo afirma Lambert-Torres (1), na medida em que os sistemas se tornam mais complexos, mais imprescindível é que a decisão tomada esteja correta, e mais difícil torna-se ao profissional executar ações sem auxílio externo.

A gestão da Parcela Variável (PV) conforme preconiza a Resolução 270/2007 da ANEEL se inclui no patamar de complexidade.

Partindo da Resolução, para a perfeita gestão da PV precisamos entender e aplicar todas as regras de negócios embutidas nos Manuais de Procedimentos de Rede do ONS, evidenciando-se nesta o Módulo 10 – Apuração dos Desligamentos, Restrições Operativas temporárias, Cancelamentos e períodos de utilização de equipamentos reserva Remunerados em Instalações de Transmissão.

Com este intuito de dinamizar a gestão da PV a ELETRONORTE desenvolveu e implantou com recursos próprios o Sistema Integrado de Gestão da Parcela Variável que é um sistema especialista que integra todas as regras de negócio objetivas possíveis de programação. Esta ferramenta obtém dos bancos de informações de operação e manutenção da empresa dados necessários à consolidação da PV, permitindo o planejamento de manutenções programadas dentro das franquias e limites existentes, e possibilitando simular a menor PV futura.

Este sistema possui os seguintes módulos:

- Pagamento Base Mensal, que exhibe o valor do Pagamento Base por mês por função transmissão.
- Franquia por Função, que demonstra as franquias disponíveis das funções para os próximos doze meses.
- Parcela Variável Realizada, que apresenta a PV já faturada.
- Árvore de Perdas, que distribui a PV realizada por sistema elétrico, família de equipamentos e tensão no período selecionado.

- Simulador de PV, que possibilita a simulação da PV Programada, Outros, por Restrição Operativa, Atrasos e Cancelamentos, para os próximos doze meses, baseada nos padrões de duração, franquia existente, PV faturada e Plano de Manutenção.

- Cálculo da PV Mensal, que executa o cálculo da PV baseado no banco de apuração de estados operacionais das funções dos Sistemas Interligados da ELETRONORTE.

Na Figura 1 podemos ver a tela principal do sistema.

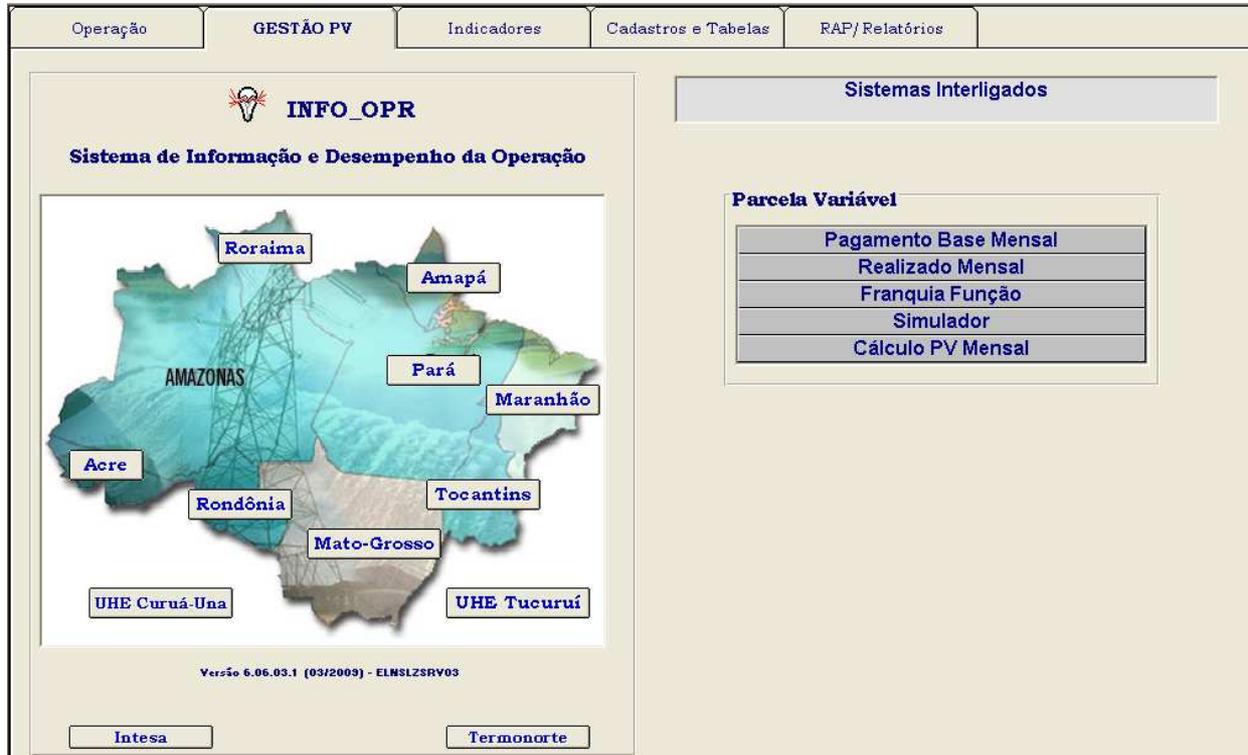


FIGURA 1 – Tela principal do Sistema de Gestão de PV

#### 4.0 - METODOLOGIA UTILIZADA

A ferramenta é um sistema especialista que por definição assimila as regras de negócio dos processos representados. Neste caso as regras de negócio foram retiradas da Resolução 270/2007 da ANEEL, Procedimentos de Operação e recomendações do ONS.

Na Tabela 1 podemos observar um exemplo de regras do sistema para cálculo da PV de ocorrências programadas “em passant” (com início ou fim fora do período contábil).

#### PROGRAMADOS

##### Obter Início e Fim Verificado Programado

Obter o Acumulado Programado em relação ao início real da ocorrência

Se Acumulado Programado + Duração Real  $\leq$  PDDP então Fim Rotina

(Senão Acumulado Programado + Duração Real  $>$  PDDP é verdadeiro)

Se Acumulado Programado  $\geq$  PDDP então

Início Verificado Programado = Início Real Ocorrência.

Fim Verificado Programado = Fim Real Ocorrência.

(Senão Acumulado Programado  $<$  PDDP é verdadeiro)

Diferença Franquia = (Acumulado Programado + Duração Real) – PDDP

Início Verificado Programado = Início Real Ocorrência + Diferença Franquia

Fim Verificado Programado = Fim Real Ocorrência

Fim

**PROGRAMADOS****Obter Início e Fim Verificado Programado****Se Início Real Ocorrência e Fim Real Ocorrência estão DENTRO do Mês faça**

DVP = Duração(Início Verificado Programado ; Fim Verificado Programado)

Fim Rotina

**Se Início Real Ocorrência está DENTRO do Mês e Fim Real Ocorrência está FORA do mês**

Se Início Verificado Programado &gt;= Fim Mês então Fim Rotina

DVP = Duração(Início Verificado Programado ; Fim Mês)

Fim Rotina

**Se Início Real Ocorrência está FORA do Mês e Fim Real Ocorrência está DENTRO do mês**

Se Início Verificado Programado &lt;= Início Mês então

DVP = Duração(Início Mês ; Fim Real Ocorrência)

(Senão)

DVP = Duração(Início Verificado Programado ; Fim Real Ocorrência)

Fim Rotina

**Se Início e Fim Real Ocorrência estão FORA do Mês**

Se Início Verificado Programado &gt;= Fim Mês então Fim Rotina

Se Início Verificado Programado &lt;= Início Mês então

DVP = Duração(Início Mês ; Fim Mês)

(Senão)

DVP = Duração(Início Verificado Programado ; Fim Mês)

Fim Rotina

TABELA 1 – Exemplo de regras do sistema para cálculo da PV de ocorrências programadas “em passant” (com início ou fim fora do período contábil).

## 5.0 - MODULO PAGAMENTO BASE MENSAL

Este módulo permite ao usuário conhecer o valor do Pagamento Base anual, mensal, diário, horário e por minuto dos Sistemas Elétricos da ELETRONORTE.

Além de apresentar o valor da PB por função transmissão, estratifica os totais por sistema, família e instalação, como pode ser observado na Figura 2.

|  <b>PAGAMENTO BASE</b><br><b>Ano 2008</b> |                | Pagamento Base Minuto | Pagamento Base Hora | Pagamento Base Dia | Pagamento Base Mês | Pagamento Base Ano |
|--|----------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Sistema  | Funções        | R\$an                 | R\$an               | R\$an              | R\$an              | R\$an              |
| <b>Maranhão</b>  |                |                       |                     |                    |                    |                    |
|  | IZPD-LT7-01    | 51,08                 | 3.065,00            | 73.560,08          | 2.206.802,31       | 26.481.627,72      |
|  | IZPD-LT7-02    | 55,41                 | 3.324,77            | 79.794,44          | 2.393.833,15       | 28.725.997,80      |
|  | PDBE-LI7-01    | 26,92                 | 1.615,15            | 38.763,53          | 1.162.906,00       | 13.954.872,00      |
|  | PDLT-LT7-01    | 40,31                 | 2.418,73            | 58.049,50          | 1.741.485,04       | 20.897.820,48      |
|  | PDLT-LT7-02    | 43,68                 | 2.620,53            | 62.892,80          | 1.886.784,13       | 22.641.409,56      |
|  | Linhas 500,0KV | 217,40                | 13.044,18           | 313.060,35         | 9.391.810,63       | 112.701.727,56     |

FIGURA 2 – Pagamento Base por Função Transmissão

## 6.0 - MÓDULO REALIZADO MENSAL

O Módulo Realizado Mensal calcula a PV realizada de ocorrências e eventos passados e a apresenta em forma de relatórios. Além disto, disponibiliza todos os parâmetros que foram necessários para o cálculo, tais como franquias, padrões de duração, Kp e Ko, durações reais, ajustadas e verificadas. Os relatórios são agrupados por ocorrência, função, famílias, classes de tensão e sistemas. A Figura 3 mostra um exemplo de PV calculada.

|  <b>PV 270</b><br><b>Fevereiro/2009</b> |                | DST   | Pagamento Base Mensal | PV Parcela   | PV Devida  | PV Real    |
|--|----------------|-------|-----------------------|--------------|------------|------------|
| Sistema  | Funções        | %     | Reais                 | Reais        | Reais      | Reais      |
| <b>Maranhão</b>  |                |       |                       |              |            |            |
|  | IZPD-LT7-01    | 90,58 | 2.206.802,31          | 207.982,36   |            | 207.982,36 |
|  | PDLT-LT7-01    | 50,00 | 1.741.485,04          | 870.742,52   | 900.281,84 |            |
|  | Linhas 500,0KV | 88,51 | 9.391.810,63          | 1.078.724,88 | 900.281,84 | 207.982,36 |
|  | MRPR-LT6-01    | 64,36 | 232.568,63            | 82.893,11    |            |            |
|  | Linhas 230,0KV | 97,02 | 2.777.505,89          | 82.893,11    |            |            |
|  | Total Linhas   | 90,45 | 12.169.316,32         | 1.161.617,99 | 900.281,84 | 207.982,36 |

FIGURA 3 – PV realizada por Função Transmissão

## 7.0 - MÓDULO FRANQUIAS

O Módulo Franquias calcula e disponibiliza a franquia programada e outros disponível por função para os próximos doze meses. Este cálculo é feito obtendo-se as durações verificadas das ocorrências nos últimos doze meses, incluindo o mês de pesquisa.

Na Figura 4 podemos observar um exemplo das franquias Outros para abril, maio e junho de 2009 para as funções Linhas 500,0 kV do Maranhão. As células em vermelho acusam superação do Padrão de Duração Outros.

Como as franquias dependem da escala móvel de ocorrências nos doze meses anteriores, esta também precisa apresentar ser móvel, sendo recalculada para cada mês contabilizado. Esta tabela também considera o Plano de Manutenções registrado nos bancos de informação da empresa.

|  <b>PV 270 - Franquias Outros</b><br><b>Relatório emitido em 09/03/2009</b><br><b>11:41</b> |                | Padrão | Abril               |                              | Maio                |                              | Junho               |                              |
|--|----------------|--------|---------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Sistema  | Funções        |        | Realizado Acumulado | Diferença Franquia Realizado | Realizado Acumulado | Diferença Franquia Realizado | Realizado Acumulado | Diferença Franquia Realizado |
| <b>Maranhão</b>  | IZPD-LT7-01    | 2:18   | 2:56                | -0:38                        | 2:56                | -0:38                        | 2:56                | -0:38                        |
|  | IZPD-LT7-02    | 2:18   |                     | 2:18                         |                     | 2:18                         |                     | 2:18                         |
|  | PDBE-LI7-01    | 2:18   | 0:28                | 1:50                         | 0:28                | 1:50                         | 0:28                | 1:50                         |
|  | PDLT-LT7-01    | 2:18   | 31:35               | -29:17                       | 31:35               | -29:17                       | 31:35               | -29:17                       |
|  | PDLT-LT7-02    | 2:18   | 0:04                | 2:14                         | 0:04                | 2:14                         | 0:04                | 2:14                         |
|  | Linhas 500,0KV |        |                     |                              |                     |                              |                     |                              |

FIGURA 4 – Pagamento Base por Função Transmissão

## 8.0 - ÁRVORE DE PERDAS

Como um dos produtos da ferramenta, a Árvore de Perdas distribui a PV por família de função transmissão: Linhas, Trafos, Reatores, Capacitores e Compensadores, estratificada por eventos Programado, Outros, Cancelamentos e Restrições/Atrasos, e pode ser observado na Figura 5. Apresenta também o cálculo do indicador DST (Desempenho do Sistema de Transmissão) que é a relação entre o somatório do Pagamento Base Mensal (PB) das funções e a PV, representada pela fórmula:  $DST = (PB - PV) / PB$ .

|                |             | Programados | Outros     | Cancelamentos | Restrições / Atrasos |
|----------------|-------------|-------------|------------|---------------|----------------------|
| PARÁ           | Linhas      | 880,66      | 162.440,23 |               |                      |
|                | Trafos      | 44.583,69   | 28.991,58  |               | 1.470,96             |
|                | Reatores    | 1.022,98    |            |               |                      |
|                | Capacitores |             | 3.034,47   | 399,54        |                      |
|                | Compens.    |             |            | 431,21        |                      |
| 243.255,32     | 99,89%      |             |            |               |                      |
| 223.010.733,24 | total       | 46.487,33   | 194.466,28 | 830,75        | 1.470,96             |

FIGURA 5 – Árvore de Perdas

## 9.0 - SIMULADOR PV

Este SIMULADOR PV possibilita através da simples inclusão da duração em horas e minutos da manutenção programada a o cálculo da PV para os próximos doze meses, levando em conta as durações das intervenções já realizadas, as manutenções já programadas (futuro), Padrões de Duração, franquias, durações ajustadas, considerando sempre a tabela móvel de doze meses para cada evento.

Para a exata simulação, além das durações históricas, esta ferramenta inclui também as PV's realizadas por Indisponibilidade Outros (PVIO), por Restrição Operativa (PVRO), por Cancelamentos, Atraso da Entrega de Obras, desligamentos de urgências, excedentes da programação, que junto da PVIP (Indisponibilidade Programada) obtém a PV Total. Com estes dados consolidados verifica adicionalmente os limites de desconto da PV Total (12,5% do Pagamento Base Anual), a distribuição das parcelas da PV limitadas pela alíquota de 50% do PB Mensal e por fim calcula para o usuário o indicador DST – Desempenho do Sistema de Transmissão.

Caracteristicamente, além da simulação da PVIP, esta executa também a simulação da PVIO utilizando durações de desligamentos tipo "Outros" obtidas estatisticamente do banco histórico de desligamentos. Com este tratamento original: simulação de eventos programados e previsão estatística de eventos forçados focando a PV, os Centros de Planejamento Estratégicos das empresas do Sistema Interligado Brasileiro podem programar suas manutenções para períodos de menor impacto da receita.

A Figura 6 apresenta uma simulação de eventos programados para a Linha de 500 kV, Imperatriz – Presidente Dutra no Maranhão.

Observe que somente duas seleções são exigidas ao usuário: a escolha da função e a duração pretendida na manutenção. Com a escolha da função, imediatamente o sistema busca suas referências tais como Pagamento Base, Padrões de Duração, Kp e Ko. Calcula o custo por minuto programado e outros e os limites percentuais. No matriz onde cada linha é identificada pelo mês e ano, busca nos bancos de informação as durações realizadas das ocorrências anteriores no prazo de doze meses e também as durações das manutenções planejadas e aprovadas futuras. Para a verificação dos limites da PV, busca também a PV histórica acumulada.

Com isto o simulador está pronto para operar., bastando ao usuário informar o tempo desejado na coluna Durações. Neste exemplo três durações foram simuladas 40, 100 e 30 horas. Atente que a duração de 30 horas, apesar de ter uma PVIP calculada em 665 mil reais, causaria uma PV real de somente 164 mil reais, pois ultrapassou um dos limites de PV previsto na Resolução 270, neste caso o de máximo de 25% do somatório de PB dos últimos 12 meses.

| Simulador PV           |  |  |  |                               | Sistema                                  |  |  |          |
|------------------------|--|--|--|-------------------------------|--|--|--|----------|
| Função<br>IZPD-LT7-02  |  | Pagamento Base Mensal<br>2.393.833,15      |  | Padrão Frequência Outros<br>4 | Limite PV 12 Meses (25%)<br>7.181.499,45 |  |  | Imprimir |
| Extensão (km)<br>385,3 |  | Custo Programados (Reais/Minuto)<br>332,48 |  | Padrão Programados<br>0038:00 | Kp<br>6,67                               |  |  |          |
|                        |  | Custo Outros (Reais/Minuto)<br>5.541,28    |  | Padrão Outros<br>0002:18      | Ko<br>100                                |  |  | Retornar |

| Mês     | Programados         |         | Outros  | Rest. Oper. | DST     | PVIP         | PV Mês       | PV Acumulada | PV Real      |
|---------|---------------------|---------|---------|-------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|         | Realizado Acumulado | PM      |         |             |         |              |              |              |              |
| 03/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0038:00     | :       |              |              |              |              |
| 04/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0002:00     | 0040:00 | 44.352,41    | 44.352,41    |              | 44.352,41    |
| 05/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0002:00     | :       |              |              | 44.352,41    |              |
| 06/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0002:00     | :       |              | 4.826.928,49 | 44.352,41    | 4.826.928,49 |
| 07/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0002:00     | :       |              |              | 4.871.280,90 |              |
| 08/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0102:00     | 0100:00 | 2.146.084,29 | 2.146.084,29 | 4.871.280,90 | 2.146.084,29 |
| 09/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0102:00     | :       |              |              | 7.017.365,19 |              |
| 10/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0102:00     | :       |              |              | 7.017.365,19 |              |
| 11/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0132:00     | 0030:00 | 665.286,13   | 665.286,13   | 7.017.365,19 | 164.134,26   |
| 12/2009 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0132:00     | :       |              |              | 7.181.499,45 |              |
| 01/2010 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0132:00     | :       |              |              | 7.181.499,45 |              |
| 02/2010 | 0000:00             | 0000:00 | 0000:00 | 0132:00     | :       |              |              | 7.181.499,45 |              |

FIGURA 6 – Simulador PV

## 10.0 - CONCLUSÃO

Para conclusão apresentamos inicialmente os resultados obtidos:

- integra os bancos de dados de operação e manutenção já existentes na empresa permitindo a implantação da base de dados de contestações fundamentadas junto ao ONS.
- calcula e apresenta a Parcela Variável realizada estruturada por função transmissão, família de equipamentos, classes de tensão, instalações e sistemas elétricos da Empresa.
- calcula e apresenta a projeção de utilização do Padrão de Duração Programado e Outros e o tempo excedente (franquia) por função transmissão para os próximos doze meses, baseado no histórico dos doze meses anteriores.
- simula a Parcela Variável total, parcelada, devida e excedente de eventos futuros permitindo a realocação das manutenções programadas.

Concluindo, esta metodologia de simulação possibilita a ELETRONORTE e suas parceiras a obter a tendência dos seus indicadores focados na PV e com isto definir suas metas de desempenho baseadas na Receita da Transmissão.

A principal contribuição deste trabalho é controlar, prever e minimizar o impacto da PV na ELETRONORTE. Como exemplo, somente no mês de julho de 2008, primeiro mês de aplicação da Resolução 270/2007, o uso deste sistema e de suas bases de contestação permitiu a redução de uma PV inicial atribuída pelo ONS de R\$ 2.154.128,53 para R\$ 236.815,63 confirmando assim sua aplicabilidade e afinidade com seus objetivos: Gestão da Parcela Variável.

## 11.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) G. LAMBERT-TORRES, G.M. RIBEIRO, C.I.A. COSTA, A.P. ALVES DA SILVA & V.H. QUINTANA - *Knowledge Engineering Tool for Training Power-Substation Operators*, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 12, No. 2, pp. 694-699, April 1997.

## 12.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Milton Nunes da Silva Filho

Nascido em General Câmara, RS em 30 de julho de 1961.

Doutor em Engenharia Elétrica (2006) e Mestre em Engenharia da Energia (2002) ambos pela Universidade Federal de Itajubá, MG; Engenheiro Civil (1986) pela Universidade de Brasília, e Analista de Sistemas (1983) pela Escola Técnica da Universidade Católica de Brasília, DF.

Empresa: ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A., desde 1986.

Coordenador das Equipes de Gestão da Parcela Variável, Pós Operação e INFO\_OPR na Superintendência de Engenharia de Operação e manutenção da Transmissão – COT.