

Relatório Técnico

Nº/Ano: XXXX/2016 **Nº de Páginas:** 31 **Nº de Anexos:**

Título: Manual do Usuário do Modelo MATRIZ Versão 4.2.0

Departamento: Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente - DEA

Área de Responsabilidade: B200 **Conta de Apropriação:** 1781

Cliente:
Ministério de Minas e Energia – MME
Esplanada dos Ministérios Bloco U – sala 552
5º. andar – CEP: 70065-900 – Brasília – DF
Atenção: Sr. Gilberto Hollauer

Resumo:
Este relatório descreve os arquivos de entrada e saída do programa MATRIZ Versão 4.2.0.

Autores:
Carlos Henrique Medeiros de Sabóia – Cepel
Luiz Guilherme Barbosa Marzano – Cepel

Palavras-Chave:
Matriz energética
Planejamento da expansão de longo prazo
Classificação:

Gerente de Projeto

Nome: Luiz Guilherme Barbosa Marzano

Tel.: (21)25986065 **Fax:** (21)25986482
E-mail: marzano@cepel.br

Chefe do Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente
Maria Elvira Piñeiro Maceira

Tel.: (21)25986454 **Fax:** (21)25986482
E-mail: elvira@cepel.br

Aprovação

Roberto Pereira Caldas
Diretor de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
/ /

MANUAL DO USUÁRIO DO

Modelo MATRIZ

Versão 4.2.0

Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente

DEA/CEPEL

Índice

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Introdução..... | 4 |
| 2 | Modelo MATRIZ | 5 |
| 3 | Estrutura de Dados..... | 8 |
| | 3.1 Dados Gerais - GERAL..... | 9 |
| | 3.2 Reservas – RESERVAS | 10 |
| | 3.3 Formas de Energia – ENERGIAS | 10 |
| | 3.4 Dados das Reservas – RESERVASDADOS | 11 |
| | 3.4.1 Dados Gerais..... | 11 |
| | 3.4.2 Dados Variáveis | 11 |
| | 3.5 Fatores de variação diurna e sazonal - FATORES..... | 12 |
| | 3.6 Dados de demanda – DEMANDAS..... | 12 |
| | 3.7 Dados para análise socioambiental – IMPACTOAMBIENTAL..... | 13 |
| | 3.8 Dados para análise dos poluentes – POLUENTES | 13 |
| | 3.9 Dados das tecnologias – TECNOLOGIAS (Geral)..... | 14 |
| | 3.9.1 Identificação..... | 14 |
| | 3.9.2 Dados de transformação | 15 |
| | 3.9.3 Coeficientes de impacto socioambiental | 16 |
| | 3.9.4 Coeficientes de emissão de poluentes | 17 |
| | 3.9.5 Capacidade Histórica..... | 17 |
| | 3.10 Dados das tecnologias – TECNOLOGIAS (Temporal)..... | 18 |
| | 3.10.1 Dados de Investimento..... | 18 |
| | 3.10.2 Dados de Operação Fixa..... | 19 |
| | 3.10.3 Dados de Operação Variável..... | 19 |
| | 3.11 Restrições Variáveis – Definição dos Grupos de Tecnologias...21 | |
| | 3.12 Restrições Variáveis – Alocação de Tecnologias aos Grupos....21 | |
| | 3.13 Restrições Variáveis – Definição | 22 |
| 4 | Anexo I – Relatórios de Saída | 27 |
| | 4.1 Relatório Matriz.out..... | 27 |
| | 4.2 Relatório MatrizOutTec.csv..... | 27 |
| | 4.3 Relatório MatrizOutTec_UnidOri.csv | 28 |
| | 4.4 Relatório MatrizOutTec_Cost.csv | 28 |

| | | |
|-----|---|----|
| 4.5 | Relatório MatrizOutEnerg.csv..... | 28 |
| 4.6 | Relatório MatrizOutEnerg_Pol.csv | 29 |
| 4.7 | Relatório MatrizOutEnerg_Cost.csv | 29 |
| 4.8 | Relatório MatrizOutEnerg_UnidOri.csv | 29 |
| 5 | Anexo II – ALTERAÇÕES A PARTIR DA VERSÃO 1.0..... | 30 |

PROVISÓRIO

1 Introdução

Está em desenvolvimento no CEPEL a ferramenta computacional MATRIZ, Matriz Energética Brasileira, capaz de determinar projeções futuras da matriz energética brasileira utilizando um modelo de otimização linear. Esta ferramenta tem por objetivo auxiliar os estudos de oferta do planejamento da expansão de longo prazo de sistemas energéticos.

O modelo em desenvolvimento no CEPEL segue uma formulação matemática genérica que permite representar qualquer tipo de cadeia energética e qualquer combinação das mesmas, portanto, capaz de representar qualquer sistema energético integrado. Outra característica importante é a capacidade de representar com facilidade o aparecimento de novas tecnologias.

Esse manual descreve a primeira versão do modelo visando sua aplicação às cadeias do carvão e lenha. Nesta aplicação, a função objetivo considerada consiste na minimização da soma dos custos de investimentos em novos equipamentos de extração e/ou de transformação do carvão e de seus custos de operação, necessários para o pleno atendimento a evoluções exógenas ao longo do horizonte de estudo das demandas finais de carvão metalúrgico, carvão vapor, coque, gás de coque, alcatrão, lenha, carvão vegetal, e eletricidade de origem em térmicas à carvão. Restrições operativas, de vida útil dos equipamentos, de limites de exploração de reserva primária, dentre outras, são levadas em consideração.

2 Modelo MATRIZ

De forma geral, o modelo MATRIZ é uma aplicação de programação linear para a análise bottom-up da expansão de sistemas energéticos integrados com demandas energéticas exógenas. Tem como função objetivo a minimização dos custos de investimentos em equipamentos (tecnologias) que compõem um sistema energético, bem como seus custos de operação, tendo como base estimativas exógenas das evoluções das demandas de energia, da vida útil dos equipamentos existentes, das características das tecnologias do futuro e o potencial de suas reservas primárias.

Trata-se de um modelo com representação explícita de tecnologias, portanto, capaz de representar todas as etapas de um fluxo de energia desde a reserva primária até o ponto de atendimento à demanda, passando por níveis. Em geral, os níveis de energia são classificados em energias primária, secundária, final e útil. Quaisquer dos níveis podem ser considerados como nível de demanda. A cada nível de energia são definidas formas de energia as quais são transformadas em outras através de tecnologias. As formas de energia são ordenadas em conjunto com as reservas e as demandas de acordo com a ordem de entrada.

As tecnologias são representadas como consumidoras de uma ou mais formas de energia e produzindo uma ou mais formas de energia a coeficientes constantes¹. Para cada tecnologia i associa-se uma variável de expansão, e uma variável de operação. Estas variáveis são definidas levando-se em conta a escolha para a tecnologia i de uma das formas de energia a ela relacionadas, podendo ser uma forma de energia consumida ou produzida pela tecnologia, para ser considerada como a "energia de referência" da tecnologia.

Usualmente os equipamentos são agrupados em equipamentos de extração de energia primária das reservas, de transformação das diferentes formas de energia primária em formas de energia secundária, de transporte e distribuição das diferentes formas de energia, e os capazes de transformar formas de energia secundária em finais e assim por diante. Pode-se considerar ainda no sistema energético equipamentos para importação e exportação de diferentes formas de energia. A Figura 1 ilustra uma representação esquemática de um exemplo simplificado de cadeia de carvão.

¹ Exceções são as tecnologias de extração que consomem reservas, tecnologias de importação que não consomem nenhuma forma de energia e tecnologias de exportação que não produzem forma de energia.

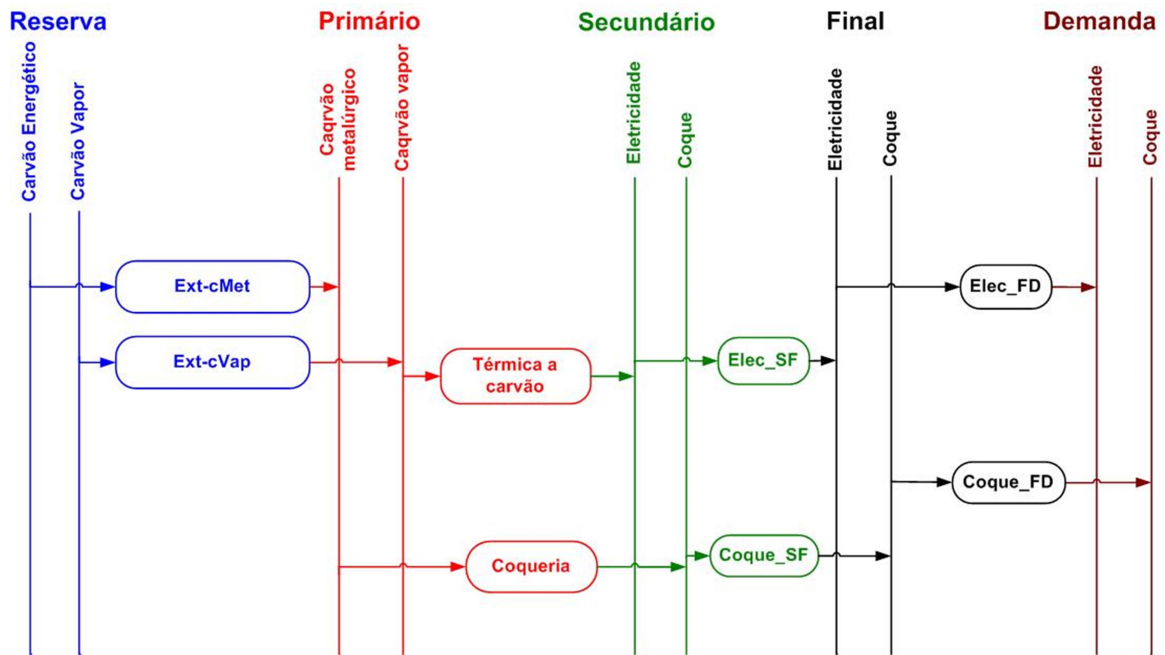


Figura 1. Representação esquemática de um exemplo simplificado de cadeia de carvão

No modelo MATRIZ, o horizonte de planejamento é dividido em períodos, cada período representado por um ano denominado ano de estudo, que são definidos pelo usuário. Esse ano é considerado o ano inicial do período. O horizonte de planejamento é considerado como o intervalo entre o primeiro ano de estudo e o ano final, também definido pelo usuário. A análise de atendimento à demanda é feita para cada período, cuja duração compreende o intervalo de tempo entre dois anos de estudos sucessivos ou entre o último ano de estudo e ano final. Cada ano de um período é considerado idêntico, ou seja, dados de entrada e de saída relacionados a um certo período são anuais e valem para cada um dos anos do período. Uma exceção é feita para as expansões de capacidade dos equipamentos, que são consideradas como ocorrendo no início de cada período, com sua correspondente capacidade instalada ficando disponível até o final de sua vida útil.

No processo de otimização o modelo leva em consideração a capacidade dos equipamentos existentes, sua vida útil e calcula os incrementos de capacidade necessários para o atendimento à demanda de energia estimada para cada período de análise. Algumas demandas podem ser modeladas com variações entre uma estação do ano e outra e/ou variações dentro do próprio dia. Nesse caso, o modelo otimiza a expansão para atendimento da demanda a cada intervalo de análise considerado. Da mesma forma, algumas tecnologias podem apresentar variações sazonais em sua capacidade de produção. Estas variações são representadas por meio de fatores sazonais e/ou diurnos típicos fornecidos pelo usuário.

As tecnologias são ordenadas conforme a ordem de entrada de seus dados. O usuário pode definir vários tipos de limites para uma dada tecnologia, por exemplo: limite máximo de expansão de

capacidade até o final do horizonte, limites operativos, limites mínimos e máximo de expansão em cada período (seja por meio de valores absolutos ou por taxas de crescimento).

O modelo MATRIZ permite modelar relações entre tecnologias, por exemplo: limite de participação de uma tecnologia com relação a outras no atendimento de uma certa demanda.

Com base nesta estrutura pode-se montar uma representação do sistema energético de forma que uma simulação do modelo MATRIZ determine a evolução deste sistema ao longo do horizonte de planejamento de maneira a minimizar o custo total atualizado. O custo de cada ano inclui os seguintes elementos:

- Custos anualizados de investimentos em expansões das capacidades dos equipamentos;
- Custos anuais de operação e manutenção fixos e variáveis das tecnologias;
- Custos de importações de energia,
- Custos de combustíveis domésticos,
- Custos de penalidade relacionados com restrições definidas pelo usuário.

Os custos de operação são descontados do meio do período corrente para o primeiro ano. Por outro lado, os custos relacionados com a construção, por default, são descontados do início do período para o primeiro ano (ano base).

3 Estrutura de Dados

A Figura 2 a seguir ilustra o fluxo de dados necessários para execução do programa MATRIZ.

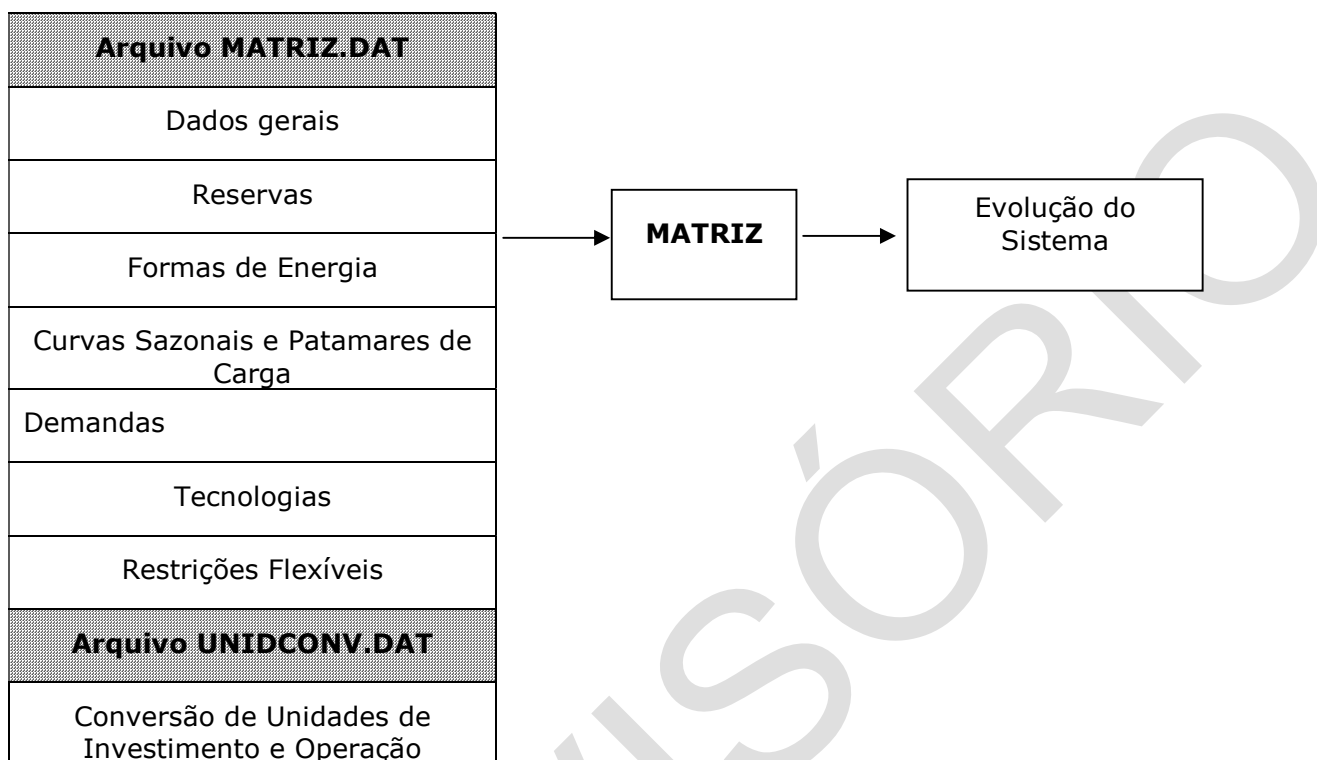


Figura 2. Fluxograma de dados entrada/saída do programa MATRIZ

3.1 Dados Gerais - GERAL

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|--|
| 1 | 33 a 53 | A20 | ncaso | Nome do caso que o usuário está trabalhando. |
| 2 | 33 a 36 | I4 | AnoB | Ano base do estudo. |
| 3 | 33 a 36 | I4 | K | Número de períodos do horizonte planejamento. |
| 4 | 33 a 36 | I4 | Ano(i) | Ano inicial de cada período. Deverão existir tantos registros deste tipo quantos forem o número de períodos de planejamento. |
| 5 | 33 a 36 | I4 | AnoF | Ano final do horizonte |
| 6 | 33 | I1 | CenHdr | Número de cenários hidrológicos (1 ou 2) |
| 7 | 33 a 36 | F4.1 | td | Taxa de desconto anual (%.) |
| 8 | 33 a 36 | I4 | L | Número de patamares de carga (1 ou 2) |
| 9 | 33 a 36 | I4 | $\phi(1)$ | Fração (percentual) de tempo correspondente ao primeiro patamar. |

Um registro para cada estação.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|--|
| 10 | 33 a 36 | I4 | NZ | Número de estações. |
| 11 | 33 a 36 | I4 | $\theta(sz)$ | Fração (percentual) do ano correspondente à duração da estação sz. |

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|--|
| 12 | 33 a 36 | I4 | VU | Vida Útil: 1-Valor Salvado; 0-Perpetuidade |

3.2 Reservas – RESERVAS

Um registro para cada reserva.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------------------|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número atribuído a cada reserva. |
| 2 | 7 a 32 | A25 | | Nome de cada reserva. |

3.3 Formas de Energia – ENERGIAS

Um registro para cada forma de energia.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|--|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número atribuído a cada forma de energia. |
| 2 | 7 a 11 | A5 | | Nível da forma de energia |
| 3 | 14 a 16 | I3 | | Caso existam estações sazonais, este índice indica se a mesma será considerada para a respectiva forma de energia. 0: Não considera; 1: Considera. |
| 3 | 19 a 43 | A25 | | Nome de cada forma de energia. |

3.4 Dados das Reservas – RESERVASDADOS

Este conjunto de dados caracteriza as reservas energéticas listadas anteriormente. Os conjuntos de dados de cada reserva são separados por um registro contendo 9999 nas colunas de 1 a 4.

3.4.1 Dados Gerais

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|------------------|--|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número da reserva |
| 2 | 7 a 8 | I2 | | Grade. Esta opção encontra-se indisponível nesta versão. |
| 3 | 11 a 19 | F9.1 | $Vol_{AB}^j(k)$ | Volume total no início do ano base, dado em ktep. |
| 4 | 22 a 30 | F9.1 | $Extr_{AB}^j(k)$ | Extração total no ano base, dado em ktep. |

3.4.2 Dados Variáveis

Um registro para cada período.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|--------------------|--|
| 1 | 33 a 35 | I3 | k | Período de estudo ao qual se refere os dados. |
| 2 | 38 a 46 | F9.1 | | Custo de Extração (royalties), dado em \$/ktep. |
| 3 | 41 a 57 | F9.1 | $Extr_{min}^j(k)$ | Extração mínima anual da reserva j no período k, em ktep. |
| 4 | 60 a 68 | F9.1 | $Extr_{max}^j(k)$ | Extração máxima anual da reserva j no período k, em ktep. |
| 5 | 71 a 79 | F9.1 | $ExtrT_{min}^j(k)$ | Extração mínima da reserva j acumulada até o período k inclusive, em ktep. |
| 6 | 82 a 90 | F9.1 | $ExtrT_{max}^j(k)$ | Extração máxima da reserva j acumulada até o período k inclusive, em ktep. |

3.5 Fatores de variação diurna e sazonal - FATORES

As demandas de energia podem apresentar variações diurnas e sazonais com relação à demanda média anual. Estas variações são representadas por curvas típicas definidas por fatores de patamar de carga (variação diurna) e fatores sazonais. A aplicação destas curvas permite calcular as demandas de energia em cada patamar e estação do ano (estágio), caso uma análise do atendimento à demanda de forma mais detalhada seja necessária. De maneira análoga, estes fatores podem ser aplicados à operação de tecnologias que apresentam variações sazonais e/ou diurnas de produção.

Neste conjunto deve se ter um registro para cada curva típica, sendo cada curva representada por no máximo quatro fatores sazonais e dois fatores diurnos (patamares de carga).

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|--|
| 1 | 1 a 4 | I4 | Cj | Número da curva de fatores. |
| 2 | 7 a 10 | F4.2 | FTS(1) | Fator de sazonalidade referente a 1ª. estação. |
| 3 | 13 a 16 | F4.2 | FTS(2) | Fator de sazonalidade referente a 2ª. estação. |
| 4 | 19 a 22 | F4.2 | FTS(3) | Fator de sazonalidade referente a 3ª. estação. |
| 5 | 25 a 28 | F4.2 | FTS(4) | Fator de sazonalidade referente a 4ª. estação. |
| 6 | 32 a 35 | F4.2 | FTP(1,1) | Fator do 1º. patamar da 1ª. estação. |
| 7 | 38 a 41 | F4.2 | FTP(2,1) | Fator do 2º. patamar da 1ª. estação. |
| 8 | 45 a 48 | F4.2 | FTP(1,2) | Fator do 1º. patamar da 2ª. estação. |
| 9 | 51 a 54 | F4.2 | FTP(2,2) | Fator do 2º. patamar da 2ª. estação. |
| 10 | 58 a 61 | F4.2 | FTP(1,3) | Fator do 1º. patamar da 3ª. estação. |
| 11 | 64 a 67 | F4.2 | FTP(2,3) | Fator do 2º. patamar da 3ª. estação. |
| 12 | 71 a 74 | F4.2 | FTP(1,4) | Fator do 1º. patamar da 4ª. estação. |
| 13 | 77 a 80 | F4.2 | FTP(2,4) | Fator do 2º. patamar da 4ª. estação. |

3.6 Dados de demanda – DEMANDAS

Neste conjunto são listadas todas as formas de energia que possuem demanda e os correspondentes valores de demanda para cada ano de estudo. Existirão tantos registros quantos forem o número de formas de energia com demanda.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|---|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número da forma de energia que possui dados de demanda. |
| 2 | 7 a 10 | I4 | | Número da curva típica de patamar de carga e sazonalidade. |
| 3 | 13 a 20 | F8.2 | Dem_j^1 | Valor da demanda para o primeiro <i>ano de estudo</i> , dado em ktep. |
| ... | ... | ... | | ... |
| N | ... | F8.2 | Dem_j^k | Valor da demanda para o último <i>ano de estudo</i> , dado em ktep. |

3.7 Dados para análise socioambiental – IMPACTOAMBIENTAL

Um registro para cada poluente.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|--|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número do componente síntese. |
| 2 | 7 a 31 | A25 | | Nome do componente síntese. |
| 3 | 34 a 41 | F8.2 | CA_j^1 | Penalidade por impacto socioambiental no componente j no período 1, dado em \$/(Unidade de Impacto). |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| N | | F8.2 | CA_j^N | Penalidade por impacto socioambiental no componente j no período N, dado em \$/(Unidade de Impacto). |

3.8 Dados para análise dos poluentes – POLUENTES

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|---------------|---|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número do poluente. |
| 2 | 7 a 31 | A25 | | Nome do poluente. |
| 3 | 34 a 41 | F8.2 | CE_j^1 | penalidade por emissão do poluente j no período 1, dado em $\$/(\text{Unidade de Emissão})$. |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| N | | F8.2 | CE_j^N | penalidade por emissão do poluente j no período N, dado em $\$/(\text{Unidade de Emissão})$. |

3.9 Dados das tecnologias – TECNOLOGIAS (Geral)

3.9.1 Identificação

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|---------------|--|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número da tecnologia. |
| 2 | 7 a 22 | A19 | | Nome da tecnologia. |
| 3 | 25 | A | | Tipo de tecnologia: H (hidrelétrica), T (termelétrica), R (renovável), I (interconexão), A (auto-produção), O (outras) |
| 4 | 28 a 29 | I2 | VU_i | Número de anos de vida útil da tecnologia. |
| 5 | 32 a 34 | I3 | | Caso existam estações sazonais, este índice indica se a tecnologia terá perfil sazonal definido. 0: Não; 1: Sim. |

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|---------------|---|
| 6 | 37 a 40 | I4 | Cj | Número da curva de fatores de variação diurna e sazonal. |
| 7 | 43 a 47 | F5.1 | Tx | Taxa de desconto entre estágios para cada tecnologia. Esta taxa será utilizada apenas se o usuário desejar informar uma taxa diferente daquela informada no registro de dados gerais. |

3.9.2 Dados de transformação

O conjunto de registros (a) e (b) descrito as a seguir devem ser fornecidos para cada modo de operação.

a) Identificação do modo de operação

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|----------------|---|
| 1 | 52 a 54 | I4 | NM | Número do modo de operação. |
| 2 | 55 a 56 | I2 | | Período referente à eficiência da tecnologia. Se não for informado valor, será adotado a referência ao 1º. período. |
| 3 | 59 a 62 | I4 | | Número da forma de energia de referencia. |
| 4 | 65 a 70 | F6.0 | $\delta_{i,z}$ | Coefficiente de capacidade da energia de referência. |

b) Caracterização das formas de energia

Neste conjunto existem tantos registros quantos forem as formas de energia consumidas ou produzidas através de um modo de operação de uma tecnologia.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|-----------|---------|----------------|--|
| 1 | 73 a 76 | I4 | j | Número da forma de energia consumida. |
| 2 | 79 a 80 | I2 | | Informa se o número refere-se a uma forma de reserva (1) ou forma de energia (2). |
| 3 | 83 a 87 | F5.3 | $\eta_{i,z,j}$ | Coeficiente da forma de energia j com relação a energia de referência, este valor deve estar contido no intervalo entre 0 e 1. |
| 4 | 90 a 93 | I4 | j | Número da forma de energia de produzida. |
| 5 | 96 a 97 | I2 | | Informa se o número refere-se a uma forma de reserva (1) ou forma de energia (2). |
| 6 | 100 a 104 | F5.3 | $\eta_{i,z,j}$ | Coeficiente da forma de energia j com relação à energia de referência, este valor deve estar contido no intervalo entre 0 e 1. |

3.9.3 Coeficientes de impacto socioambiental

Um registro para cada componente socioambiental.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|-----------|---------|-----------------|--|
| 1 | 108 a 111 | I4 | | Número do componente síntese j da expansão da tecnologia i |
| 2 | 114 a 120 | F7.0 | $\varphi_{i,j}$ | coeficiente de impacto socioambiental referente ao componente síntese j da expansão da tecnologia i, dado em (Unidade de Impacto)/(ktep/ano) |

3.9.4 Coeficientes de emissão de poluentes

Um registro para cada poluente.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|-----------|---------|------------------|---|
| 1 | 124 a 127 | I4 | | Modo de operação z da tecnologia i. |
| 2 | 131 a 134 | I4 | | Número do poluente j pela operação da tecnologia i no modo de operação z. |
| 3 | 137 a 143 | F7.0 | $\omega_{i,z,j}$ | coeficiente de emissão do poluente j pela operação da tecnologia i no modo de operação z, dado em (Unidade de Emissão)/(ktep) |

3.9.5 Capacidade Histórica

Um registro para cada categoria de capacidade histórica.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|-----------|---------|------------------|--|
| 1 | 148 a 151 | I4 | Ano_h | Ano de instalação da categoria h |
| 2 | 155 a 161 | F7.0 | $CapEx_i^h$ | Capacidade existente (ktep) no ano Base da tecnologia i construída no ano Anoh |
| 3 | 164 a 170 | F7.0 | $Extr_{AB}^h(j)$ | Extração histórica da instalação na categoria h, dada em ktep (informação aplicável às tecnologias de extração). |

3.10 Dados das tecnologias – TECNOLOGIAS (Temporal)

3.10.1 Dados de Investimento

Um registro para cada período k.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|-------------------|--|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número da tecnologia. |
| 2 | 7 a 25 | A19 | | Nome da tecnologia. |
| 3 | 28 a 30 | I3 | k | Período de estudo |
| 3.1 | 12 a 15 | I4 | UnidOper | No registro onde k=2 este valor representa a curva de unidades de conversão da operação no arquivo UnidConv.dat |
| 3.2 | 22 a 25 | I4 | UnidCap | No registro onde k=2 este valor representa a curva de unidades de conversão da capacidade no arquivo UnidConv.dat |
| 3.3 | 23 a 25 | I3 | DifPat | No registro onde k=3 este valor representa a diferença percentual máxima entre os patamares de carga. |
| 3.4 | 19 a 25 | F8.0 | CustRetrofit | No registro onde k=4 este valor representa o custo de reabilitação da capacidade existente em \$/ktep. |
| 3.5 | 23 a 25 | I3 | TMin | No registro onde k=5 este valor representa o instante a partir do qual é permitida a reabilitação. |
| 4 | 34 a 41 | F8.1 | CI_i^k | custo unitário de expansão da capacidade da tecnologia i no período k, por unidade de energia de referência, em \$/ktep. |
| 5 | 44 a 51 | F8.1 | $Exp_{min}^{i,k}$ | Expansão anual mínima de capacidade da tecnologia i, no período k, em ktep. |

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|--------------------|---|
| 6 | 54 a 61 | F8.1 | $Exp_{max}^{i,k}$ | Expansão anual máxima de capacidade da tecnologia i , no período k , em ktep. |
| 7 | 64 a 71 | F8.1 | $Expt_{min}^{i,k}$ | Expansão acumulada total máxima de capacidade da tecnologia i , no período k , em ktep. |
| 8 | 74 a 81 | F8.1 | $Expt_{max}^{i,k}$ | Expansão acumulada total máxima de capacidade da tecnologia i , no período k , em ktep. |
| 9 | 84 a 88 | F5.1 | | Taxa de expansão anual mínima (em desenvolvimento). |
| 10 | 91 a 95 | F5.1 | | Taxa de expansão anual máxima (em desenvolvimento). |

3.10.2 Dados de Operação Fixa

Um registro para cada período k .

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|-----------|---------|------------------|---|
| 1 | 99 a 102 | F4.2 | $Fc_{min}^{i,k}$ | Fator de capacidade mínimo da tecnologia i no período k |
| 2 | 105 a 108 | F4.2 | $Fc_{max}^{i,k}$ | fator de capacidade máximo da tecnologia i do período k |
| 3 | 111 a 118 | F8.1 | | Custo fixo de operação e manutenção em \$/ktep |

3.10.3 Dados de Operação Variável

Um registro para cada período k .

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|---------------|-----------|
|-------|---------|---------|---------------|-----------|

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|-----------|---------|------------------------|--|
| 1 | 122 a 124 | I3 | FpFlag | Utiliza fatores de participação nos cenários hidrológicos (0-não;1-sim). |
| 2 | 127 a 130 | F4.2 | FCH _C | Fator de participação em condição de hidrologia crítica. |
| 3 | 133 a 136 | F4.2 | FCH _M | Fator de participação em condição de hidrologia média. |
| 4 | 140 a 147 | F8.1 | $CO_{i,z}^k$ | Custo Variável de Operação, modo de operação 1, dado em \$/ktep. |
| 5 | 150 a 157 | F8.1 | $Oper_{\min}^{i,z}(k)$ | Operação mínima anual da tecnologia i no período k , modo de operação 1, em termos de quantidade da energia de referência modo de operação z , em ktep. |
| 6 | 160 a 167 | F8.1 | $Oper_{\max}^{i,z}(k)$ | Operação máxima anual da tecnologia i no período k , modo de operação 1, em termos de quantidade da energia de referência do modo de operação z , em ktep (mil tep). |
| 7 | 171 a 178 | F8.1 | $CO_{i,z}^k$ | Custo Variável de Operação, modo de operação 2, dado em \$/ktep. |
| 8 | 181 a 188 | F8.1 | $Oper_{\min}^{i,z}(k)$ | Operação mínima anual da tecnologia i no período k , modo de operação 2, em termos de quantidade da energia de referência modo de operação z , em ktep. |
| 9 | 191 a 198 | F8.1 | $Oper_{\max}^{i,z}(k)$ | Operação máxima anual da tecnologia i no período k , modo de operação 2, em termos de quantidade da energia de referência do modo de operação z , em ktep (mil tep). |
| 10 | 202 a 209 | F8.1 | $CO_{i,z}^k$ | Custo Variável de Operação, modo de operação 3, dado em \$/ktep. |

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|-----------|---------|------------------------|--|
| 11 | 212 a 219 | F8.1 | $Oper_{\min}^{i,z}(k)$ | Operação mínima anual da tecnologia i no período k , modo de operação 3, em termos de quantidade da energia de referência modo de operação z , em ktep. |
| 12 | 222 a 229 | F8.1 | $Oper_{\max}^{i,z}(k)$ | Operação máxima anual da tecnologia i no período k , modo de operação 3, em termos de quantidade da energia de referência do modo de operação z , em ktep (mil tep). |

3.11 Restrições Variáveis – Definição dos Grupos de Tecnologias

Um registro para cada Grupo de Tecnologias.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|---------|---------|---------------|---|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número atribuído ao Grupo de Tecnologias. |
| 2 | 7 a 25 | A19 | | Nome do Grupo. |

3.12 Restrições Variáveis – Alocação de Tecnologias aos Grupos

Um registro para cada tecnologia informada.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|-------|-----------|---------|---------------|---|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número da tecnologia. |
| 2 | 7 a 25 | A19 | | Nome da tecnologia. |
| 3 | 28 a 31 | I4 | | 1o. Grupo a que pertence a tecnologia. |
| ... | ... | ... | | ... |
| N | 196 a 199 | I4 | | N-ésimo grupo a que pertence a tecnologia |

Neste campo os grupos de tecnologias, definidos no item anterior, são atribuídos a cada tecnologia informada. Uma dada tecnologia pode fazer parte de vários grupos diferentes. Como exemplo podemos citar o caso das tecnologias de hidroeletricidade, que podem pertencer a diversos grupos pré-definidos como o grupo das hidrelétricas, grupo das renováveis, grupo das tecnologias de eletricidade, grupo das tecnologias não poluentes, etc.

3.13 Restrições Variáveis – Definição

Um registro para cada parcela da restrição.

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|---|
| 1 | 1 a 4 | I4 | | Número da restrição. |
| 2 | 7 a 25 | A19 | | Nome da restrição. |
| 3 | 30 a 32 | A3 | | Sinal da restrição. |
| 4 | 35 a 44 | F10.2 | | RHS da restrição. |
| 5 | 48 a 51 | I4 | | Define se as variáveis envolvidas são de investimento (1) ou operação (2). |
| 6 | 54 a 57 | I4 | | Define se as variáveis são referentes a uma tecnologia apenas (1) ou a um grupo de tecnologias (2). |
| 7 | 60 a 63 | I4 | | Número da Tecnologia ou do Grupo de Tecnologias. |
| 8 | 67 a 70 | I4 | | Período a que pertence a 1ª. Variável. |
| 9 | 73 a 77 | I4 | | Período a que pertence a última variável. |
| 10 | 86 a 89 | I4 | | No caso da variável em estudo ser de operação, informar o 1º. patamar de carga em análise. |
| 11 | 92 a 95 | I4 | | No caso da variável em estudo ser de operação, informar o último patamar de carga em análise. |
| 12 | 98 a 101 | I4 | | No caso da variável em estudo ser de operação, informar a 1º. estação sazonal em análise. |

| Campo | Colunas | Formato | Nome do campo | Descrição |
|--------------|----------------|----------------|----------------------|---|
| 13 | 104 a 107 | I4 | | No caso da variável em estudo ser de operação, informar a última estação sazonal em análise. |
| 14 | 110 a 113 | I4 | | No caso da variável em estudo ser de operação, informar o 1º. modo de operação em análise. |
| 15 | 116 a 119 | I4 | | No caso da variável em estudo ser de operação, informar o último modo de operação em análise. |
| 16 | 123 a 132 | F10.2 | | Coeficientes das variáveis na restrição. |
| 17 | 136 a 138 | I3 | | Informa se a capacidade existente da tecnologia ou do grupo de tecnologias deve ser considerada (1) ou não (0). |

Este campo define restrições flexíveis implementadas pelo próprio usuário. Estas restrições são separadas pelo indicador 9999 e cada uma é definida através de suas parcelas. Estas podem representar um somatório, ao longo do horizonte de estudo ou de períodos sazonais, do investimento ou operação de uma tecnologia individual ou de um grupo de tecnologias.

A seguir apresentam-se alguns exemplos práticos de aplicação destas restrições variáveis, desde a definição dos grupos de tecnologias, da alocação das tecnologias a estes grupos e da inclusão da restrição.

A Figura 3 a seguir apresenta o registro onde são definidos os vários tipos de grupos de tecnologias. Estes grupos poderão ser utilizados na elaboração das restrições variáveis.


```
*GRUPOS*
-----
NUM  NOME
XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
0001 Grupo Hidro
0002 Grupo Nuclear
0003 Grupo Gas Natural
0004 Grupo Oleo Combustivel
0005 Grupo Carvao
0006 Grupo Biomassa
0007 Grupo Eólica
0008 Grupo Solar
0009 Grupo Outras
0010 Grupo Renovável
0011 Grupo Oleo Diesel
0020 Grupo Não-renovável
0030 Eletricidade Total
FIM
```

Figura 3. Grupos de Tecnologias nas Restrições Variáveis

A Figura 4 a seguir apresenta o registro no qual as tecnologias listadas são atribuídas aos mais diversos grupos. Por exemplo, a tecnologia X-S-H_TAP representa o potencial hidrelétrico no subsistema Tapajós e a mesma pertence ao grupo 0001 (Hidro), 0010 (Renovável) e 0030 (Eletricidade). Um outro exemplo seria a tecnologia S-S-T_OC_SE que representa o potencial das termelétricas movidas a óleo combustível no subsistema Sudeste, a mesma pertence ao grupo 0004 (Óleo Combustível), 0020 (Não-renovável) e 0030 (Eletricidade).

```

*TECNOLOGIAS GRUPOS*
-----
NUM  NOME                GRUP  GRUP  GRUP  GRUP  GRUP  GRUP  GRUP  GRUP  GRUP  GRUP  GRUP
XXXX  XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  XXXX  XXXX  XXXX  XXXX  XXXX  XXXX  XXXX  XXXX  XXXX
1104  X-S-H_IT            0001  0010  0030
1108  X-S-H_TAP           0001  0010  0030
1105  X-S-H_BM            0001  0010  0030
1106  X-S-H_MAD           0001  0010  0030
1107  X-S-H_MAN           0001  0010  0030
1100  X-S-H_SE            0001  0010  0030
1103  X-S-H_N             0001  0010  0030
1101  X-S-H_S             0001  0010  0030
1102  X-S-H_NE            0001  0010  0030
1173  S-S-NUC_NE         0002  0020  0030
1174  S-S-NUC_S          0002  0020  0030
1096  S-S-NUC_SE         0002  0020  0030
1023  P-S-T_GNS_AP       0003  0020  0030
1026  P-S-T_GNS_MAN      0003  0020  0030
1025  P-S-T_GNS_NE       0003  0020  0030
1180  P-S-T_GNS_S        0003  0020  0030
1024  P-S-T_GNS_SE       0003  0020  0030
1035  S-S-T_OC_AP        0004  0020  0030
1179  S-S-T_OC_MAD       0004  0020  0030
1178  S-S-T_OC_N         0004  0020  0030
1176  S-S-T_OC_NE        0004  0020  0030
1177  S-S-T_OC_S         0004  0020  0030
1033  S-S-T_OC_SE        0004  0020  0030
1175  S-S-T_OD_NE        0011  0020  0030
1032  S-S-T_OD_SE        0011  0020  0030
1074  P-S-T_COI_NE       0005  0020  0030
1072  P-S-T_CVP_S        0005  0020  0030
1073  P-S-T_CVP_AP       0005  0020  0030
1169  P-S-T_BAG_AP_NE    0006  0010  0030
1110  P-S-T_BAG_AP_SE    0006  0010  0030
1116  X-S-WND_NE         0007  0010  0030
1117  X-S-WND_S          0007  0010  0030
1121  X-S-SLR_N          0008  0010  0030
1120  X-S-SLR_NE         0008  0010  0030
1119  X-S-SLR_S          0008  0010  0030
1118  X-S-SLR_SE         0008  0010  0030
1079  P-S-T_WOD          0009  0010  0030
1078  S-S-T_CKG_AP       0009  0020  0030
1077  S-S-T_TAR_AP       0009  0020  0030
FIM
    
```

Figura 4. Atribuição das Tecnologias aos Grupos

A Figura 5 a seguir A apresenta três exemplos de restrições variáveis de acordo com o formato de entrada no arquivo Matriz.dat.

A primeira 0001 limita o nível de emissões. Trata-se de uma restrição de operação (INV/OPER = 2) envolvendo quatro grupos de tecnologias (TEC/GRUP = 2), quais sejam, 0003 (Grupo Gás Natural), 0004 (Grupo Óleo Combustível), 0005 (Grupo Carvão) e 0011 (Grupo Óleo Diesel). Esta restrição envolve desde o período 1 (PER1 = 1) ao período 10 (PER2 = 10), trata da condição de hidrologia média (MED/CRIT = 1), do patamar de carga 1 (PAT1 = 1) ao 2 (PAT2 = 2), da estação sazonal 1

(SAZ1 = 1) a 4 (SAZ2 = 4), e do modo de operação 1 (MOP1 = 1 e MOP2 = 1). Os coeficientes que convertem geração de energia em emissões são dados em COEFICIENT.

A segunda 002 impõe um nível mínimo de expansão nuclear. Trata-se de uma restrição de investimento (INV/OPER = 1) envolvendo o grupo de tecnologias nuclear (TEC/GRUP = 2), ou seja, 0002 (Grupo Nuclear). Esta restrição diz que a expansão acumulada do período 1 ao 5 deve ser no mínimo igual aquela definida do período 1 ao 4 acrescido do valor definido no RHS.

A terceira 0003 impõe uma porcentagem mínima de eólicas na matriz elétrica ao final do horizonte de estudo. Trata-se de uma restrição de investimento (INV/OPER = 1) envolvendo os grupos de tecnologias eólicas (0007 - Grupo Eólica) e de eletricidade (0030 - Grupo Eletricidade). Esta restrição diz que a capacidade acumulada do período 1 ao 10 do grupo 0007 deve ser no mínimo igual a 10% da capacidade acumulada do período 1 ao 10 do grupo 0030, considerando a capacidade existente de ambos os grupos (HST = 1).

| *RESTRICOES* | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|-------|-------------|----------|----------|------|------|------|----------|------|------|------|------|------|------|-------------|-----|
| NUM | NOME | SINAL | RHS | INV/OPER | TEC/GRUP | NUM | PER1 | PER2 | MED/CRIT | PAT1 | PAT2 | SAZ1 | SAZ2 | MOP1 | MOP2 | COEFICIENT | HST |
| XXXX | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | <,=> | XXXXXXXX.XX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | XXXXXXXX.XX | XXX |
| 0001 | Emissoes(tCO2Eq) | < | 1000000.0 | 2 | 2 | 0003 | 1 | 10 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 6.97 | 0 |
| | | | | 2 | 2 | 0011 | 1 | 10 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 9.82 | 0 |
| | | | | 2 | 2 | 0004 | 1 | 10 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 10.46 | 0 |
| | | | | 2 | 2 | 0005 | 1 | 10 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 16.00 | 0 |
| 9999 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0002 | Nuclear | > | 2260.0 | 1 | 2 | 0002 | 1 | 5 | | | | | | | | 1.00 | 0 |
| | | | | 1 | 2 | 0002 | 1 | 4 | | | | | | | | -1.00 | 0 |
| 9999 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0003 | Eolica | > | 0.0 | 1 | 2 | 0007 | 1 | 10 | | | | | | | | 1.00 | 1 |
| | | | | 1 | 2 | 0030 | 1 | 10 | | | | | | | | -0.10 | 1 |
| FIM | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 5. Exemplos de Restrições Variáveis

4 Anexo I – Relatórios de Saída

4.1 Relatório Matriz.out

Neste relatório encontra-se, em formato de texto, os seguintes dados:

- a) Plano de Expansão Ótimo: para cada período de planejamento é fornecido as tecnologias que tiveram expansão e a respectiva quantidade expandida;
- b) Evolução da Capacidade das Tecnologias: para cada tecnologia é fornecido o valor expandido em cada período, o valor da expansão acumulada e a capacidade instalada em cada período (considerando-se a vida útil);
- c) Relatório de Balanço de Energia: para cada forma de energia ou reserva é fornecido as formas de energia que a produzem ou consomem. Além disso é fornecido o valor da operação de cada tecnologia, em cada período de planejamento, em cada patamar de carga, em cada estação sazonal e em cada modo de operação.
- d) Relatório de impressão dos custos marginais associados a cada restrição flexível definida pelo usuário.

4.2 Relatório MatrizOutTec.csv

Este relatório fornece, em formato CSV (Comma Separated Values), os dados de expansão do sistema. Para cada tecnologia é fornecido o valor da expansão em cada período de planejamento dado em ktep. Adicionalmente, em colunas adjacentes, apresenta o valor da capacidade instalada levando em consideração a vida útil.

A vantagem deste tipo de formato é que o mesmo pode ser aberto diretamente no Microsoft Excel, o que permite maior agilidade no tratamento dos dados e na geração de gráficos.

A Tabela 1 apresenta um exemplo deste relatório (planilha Excel) com os resultados obtidos com as cadeias de carvão e lenha detalhadas no Manual de Metodologia.

Tabela 1. Relatório MatrizOutTec

| NUMERO | TECNOLOGIA | Exp_2008/2012 | Exp_2013/2017 | Exp_2018/2022 | Exp_2023/2027 | Exp_2028/2033 | Capinst_2008/2012 | Capinst_2013/2017 | Capinst_2018/2022 | Capinst_2023/2027 | Capinst_2028/2033 |
|--------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | extr_cmet | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | 150.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | extr_cvapor | 566.9 | 845.2 | 3583.5 | 4552.7 | 0.0 | 3066.9 | 3912.2 | 4995.7 | 8981.4 | 8136.2 |
| 3 | cimp_cmet | 0.0 | 2419.0 | 19814.0 | 16399.8 | 0.0 | 15000.0 | 17419.0 | 22233.1 | 38632.9 | 36213.8 |
| 4 | Cimp_Cvapor | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1000.0 | 1000.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | limp_Coque | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1500.0 | 1500.0 | 1500.0 | 1500.0 | 0.0 |
| 6 | Cimp_Cveg | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1000.0 | 1000.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | coqueria | 2257.8 | 8908.9 | 0.0 | 0.0 | 10743.3 | 8257.8 | 17166.7 | 17166.7 | 17166.7 | 21910.0 |
| 8 | Term_Cvap | 0.0 | 651.8 | 0.0 | 0.0 | 1541.6 | 1066.0 | 1717.8 | 1717.8 | 1717.8 | 2193.3 |
| 9 | Term_autop_Cvap | 2.6 | 29.8 | 0.0 | 0.0 | 40.9 | 27.6 | 57.4 | 57.4 | 57.4 | 73.2 |
| 10 | Term_autop_lenha | 0.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 | 94.0 | 70.0 | 107.0 | 107.0 | 107.0 | 131.0 |
| 11 | carvoaria | 0.0 | 0.0 | 13385.6 | 8417.4 | 0.0 | 13000.0 | 13000.0 | 13385.6 | 21803.0 | 21803.0 |
| 12 | Lenha_PF | 2641.0 | 5155.0 | 22699.0 | 26811.0 | 0.0 | 18660.0 | 23815.0 | 30395.0 | 54665.0 | 49510.0 |
| 13 | Cvapor_PF | 54.0 | 109.0 | 480.0 | 567.0 | 0.0 | 395.0 | 504.0 | 643.0 | 1156.0 | 1047.0 |
| 14 | Cmet_PF | 504.9 | 1023.2 | 4507.2 | 5322.7 | 0.0 | 3704.9 | 4728.1 | 6035.2 | 10853.0 | 9829.8 |
| 15 | Term_autop_alcat | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.7 | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 16.0 | 19.7 |
| 16 | Term_autop_gascoq | 2.0 | 56.1 | 0.0 | 0.0 | 79.9 | 52.0 | 108.1 | 108.1 | 108.1 | 138.0 |
| 17 | Cveg_SF | 1004.7 | 2042.9 | 8999.4 | 10623.3 | 0.0 | 7395.7 | 9438.7 | 12047.0 | 21665.6 | 19622.7 |
| 18 | Gás_coq_SF | 160.0 | 325.0 | 1431.0 | 1690.0 | 0.0 | 1176.0 | 1501.0 | 1916.0 | 3446.0 | 3121.0 |
| 19 | Coque_SF | 1012.0 | 2053.0 | 9041.0 | 10678.0 | 0.0 | 7432.0 | 9485.0 | 12106.0 | 21772.0 | 19719.0 |
| 20 | Eletricidade_SF | 177.7 | 205.0 | 829.3 | 1144.7 | 0.0 | 744.0 | 949.0 | 12106.0 | 21779.0 | 1974.0 |
| 21 | Alcatrão_SF | 32.8 | 66.5 | 292.5 | 346.4 | 0.0 | 240.8 | 307.3 | 391.8 | 705.4 | 638.9 |
| 24 | Madeiraira | 3040.1 | 9118.7 | 11637.0 | 14849.2 | 18951.7 | 33040.1 | 42158.9 | 53795.9 | 68645.1 | 87596.8 |
| 25 | Term_cimp | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 26 | Importador | 13649.0 | 3770.1 | 4814.0 | 6140.9 | 7839.8 | 13649.0 | 17419.0 | 22233.1 | 28374.0 | 36213.8 |
| 27 | Auto_cons_coqueria | 431.1 | 119.1 | 152.0 | 194.0 | 247.6 | 431.1 | 550.1 | 702.1 | 896.1 | 1143.7 |
| 22 | Coque_SE | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 23 | CVeg_SE | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

4.3 Relatório MatrizOutTec_UnidOri.csv

Este relatório refere-se ao relatório anterior com a impressão fornecida na unidade inicial da capacidade da tecnologia.

4.4 Relatório MatrizOutTec_Cost.csv

Este relatório apresenta o custo de investimento a “valor presente” para cada tecnologia e em cada período de planejamento dado em milhões de \$.

4.5 Relatório MatrizOutEnerg.csv

Este relatório fornece, em formato CSV, a operação do sistema. Para cada forma de energia ou reserva são informadas as tecnologias que a produzem ou consomem. Além disso é fornecido o valor da operação de cada tecnologia, em cada período de planejamento, em cada patamar de carga, em cada estação sazonal e em cada modo de operação.

Após a definição do modo de operação em análise, são apresentados seis grupos de dados, para todos os períodos de estudo. No primeiro é informado a operação das tecnologias (GER-TEC), no segundo a energia produzida em excesso (FOLG-ENERG), no terceiro o valor dos custos duais em cada forma de energia (DUAL-ENERG), no quarto a disponibilidade de produção da tecnologia (CAPDISP-TEC), no quinto a diferença entre a disponibilidade e a produção de energia da tecnologia (FOLGGER-TEC) e no sexto a capacidade instalada (CAPINST-TEC).

A Tabela 2 a seguir apresenta um exemplo descrevendo o primeiro grupo de dados deste relatório (planilha Excel) com os resultados obtidos com as cadeias de carvão e lenha detalhadas no Manual de Metodologia.

Tabela 2. Relatório MatrizOutEnerg

| SAZ | PAT | NIVEL | NUM | FE | Forma de Energia | RELACAO | NUM | TEC | Tecnologia | M.OPER | 2008/2012 | 2013/2017 | 2018/2022 | 2023/2027 | 2028/2033 |
|-----|-----|-------|-----|----|---------------------------|---------|-----|-----|--------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1 | RESV | 1 | | carvão metalurgico | CONS. | 1 | | extr_cmet | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | RESV | 2 | | carvão vapor | CONS. | 2 | | extr_cvapor | 1 | 3066.9 | 3912.2 | 4995.7 | 6373.2 | 8136.2 |
| 1 | 1 | P | 1 | | CMet/primário | PROD. | 1 | | extr_cmet | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | P | 1 | | CMet/primário | PROD. | 3 | | cimp_cmet | 1 | 13649.0 | 17419.0 | 22233.1 | 28374.0 | 36213.8 |
| 1 | 1 | P | 1 | | CMet/primário | CONS. | 7 | | coqueria | 1 | 9944.0 | 12690.9 | 16197.8 | 20672.1 | 26384.0 |
| 1 | 1 | P | 1 | | CMet/primário | CONS. | 14 | | Cmet_PF | 1 | 3704.9 | 4728.1 | 6035.2 | 7701.9 | 9829.8 |
| 1 | 1 | P | 2 | | Cvapor/primário | PROD. | 2 | | extr_cvapor | 1 | 3066.9 | 3912.2 | 4995.7 | 6373.2 | 8136.2 |
| 1 | 1 | P | 2 | | Cvapor/primário | CONS. | 8 | | Term_Cvap | 1 | 2602.5 | 3319.6 | 4239.6 | 5407.9 | 6905.1 |
| 1 | 1 | P | 2 | | Cvapor/primário | CONS. | 9 | | Term_autop_Cvap | 1 | 69.4 | 88.6 | 113.1 | 144.3 | 184.2 |
| 1 | 1 | P | 2 | | Cvapor/primário | CONS. | 13 | | Cvapor_PF | 1 | 395.0 | 504.0 | 643.0 | 821.0 | 1047.0 |
| 1 | 1 | P | 3 | | CVapor_Imp/primário | PROD. | 4 | | Cimp_Cvapor | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | P | 3 | | CVapor_Imp/primário | CONS. | 25 | | Term_cimp | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | S | 4 | | Coque/secundário | PROD. | 5 | | Imp_Coque | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | S | 4 | | Coque/secundário | PROD. | 7 | | coqueria | 1 | 7432.0 | 9485.0 | 12106.0 | 15450.0 | 19719.0 |
| 1 | 1 | S | 4 | | Coque/secundário | CONS. | 19 | | Coque_SF | 1 | 7432.0 | 9485.0 | 12106.0 | 15450.0 | 19719.0 |
| 1 | 1 | S | 4 | | Coque/secundário | CONS. | 22 | | Coque_SE | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | S | 5 | | CVeg/secundário | PROD. | 6 | | Cimp_Cveg | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | S | 5 | | CVeg/secundário | PROD. | 11 | | carvoaria | 1 | 7395.7 | 9438.7 | 12047.0 | 15375.3 | 19622.7 |
| 1 | 1 | S | 5 | | CVeg/secundário | CONS. | 17 | | CVeg_SF | 1 | 7395.7 | 9438.7 | 12047.0 | 15375.3 | 19622.7 |
| 1 | 1 | S | 5 | | CVeg/secundário | CONS. | 23 | | CVeg_SE | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | S | 6 | | gas coqueria/secundário | PROD. | 7 | | coqueria | 1 | 2036.4 | 2598.9 | 3317.0 | 4233.3 | 5403.0 |
| 1 | 1 | S | 6 | | gas coqueria/secundário | CONS. | 16 | | Term_autop-gascoq | 1 | 186.9 | 238.5 | 304.4 | 388.5 | 495.8 |
| 1 | 1 | S | 6 | | gas coqueria/secundário | CONS. | 18 | | Gas coq_SF | 1 | 1176.0 | 1501.0 | 1916.0 | 2445.0 | 3121.0 |
| 1 | 1 | S | 6 | | gas coqueria/secundário | CONS. | 27 | | Auto_cons_coqueria | 1 | 431.1 | 550.1 | 702.1 | 896.1 | 1143.7 |
| 1 | 1 | S | 7 | | alcatrão/secundário | PROD. | 7 | | coqueria | 1 | 304.7 | 388.9 | 496.3 | 633.5 | 808.5 |
| 1 | 1 | S | 7 | | alcatrão/secundário | CONS. | 15 | | Term_autop-alcat | 1 | 21.6 | 27.6 | 35.2 | 45.0 | 57.4 |
| 1 | 1 | S | 7 | | alcatrão/secundário | CONS. | 21 | | Alcatrão_SF | 1 | 240.8 | 307.3 | 391.8 | 500.5 | 638.9 |
| 1 | 1 | S | 8 | | eletricidade/secundário | PROD. | 8 | | Term_Cvapor | 1 | 744.0 | 949.0 | 1212.0 | 1546.0 | 1974.0 |
| 1 | 1 | S | 8 | | eletricidade/secundário | PROD. | 25 | | Term_cimp | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | S | 8 | | eletricidade/secundário | CONS. | 20 | | Eletricidade_SF | 1 | 744.0 | 949.0 | 1212.0 | 1546.0 | 1974.0 |
| 1 | 1 | X | 10 | | lenha/primário | PROD. | 24 | | Madeiraira | 1 | 33040.1 | 42158.9 | 53795.9 | 68645.1 | 87596.8 |
| 1 | 1 | P | 10 | | lenha/primário | CONS. | 10 | | Term_autop_lenha | 1 | 143.4 | 174.5 | 210.3 | 255.7 | 313.1 |
| 1 | 1 | P | 10 | | lenha/primário | CONS. | 11 | | carvoaria | 1 | 14236.7 | 18169.4 | 23190.5 | 29597.4 | 37773.7 |
| 1 | 1 | P | 10 | | lenha/primário | CONS. | 12 | | Lenha_PF | 1 | 18660.0 | 23815.0 | 30395.0 | 38792.0 | 49510.0 |
| 1 | 1 | F | 11 | | lenha/final | PROD. | 12 | | Lenha_PF | 1 | 18660.0 | 23815.0 | 30395.0 | 38792.0 | 49510.0 |
| 1 | 1 | F | 12 | | Cvapor/final | PROD. | 13 | | Cvapor_PF | 1 | 395.0 | 504.0 | 643.0 | 821.0 | 1047.0 |
| 1 | 1 | F | 13 | | CMet/final | PROD. | 14 | | Cmet_PF | 1 | 3679.0 | 4695.0 | 5993.0 | 7648.0 | 9761.0 |
| 1 | 1 | F | 14 | | CVeg/final | PROD. | 17 | | CVeg_SF | 1 | 7233.0 | 9231.0 | 11782.0 | 15037.0 | 19191.0 |
| 1 | 1 | F | 15 | | gas coqueria/final | PROD. | 18 | | Gas coq_SF | 1 | 1176.0 | 1501.0 | 1916.0 | 2445.0 | 3121.0 |
| 1 | 1 | F | 16 | | Coque/final | PROD. | 19 | | Coque_SF | 1 | 7432.0 | 9485.0 | 12106.0 | 15450.0 | 19719.0 |
| 1 | 1 | F | 17 | | eletricidade/final | PROD. | 20 | | Eletricidade_SF | 1 | 744.0 | 949.0 | 1212.0 | 1546.0 | 1974.0 |
| 1 | 1 | F | 18 | | alcatrão/final | PROD. | 21 | | Alcatrão_SF | 1 | 228.0 | 291.0 | 371.0 | 474.0 | 605.0 |
| 1 | 1 | X | 19 | | Coque/export | PROD. | 22 | | Coque_SE | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | X | 20 | | CVeg/export | PROD. | 23 | | CVeg_SE | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | I | 21 | | Importação/importação | PROD. | 26 | | Importador | 1 | 13649.0 | 17419.0 | 22233.1 | 28374.0 | 36213.8 |
| 1 | 1 | I | 21 | | Importação/importação | CONS. | 3 | | cimp_cmet | 1 | 13649.0 | 17419.0 | 22233.1 | 28374.0 | 36213.8 |
| 1 | 1 | I | 21 | | Importação/importação | CONS. | 4 | | Cimp_Cvapor | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | I | 21 | | Importação/importação | CONS. | 5 | | Imp_Coque | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | I | 21 | | Importação/importação | CONS. | 6 | | Cimp_Cveg | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 1 | A | 22 | | Auto_cons_gascoq/autocons | PROD. | 27 | | Auto_cons_coqueria | 1 | 431.1 | 550.1 | 702.1 | 896.1 | 1143.7 |
| 1 | 1 | A | 22 | | Auto_cons_gascoq/autocons | CONS. | 7 | | coqueria | 1 | 431.1 | 550.1 | 702.1 | 896.1 | 1143.7 |
| 1 | 1 | S | 23 | | eletr_cvap/secundário | PROD. | 9 | | Term_autop_Cvapor | 1 | 27.6 | 35.2 | 45.0 | 57.4 | 73.2 |
| 1 | 1 | S | 23 | | eletr_cvap/secundário | CONS. | 2 | | extr_cvapor | 1 | 27.6 | 35.2 | 45.0 | 57.4 | 73.2 |
| 1 | 1 | S | 24 | | eletr_alcatrão/secundário | PROD. | 15 | | Term_autop-alcat | 1 | 7.4 | 9.5 | 12.1 | 15.4 | 19.7 |
| 1 | 1 | S | 24 | | eletr_gascoq/secundário | CONS. | 7 | | coqueria | 1 | 7.4 | 9.5 | 12.1 | 15.4 | 19.7 |
| 1 | 1 | S | 25 | | eletr_gascoq/secundário | PROD. | 16 | | Term_autop-gascoq | 1 | 52.0 | 66.4 | 84.7 | 108.2 | 138.0 |
| 1 | 1 | S | 25 | | eletr_gascoq/secundário | CONS. | 7 | | coqueria | 1 | 52.0 | 66.4 | 84.7 | 108.2 | 138.0 |
| 1 | 1 | F | 26 | | eletr_lenha/final | PROD. | 10 | | Term_autop_lenha | 1 | 60.0 | 73.0 | 88.0 | 107.0 | 131.0 |

4.6 Relatório MatrizOutEnerg_Pol.csv

Este relatório fornece a impressão das emissões de acordo com a geração de cada tecnologia. Seu formato se assemelha ao relatório anterior mas ao invés dos seis grupos de dados descritos são apresentadas as emissões listadas em cada modo de operação de cada tecnologia.

4.7 Relatório MatrizOutEnerg_Cost.csv

Este relatório apresenta o custo de produção a "valor presente" para cada tecnologia, em cada período de planejamento, estação sazonal, patamar de carga, modo de operação e condição hidrológica, dado em milhões de \$.

4.8 Relatório MatrizOutEnerg_UnidOri.csv

Este relatório apresenta a operação de cada tecnologia na unidade inicial constante no arquivo de conversão de unidades (UnidConv.dat), em cada período de planejamento, estação sazonal, patamar de carga, modo de operação e condição hidrológica.

5 Anexo II – ALTERAÇÕES A PARTIR DA VERSÃO 1.0

Versão 1.1

- Possibilita a impressão, no relatório MatrizOutEnerg, da energia produzida em excesso para cada forma de energia, em cada período de estudo, estação sazonal e patamar de carga.

Versão 1.1.1

- Esta versão permite a inclusão de um número maior de restrições flexíveis definidas pelo usuário.

Versão 1.2.0

- Esta versão permite a consideração da capacidade existente das tecnologias ou grupo de tecnologias, considerando a vida útil, nas restrições flexíveis definidas pelo usuário.
- Possibilita a impressão dos custos marginais das restrições flexíveis definidas pelo usuário.

Versão 2.0.0

- Esta versão considera a representação das condições de hidrologia média e crítica de forma análoga ao modelo computacional MELP.
- Atribui uma classificação adicional para as tecnologias: H (hidrelétrica), T (termelétrica), R (renovável), I (interconexão), A (auto-produção) e O (outras).
- Considera dados das tecnologias com entrada em diversos tipos de unidades listadas no arquivo UnidConv.dat.
- Restrição adicional de limite de variação máxima nos patamares de carga para cada tecnologia.
- Imprime o relatório MatrizOutEnerg.csv com 3 grupos adicionais: disponibilidade de produção (por período, patamar, estação sazonal, condição hidrológica e modo de operação), diferença entre a disponibilidade e a produção, e capacidade instalada.
- Imprime os novos relatórios MatrizOutTec_UnidOri.csv e MatrizOutEnerg_Pol.csv

Versão 2.0.1

- Esta versão imprime a análise de sensibilidade das variáveis e restrições do problema nos relatórios auxiliares MatrizVarPL_Aux.out e MatrizRestrPL_Aux.out, quando o solver utilizado for o IBM/CPLEX.

Versão 2.0.2

- Esta versão aumenta para três o número de modos de operação das tecnologias, anteriormente limitado em dois.

Versão 3.0.0

- Esta versão é uma compilação em 64bits, utilizando tanto o Cplex 12.2 como a biblioteca CLP do COIN-OR.

Versão 3.1.0

- Esta versão incorpora a funcionalidade de Vintage (Safras de Tecnologias), permitindo que a eficiência de uma tecnologia possa variar ao longo do horizonte de planejamento.

Versão 4.0.0

- Esta versão incorpora os seguintes melhoramentos:
 - a) Impressão dos relatórios MatrizOutTec_Cost, MatrizOutEnerg_Cost e MatrizOutEnerg_UnidOri;
 - b) Impressão no relatório MatrizOutEnerg da disponibilidade da reserva no início de cada período e do consumo total da mesma ao final de cada período, considerando todas as estações sazonais, patamares de carga e modos de operação. Os valores podem ser visualizados selecionando-se a reserva desejada e observando as linhas referentes a RESERV-DISP-INICIO-PER e RESERV-EXTR-TOTAL-PER, respectivamente;
 - c) Adequação da restrição de consumo das reservas ao longo do horizonte de planejamento, limitado ao montante disponível no ano base, que na versão anterior, não contemplava todas as reservas;
 - d) Não impressão de relatórios de saída em caso de problema inviável;
 - e) Verificação da consistência dos fatores de sazonalidade e patamares de carga;
 - f) Correção do formato de impressão dos duais das formas de energia no relatório MatrizOutEnerg;
 - g) Correção de uma impressão no relatório de poluentes MatrizOutEnerg_Pol, apresentando apenas as emissões referentes a energia de referência de cada tecnologia.

Versão 4.1.0

- Esta versão incorpora os seguintes melhoramentos:
 - a) Tratamento da vida útil das tecnologias que inicialmente considerava apenas a metodologia do valor salvado e nesta versão considera também a metodologia da perpetuidade;
 - b) Consideração de novas diretivas de compilação do tipo “*run-time*” para a versão *Release*;

Versão 4.1.1

- Esta versão altera o número máximo de conexões (produção ou consumo) em uma forma de energia passando de 30 para 100;

Versão 4.2.0

- Esta versão considera a funcionalidade de reabilitação da capacidade existente de tecnologias, também conhecido na literatura como RETROFIT;

PROVISÓRIO