

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

Garantia Física de Energia e Potência Assegurada da UHE Samuel



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia
Ministro
Edison Lobão

Secretário-Executivo
Márcio Pereira Zimmermann

**Secretário de Planejamento e
Desenvolvimento Energético**
Altino Ventura Filho

Secretário de Energia Elétrica
Ildo Wilson Grüdtner

**Secretário Petróleo, Gás Natural e
Combustíveis Renováveis**
Marco Antônio Martins de Almeida

**Secretário de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**
Cláudio Scliar

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

*Garantia Física de Energia e
Potência Assegurada da
UHE Samuel*



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente
Mauricio Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômicos e Energéticos
Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica
José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível
Elson Ronaldo Nunes

Diretor de Gestão Corporativa
Ibanês César Cássel

Coordenação Geral
Mauricio Tiomno Tolmasquim
José Carlos de Miranda Farias

Coordenação Executiva
Oduvaldo Barroso da Silva

Equipe Técnica
Angela Regina Livino de Carvalho
Fernanda Gabriela B dos Santos
Thais Iguchi
Thiago Correa César

URL: <http://www.epe.gov.br>

Escritório Central
Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

Nº EPE-DEE-RE-095/2011-r0
Data: 17 de outubro de 2011

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	17/10/2011	Publicação Original

APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os estudos efetuados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em conformidade com a regulamentação vigente, para o cálculo da garantia física de energia e potência assegurada da UHE Samuel, em atendimento aos Ofícios nº 201/2011-DPE/SPE – MME, de 07 de outubro de 2011 e nº 1.235/2011-EPE, de 16 de setembro de 2011, respectivamente.

O cálculo da garantia física de energia foi efetuado segundo a Portaria MME nº 258 de 28 de julho de 2008, compreendendo o critério da otimização da expansão do sistema elétrico, assegurada pela igualdade entre os custos marginais de operação médios anuais – CMO e o custo marginal de expansão – CME.

O cálculo da potência assegurada foi feito considerando a metodologia estabelecida na Portaria MME nº 303, de 18 de novembro de 2004. Cabe ressaltar que essa metodologia está sendo reavaliada no presente momento, com um grupo de trabalho formado por representantes do MME, Cepel e EPE.

As características técnicas consideradas para a UHE Samuel são as retificadas pela Eletronorte conforme correspondência PRI 049, de 22 de junho de 2009, anexa ao Ofício 175/2009-SRG-SGH/ANEEL, de 26 de junho de 2009. Exceto pela potência instalada, esta, igual a 216,75 MW, conforme Portaria nº 89, de 11 de março de 2010. Convém destacar que as taxas de indisponibilidade forçada e programada consideradas nos cálculos são as recomendadas pelo BRACIER.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	V
1. INTRODUÇÃO	8
2. METODOLOGIA DE CÁLCULO DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS.....	8
3. CRITÉRIOS E PREMISSAS PARA O CÁLCULO DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS.....	10
4. DESCRIÇÃO DA UHE SAMUEL	14
5. CÁLCULO DA GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA DA UHE SAMUEL.....	15
6. METODOLOGIA DE CÁLCULO DE POTÊNCIA ASSEGURADA – PORTARIA MME 303/2004	16
7. CÁLCULO DA POTÊNCIA ASSEGURADA DA UHE SAMUEL.....	18
8. RESUMO DOS RESULTADOS	18
ANEXO 1 – CONFIGURAÇÃO HIDROTÉRMICA DE REFERÊNCIA	19
ANEXO 2 – DADOS ENERGÉTICOS DA UHE SAMUEL.....	22

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2016</i>	<i>11</i>
<i>Tabela 2 – Valores de TEIF e IP recomendados pelo BRACIER</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 3 – Restrições mensais de agrupamento de intercâmbio</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 4 – Média dos CMO e riscos anuais de déficit.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 5 –Energia Firme e Garantia Física de Energia da UHE Samuel</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 6 – Potência Assegurada da UHE Samuel.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 7 – Resumo dos Resultados – UHE Samuel.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 8 – Configuração Hidroelétrica.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 9 – Configuração Termelétrica.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 10 – Dados Energéticos – UHE Samuel</i>	<i>22</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Limites térmicos de Transmissão entre subsistemas</i>	<i>12</i>
---	-----------

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

<i>Equação 1 – Potência Assegurada (1).....</i>	<i>16</i>
<i>Equação 2 – Potência Disponível.....</i>	<i>16</i>
<i>Equação 3 – Reserva de Potência.....</i>	<i>17</i>
<i>Equação 4 – Potência Assegurada (2).....</i>	<i>17</i>

1. Introdução

Consoante a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, Art. 1º, §7º, “o CNPE proporá critérios gerais de garantia de suprimento, a serem considerados no cálculo das garantias físicas e em outros respaldos físicos para a contratação de energia elétrica, incluindo importação”. E, segundo o Decreto 5.163 de 30 de junho de 2004, Art. 4º, §2º, “O MME, mediante critérios de garantia de suprimento propostos pelo CNPE, disciplinará a forma de cálculo da garantia física dos empreendimentos de geração, a ser efetuado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, mediante critérios gerais de garantia de suprimento”.

Segundo as diretrizes vigentes para cálculo das garantias físicas de energia de novos empreendimentos, definidas pela Portaria MME nº 258 de 28 de julho de 2008, o cálculo da garantia física da UHE Samuel foi realizado utilizando o modelo NEWAVE¹, em sua versão 16, e assumiu como premissa o ajuste de carga crítica para obtenção da igualdade entre o custo marginal de operação – CMO e o custo marginal da expansão – CME, respeitado o limite de risco de déficit de 5%². Entretanto, não são simuladas as pequenas centrais hidrelétricas – PCH (usinas com capacidade instalada inferior a 30 MW), com exceção daquelas despachadas centralizadamente.

O cálculo da Potência Assegurada da UHE Samuel foi realizado segundo metodologia estabelecida na Portaria MME nº 303, de 18 de novembro de 2004, considerando o modelo MSUI em sua versão 3.2.

2. Metodologia de cálculo de Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas

A garantia física de energia do Sistema Interligado Nacional – SIN pode ser definida como aquela correspondente à máxima energia que este sistema pode suprir a um dado critério de garantia de suprimento. Esta energia pode, então, ser rateada entre todos os empreendimentos de geração que constituem o sistema. Este procedimento tem por objetivo garantir efetivamente o lastro físico daqueles empreendimentos, com vistas à comercialização de energia via contratos.

Resumidamente, a metodologia de cálculo da garantia física dos empreendimentos de

¹ Modelo desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL.

² Estabelecido na Resolução CNPE nº1 de 17 de novembro de 2004.

geração que compõem o SIN, em um dado momento (configuração estática de referência), consiste nos passos a seguir descritos:

1) Determinação da *oferta total de garantia física*, correspondente à *garantia física do Sistema Interligado* (Norte/Man/Mac/Belo Monte, Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste e Sul), obtida por simulação estática da operação do sistema hidrotérmico, empregando-se o modelo NEWAVE, em sua versão 16. No processo iterativo de ajuste da oferta total, mantém-se uma proporção fixa entre as ofertas dos subsistemas Sul e Sudeste/C. Oeste, assim como as dos subsistemas Norte/Man/Mac/Belo Monte e Nordeste, havendo, no entanto, uma variação livre da oferta conjunta e da proporção relativa entre estes dois grandes sistemas regionais. O processo é considerado convergido quando, no mínimo, um subsistema de cada sistema regional atende o critério de igualdade entre o CMO e o CME, admitindo-se uma tolerância. Neste processo, nenhum subsistema poderá estar com riscos de déficit superiores ao risco de déficit estabelecido na Resolução CNPE nº1/2004, bem como os CMO de cada subsistema também devem ser inferiores ou iguais ao CME.

2) Rateio da garantia física do SIN, ou oferta total (igual ao somatório das cargas críticas resultantes para os quatro subsistemas), em dois grandes blocos de energia, *oferta hidráulica* – EH e *oferta térmica* – ET, que são obtidos multiplicando-se a oferta total por um Fator Hidro – FH e um Fator Térmico – FT. Estes fatores correspondem à participação relativa das gerações hidráulica e térmica na geração total. Tais fatores são calculados com base em uma ponderação pelo *custo marginal de operação* – CMO das gerações hidráulicas – GH e térmicas – GT, que são obtidas na simulação com o modelo NEWAVE, utilizando-se configuração estática, horizonte de 5 anos e 2000 séries sintéticas de energias afluentes.

3) Rateio da oferta hidráulica do conjunto das usinas hidroelétricas da configuração, ou oferta hidráulica – EH, proporcional às energias firmes das usinas hidráulicas, obtidas com auxílio do modelo MSUI, por simulação a usinas individualizadas do sistema integrado puramente hidroelétrico. Utilizam-se, para tanto, séries de vazões históricas e toma-se como referência o período crítico do Sistema Interligado, sendo o resultado do rateio limitado ao valor da disponibilidade máxima de geração contínua da usina.

4) Rateio da oferta térmica do conjunto das usinas termelétricas da configuração, por usina termelétrica, sendo o resultado do rateio limitado ao valor da disponibilidade máxima de geração contínua da usina, sendo este excedente distribuído entre as demais térmicas da configuração, na proporção de suas garantias físicas, calculadas no passo anterior. No caso de usinas termelétricas, esta garantia física está condicionada, ainda, à apresentação de contrato firme de suprimento de combustível. Este procedimento tem por objetivo garantir efetivamente o *lastro físico* dos empreendimentos de geração, com vistas à comercialização

de energia via contratos.

Cabe ressaltar que segundo previsto na Portaria MME nº 258/2008, a garantia física é determinada na barra de saída do gerador, não sendo considerados nesses montantes os consumos internos das usinas hidrelétricas, nem as perdas elétricas (na rede básica e até o centro de gravidade do submercado no qual a usina esteja localizada).

3. Critérios e premissas para o cálculo de Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas

Os itens a seguir apresentam os modelos, os critérios e as premissas considerados no Caso Base para o Leilão A-5 de 2011, que compõe a configuração de referência para este estudo.

- Modelos Utilizados:
 - NEWAVE - Versão 16
 - MSUI - Versão 3.2
- Configuração hidrotérmica estática com 5 anos de simulação, 10 anos de período estático inicial e 5 anos de período estático final.
- Parâmetros do NEWAVE:
 - Mínimo de 1 e máximo de 45 iterações, 200 simulações *forward* e 20 aberturas
 - Curva de aversão a risco: não considerada;
 - Racionamento preventivo: considerado;
 - Tendência hidrológica: não considerada;
 - Acoplamento hidráulico entre os subsistemas: não considerado;
 - Valor percentual de Z_{sup} a ser subtraído de L_{inf} para o critério de parada estatístico: 10%;
 - Valor máximo percentual para delta de Z_{inf} no critério de parada não estatístico: 0,2%;
 - Número de deltas de Z_{inf} consecutivos a serem considerados no critério não estatístico: 3;
- Proporcionalidade da carga: adotada a proporcionalidade do ano 2016 do Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, já incorporada a carga prevista para os trechos isolados dos

estados do Acre e Rondônia, que na data em questão já estarão interligados ao SIN. Foi mantida a premissa de ajuste dos sistemas dois a dois, quais sejam: Sudeste/Acre/Rondônia/C.Oeste e Sul - Nordeste e Norte/Macapá/Manaus/Belo Monte. A proporcionalidade entre os mercados é apresentada a seguir:

Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2016

MERCADO DE REFERÊNCIA 2016 - PDE 2020			
SE/CO/RO	S	NE	N
45.493	11.748	11.119	7.329
79,5%	20,5%	60,3%	39,7%
SSE		NNE	
57.241	75,6%	18.448	24,4%
BRASIL			
75.689			

- Critério de Garantia de Atendimento à Carga: CMO igual ao CME³, em pelo menos um dos subsistemas das regiões SE/CO/AC/RO-S e N/Mac/Man/BM-NE, limitado o risco de déficit em 5%, conforme critério de cálculo de garantia física vigente.
- O Custo Marginal da Expansão – CME estimado para o ajuste do 2º Leilão de Energia Nova A-5 de 2010 foi de 113 R\$/MWh, com tolerância de aproximadamente 2%, neste caso, 2 R\$/MWh.
- Taxa de Desconto: 8% ao ano - de forma a compatibilizar este parâmetro aos estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2020.
- Função Custo do Déficit de Energia: Atualizado o valor para R\$ 2.950,00/MWh, de acordo com a metodologia prevista na Nota Técnica "Atualização do valor para patamar único de Custo de Déficit – 2011" (EPE-DEE-RE-021 /2011-r0), de 12 de abril de 2011.
- Penalidade por não atendimento ao desvio de água para outros usos: Penalidade associada à violação da restrição = R\$ 2.953,05/MWh, de acordo com a Portaria MME Nº 258 de 28 de julho de 2008.
- Manutenção: Não foi considerada manutenção explícita, e, sim, índices de indisponibilidade forçada - TEIF e indisponibilidade programada - IP. Para as usinas hidrelétricas, foram considerados os seguintes índices recomendados pelo BRACIER:

³ Admitida uma tolerância.

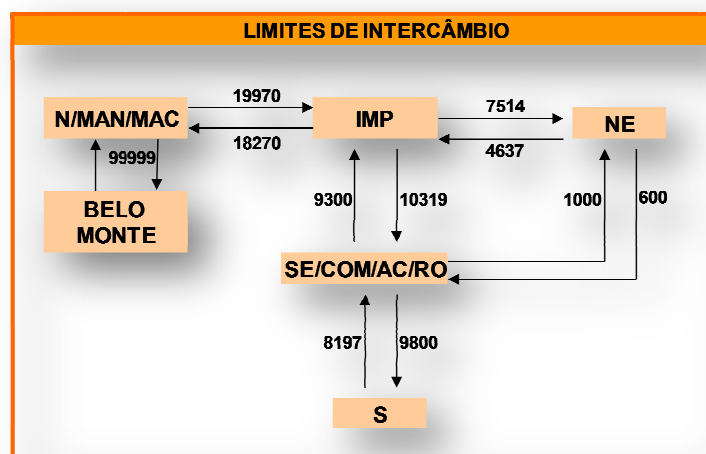
Tabela 2 – Valores de TEIF e IP recomendados pelo BRACIER

Potência (MW)	TEIF (p.u.)	IP (p.u.)
10 – 29	0,02333	0,06861
30 – 59	0,01672	0,05403
60 – 199	0,02533	0,08091
200 – 499	0,02917	0,12122

O valor de potência referido na tabela do BRACIER corresponde à potência unitária da UHE, desta forma, usinas que apresentam mais de um conjunto de máquinas com potências unitárias em diferentes faixas da tabela acima, utilizou-se a média dos índices ponderada pela potência total de cada conjunto.

- Topologia: 4 subsistemas interligados – Sudeste/Centro-Oeste/Acre/Rondônia, Sul, Nordeste e Norte/Mac/Man/Belo Monte (vide esquema a seguir).
- Limites de transmissão entre subsistemas: Para a definição dos limites de intercâmbio, foi levada em consideração a entrada em operação de todas as máquinas da UHE Belo Monte. Portanto, tomou-se como base o ano de 2020 do PDE 2020.

São apresentados a seguir os limites térmicos das interligações consideradas no estudo.

Figura 1 – Limites térmicos de Transmissão entre subsistemas

A versão 16 do Modelo NEWAVE permite impor restrições máximas para o agrupamento livre de interligações. Este agrupamento é uma combinação linear das interligações que o compõem. Os arquivos do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) utilizam esta funcionalidade, no entanto estes arquivos representam o mercado a ser atendido em 3 patamares.

A partir das restrições do PDE foram calculadas restrições mensais equivalentes a 1 patamar de mercado. Os valores são apresentados a seguir:

Tabela 3 – Restrições mensais de agrupamento de intercâmbio

Agrupamento	Período	Límite
RECEBIMENTO NE	janeiro-fevereiro	8514
	março	8506
	abril	8513
	maio	8514
	junho	8504
	julho a dezembro	6700
EXPORTACAO NE	janeiro	5132
	fevereiro	5131
	março	5135
	abril	5133
	maio	5132
	junho	5135
	julho-agosto	5130
	setembro	5135
	outubro	5132
	novembro-dezembro	5135
EXPORTACAO SE-NNE	janeiro a dezembro	9500

Para os períodos estático inicial e final foram considerados os maiores limites anuais.

Para os períodos estático inicial e final foram considerados os maiores limites anuais.

- Perdas nas interligações: Consideradas incorporadas ao mercado atendido.
- Consumo próprio (consumo interno): Não considerado.
- Restrições Operativas Hidráulicas: para as usinas em operação, foram consideradas as restrições operativas de caráter estrutural recomendadas pelo ONS, segundo revisão do Relatório 3/039/2011 "Inventário das restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos - Revisão-1 de 2011".
- Histórico de vazões: Os históricos de vazões das usinas constantes na configuração foram estendidos até o ano de 2009 de acordo com o Relatório ONS RE-3/242/2010 – "Atualização de séries históricas de vazões - Período 1931 a 2009".
- Usos Consuntivos e vazões remanescentes: o uso consuntivo é modelado como retirada de água sem devolução, enquanto a vazão remanescente retorna a água desviada para a usina de jusante. Ambas estão sujeitas à penalização por não atendimento. Foram considerados os valores extrapolados para o ano de 2016 a partir dos adotados para o Programa Mensal da Operação – PMO, de janeiro de 2011, ou a partir dos apresentados nas

Declarações/Outorga de Reserva de Disponibilidade Hídrica.

- Configuração de Referência Inicial: composta pelo conjunto de usinas hidrelétricas e termelétricas em operação e todas as usinas que já possuem contrato de concessão ou ato de autorização. A seguir, algumas observações sobre a Configuração Hidrotérmica, apresentada no Anexo 1:
 - Configuração de Referência Termelétrica: a configuração termelétrica considerada é baseada no Leilão A-3 de 2011, considerando as usinas que venderam energia neste Leilão. Foram consideradas as atualizações dos custos variáveis das usinas conforme PMO de junho de 2011 do ONS. Para as usinas que venderam energia nos leilões por disponibilidade foram mantidos os parâmetros considerados nos respectivos cálculos de suas garantias físicas. Para as usinas com garantias físicas publicadas na Portaria MME 303/2004, foram mantidos os dados básicos considerados naquela simulação de cálculo de garantia física. Para as usinas constantes no Termo de Compromisso entre Petrobras e ANEEL, foi considerada a modelagem do PDE 2020.
 - Configuração de Referência Hidroelétrica: a configuração hidroelétrica considerada é baseada na configuração utilizada para cálculo de Garantias Físicas no Leilão A-3 de 2011.

4. Descrição da UHE Samuel

As características técnicas consideradas para a UHE Samuel são as retificadas pela Eletronorte conforme correspondência PRI 049, de 22 de junho de 2009, anexa ao Ofício 175/2009-SRG-SGH/ANEEL, de 26 de junho de 2009. Exceto pela potência instalada, esta, igual a 216,75 MW, conforme Portaria nº 89, de 11 de março de 2010.

Convém destacar que as taxas de indisponibilidade forçada e programada consideradas nos cálculos são as recomendadas pelo BRACIER.

Os dados considerados nas simulações energéticas estão apresentados no Anexo 2.

5. Cálculo da Garantia Física de Energia da UHE Samuel

CARGA CRÍTICA E BLOCO HIDRÁULICO

A carga crítica é a máxima oferta global de energia que pode ser atendida ao critério de otimização da expansão do sistema elétrico, assegurada pela igualdade entre os Custos Marginais de Operação – CMO e o Custo Marginal de Expansão – CME, limitados a um risco de déficit de 5%. Esta carga crítica é obtida por simulação estática da operação do sistema hidrotérmico, empregando-se o modelo NEWAVE, em sua versão 16.

A partir dos dados e das premissas apresentados, foram feitas simulações com o modelo NEWAVE de modo a obter a carga crítica que é atendida pela configuração hidrotérmica descrita no Anexo 1.

A carga crítica e a média dos riscos anuais de déficit para cada subsistema estão detalhadas a seguir.

Tabela 4 – Média dos CMO e riscos anuais de déficit

Caso Base do Leilão A-5 de 2011			
Média dos Custos Marginais de Operação (R\$/MWh)			
SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
113,34	113,34	113,20	110,96
Média dos Riscos Anuais de Déficit (%)			
SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
1,57	1,04	0,34	0,70
Carga Crítica (MWmed)			
SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
41.443	10.702	12.042	7.937
Carga Brasil		72.124	MWmed
Fator Hidráulico		77,85%	
Bloco Hidráulico		56.148,8	MWmed
Bloco Térmico		15.975,2	MWmed

O Bloco Hidráulico, obtido a partir da ponderação pelo Custo Marginal de Operação das gerações hidráulica e térmica encontradas durante a simulação final do NEWAVE, que definiu a Carga Crítica, corresponde a 56.148,8 MWmed (77,85% da carga crítica de 72.124 MWmed).

ENERGIA FIRME E GARANTIA FÍSICA DA UHE SAMUEL

As Energias Firmes das usinas hidrelétricas foram obtidas através de simulação com o Modelo MSUI em sua versão 3.2.

O somatório de energia firme das usinas hidrelétricas é igual a 53.968,61 MWmed. Desse

total foi subtraído o valor de 1,39 MWmed referente à perda energética decorrente do deplecionamento do reservatório dos canais da UHE Belo Monte a fim de manter nestes a vazão mínima ambiental de 300m³/s. A metodologia para obtenção deste valor é detalhada na Nota Técnica EPE-DEE-RE-004/2010-r0 de 25 de janeiro de 2010.

A Garantia Física da UHE Samuel foi obtida pela repartição do Bloco Hidráulico, proporcionalmente a sua Energia Firme, conforme tabela seguinte:

Tabela 5 –Energia Firme e Garantia Física de Energia da UHE Samuel

Usina	Rio	UF	Potência Instalada (MW)	Energia Firme (MWmed)	Garantia Física de Energia (MWmed)
Samuel	Jamari	RO	216,75	89,11	92,7

6. Metodologia de cálculo de Potência Assegurada – Portaria MME 303/2004

A metodologia vigente para o cálculo da potência assegurada de uma usina hidrelétrica é a estabelecida pela Portaria MME 303, de 18 de novembro de 2004, descrita a seguir.

A Potência Assegurada (PA) de uma usina hidrelétrica é calculada com base em sua potência garantida (PG). A potência garantida de uma usina hidrelétrica é definida como o valor correspondente a 95% de permanência de todos os valores mensais de potência, para todo o histórico de vazões, obtidos a partir da mesma simulação que determinou o valor da energia firme da usina, ou seja, a simulação com o modelo a usinas individualizadas.

Para a determinação da potência assegurada de uma usina deve-se considerar a sua potência disponível (PD) quando a usina estiver completamente motorizada, abatida de seu consumo próprio (CP) e de sua parcela da reserva de potência (RP), contemplando, inclusive, a parcela associada a saídas intempestivas de unidades geradoras através do índice TEIF, conforme indicado nas expressões abaixo:

Equação 1 – Potência Assegurada (1)

$$PA = PD - CP - RP$$

Equação 2 – Potência Disponível

$$PD = PG \times (1 - TEIF)$$

Onde:

PA : é a potência assegurada;

PD : é a potência disponível;

CP : é o consumo próprio;

RP : é a reserva de potência;

PG : é a potência garantida.

Considera-se o CP como sendo 1% da potência instalada da usina.

A RP comporta a reserva primária ($R1$), reserva secundária ($R2$) e a reserva destinada a cobrir a indisponibilidade forçada da usina ($R3$), ou seja:

Equação 3 – Reserva de Potência

$$RP = R1 + R2 + R3$$

Sendo:

$R1 = 0.01 * RPG$, a reserva primária;

$RPG = CP + PA$, a responsabilidade própria de geração;

$R2 = 0.025 * RPG + 0.015 * CP$, a reserva secundária;

$R3$ – admitida como nula, tendo em vista a consideração das saídas forçadas na Equação 2;

Portanto, a potência assegurada pode ser reescrita como:

Equação 4 – Potência Assegurada (2)

$$PA = \frac{PG \times (1 - TEIF) - 1,05 \times CP}{1,035}$$

Para o cálculo da potência assegurada na fase de motorização, utiliza-se a equação acima substituindo-se PG pela potência instalada na fase de motorização. Este procedimento é feito até que o valor de mais uma unidade de motorização iguale-se a PA . A partir daí, a potência assegurada na fase de motorização é a própria potência assegurada da usina.

7. Cálculo da Potência Assegurada da UHE Samuel

Considerando o Consumo Próprio (CP) como sendo 1% da potência instalada, a taxa de indisponibilidade forçada (TEIF) conforme recomendado pelo BRACIER e a potência garantida como o valor correspondente a 95% de permanência de todos os valores mensais de potência, para todo o histórico de vazões, obtidos a partir da mesma simulação que determinou o valor da energia firme da usina, a partir da Equação 4, segundo a Portaria MME 303/2004, obtém-se o valor de potência assegurada para a UHE Samuel.

Tabela 6 – Potência Assegurada da UHE Samuel

Usina	Potência Instalada (MW)	Nº de Unidades	TEIF (%)	Potência Garantida (MW)	Potência Assegurada (MW)
Samuel	216,75	5	1,672	190	178,3

8. Resumo dos Resultados

A seguir é apresentado um resumo dos resultados obtidos nos cálculos da garantia física de energia e potência assegurada para a UHE Samuel.

Tabela 7 – Resumo dos Resultados – UHE Samuel

Usina	Rio	UF	Nº de Unidades	Potência Instalada (MW)	Garantia Física de Energia (MWmed)	Potência Assegurada (MW)
Samuel	Jamari	RO	5	216,75	92,7	178,3

Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência

Tabela 8 – Configuração Hidroelétrica

Sudeste / Centro-Oeste / Acre / Rondônia			
A. VERMELHA	DARDANELOS	JAGUARI	QUEIMADO
A.A. LAYDNER	E. DA CUNHA	JAURO	RETIRO BAIXO
A.S. LIMA	EMBORCACAO	JIRAU	RONDON 2
A.S.OLIVEIRA	ESPOSA	JUPIA	ROSAL
AIMORES	ESTREITO	L.N. GARCEZ	ROSANA
B. COQUEIROS	FIC MAUA	LAJEADO	SA CARVALHO
BAGUARI	FONTES	LAJES	SALTO
BARRA BONITA	FOZ R. CLARO	M. DE MORAES	SALTO GRANDE
BATALHA	FUNIL	MANSO	SAMUEL
BILLINGS	FUNIL-GRANDE	MARIMBONDO	SANTA BRANCA
CACH.DOURADA	FURNAS	MASCARENHAS	SÃO DOMINGOS
CACONDE	GUAPORE	MIRANDA	SÃO SALVADOR
CACU	GUARAPIRANGA	NAVANHANDAVA	SÃO SIMÃO
CAMARGOS	GUILMAN-AMOR	NILO PECANHA	SERRA FAÇAO
CANA BRAVA	HENRY BORDEN	NOVA PONTE	SERRA MESA
CANDONGA	I. SOLT. EQV	OURINHOS	SIMPLICIO
CANOAS I	IBITINGA	P. COLOMBIA	SLT VERDINHO
CANOAS II	IGARAPAVA	P. ESTRELA	SOBRAGI
CAPIM BRANC1	ILHA POMBOS	P. PASSOS	STA CLARA MG
CAPIM BRANC2	IRAPE	P. PRIMAVERA	STO ANTONIO
CAPIVARA	ITAIPU	PARAIBUNA	TAQUARUCU
CHAVANTES	ITIQUIRA I	PEIXE ANGIC	TELES PIRES
COLIDER	ITIQUIRA II	PICADA	TRES MARIAS
CORUMBA I	ITUMBIARA	PIRAJU	VOLTA GRANDE
CORUMBA III	ITUTINGA	PONTE PEDRA	
CORUMBA IV	JAGUARA	PROMISSAO	
Sul			
14 DE JULHO	FUNDAO	MACHADINHO	SALTO CAXIAS
BAIXO IGUAÇU	G.B. MUNHOZ	MAUA	SALTO OSORIO
BARRA GRANDE	G.P. SOUZA	MONJOLINHO	SALTO PILAO
CAMPOS NOVOS	GARIBALDI	MONTE CLARO	SÃO JOSE
CASTRO ALVES	ITA	PASSO FUNDO	SEGREDO
D. FRANCISCA	ITAUBA	PASSO REAL	SLT.SANTIAGO
ERNESTINA	JACUI	PASSO S JOAO	STA CLARA PR
FOZ CHAPECÓ	JORDAO	QUEBRA QUEIX	
Nordeste			
B. ESPERANCA	FIC QUEIMADO	ITAPARICA	SOBRADINHO
COMP PAF-MOX	FIC RETIRO B	ITAPEBI	XINGO
FIC IRAPE	FIC T.MARIAS	P. CAVALO	
Norte / Manaus / Belo Monte			
BALBINA	CURUA-UNA	FIC LAJEADO	STO ANT JARI
BELO MONTE	ESTREITO TOC	FIC PEIXE AN	TUCURUI
B.MONTE COMP	FERREIRA GOM	FIC SÃO SALV	
COARA NUNES	FIC CANA BR	FIC SERRA M	

Tabela 9 – Configuração Termelétrica

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
ALEGRETE	S	OLEO	66	100	14,91	12,25	49,28	0	564,57
ALTOS	NE	DIESEL	13,2	100	2	1,3	12,77	0	534,60
ANGRA 1	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	657	100	3	20	509,83	509,82	21,49
ANGRA 2	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	1350	100	3	8	1204,74	1080	18,77
ANGRA 3	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	1405	100	3	7,4	1262	1080	20,17
APARECIDA B1	N/MAN	GAS	130,5	49	2	7	58,28	56	350,72
APARECIDA B2	N/MAN	GAS	121	59,5	2	7	65,62	64	352,32
ARACATI	NE	DIESEL	11,5	100	2	1,3	11,12	0	534,60
ARAUCARIA_T	S	GAS	484,5	100	2	3,5	458,19	0	219,00
BAHIA 1	NE	GAS	31,6	98	4	2	29,13	0	456,99
BAIXADA FLU	SE	GAS	530	X	2	3	503,82	0	85,36
BATURITE	NE	DIESEL	11,5	100	2	1,3	11,12	0	534,60
Cacimbaes	SE/CO/AC/RO	GNL	126,6	100	1,3	2,7	121,58	0	122,55
CAMACARI G	NE	GAS	350	91	0,9	8,2	289,75	2,3	360,81
Camacari MI	NE	Oleo Combu	148	100	4	2	139,24	0	511,90
Camacari PI	NE	Oleo Combu	148	100	4	2	139,24	0	511,90
CAMPINA GRANDE	NE	OLEO COMB	164,2	100	1,3	2,7	157,69	0	362,39
CAMPO MAIOR	NE	DIESEL	13,1	100	2	1,3	12,67	0	534,60
CANDIOTA 3	S	CARVAO	350	100	5,5	4,1	317,19	210	52,87
CANDAS_TC	S	GAS	250,6	100	1,75	6,74	229,62	0	541,93
CARIOBA	SE/CO/AC/RO	OLEO	36	88,9	0	8	29,44	0	937,00
CAUCAIA	NE	DIESEL	14,8	100	2	1,3	14,32	0	534,60
Cauhyra I	SE/CO/AC/RO	O. Comb. B	148	100	2	4	139,24	0	324,21
CHARQUEADAS	S	CARVAO	72	100	13,94	12,25	54,37	24	164,18
Cisframa	S	Cavaco Mad	4	90	3,5	6	3,27	0	189,40
CRATO	NE	DIESEL	13,1	100	2	1,3	12,67	0	534,60
CUBATAO_L	SE/CO/AC/RO	GAS	249,9	59,3	2,26	2	141,94	59,3	204,06
CUBATAO_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	249,9	21,8	2,8	3,4	51,15	27,1	222,22
CUIABA G CC	SE/CO/AC/RO	GAS	480	100	2	8,31	431,31	12,02	6,27
DAIA	SE/CO/AC/RO	OLEO	44,3	85	2,5	2,2	35,91	0	582,09
DO ATLANTICO	SE/CO/AC/RO	GAS PROCES	490	93	2	6	419,79	419,78	117,54
ELETROBOL_L	SE/CO/AC/RO	GAS	312,8	100	0,9	2,3	302,86	0	164,91
ELETROBOL_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	73,1	100	0,9	2,16	70,88	0	250,87
ENGUJA PECEM	NE	DIESEL	14,8	100	2	1,3	14,32	0	534,60
Escolha	SE/CO/AC/RO	GNL	337,6	100	1,3	2,7	324,21	0	107,30
FAFEN_TC	NE	GAS	138	100	2,81	6,48	125,43	0	188,15
FIGUEIRA	S	CARVAO	20	87	8,4	12,25	13,99	5	315,22
FORTALEZA	NE	GAS	346,6	98	1,94	1,91	326,72	223	86,52
GERAMAR I	N/MAN	OLEO COMB	165	96	1,3	2,7	152,12	0	362,38
GERAMAR II	N/MAN	OLEO COMB	165	96	1,3	2,7	152,12	0	362,38
GLOBAL 1	NE	OLEO COMB	140	100	2	2	134,46	0	361,51
GLOBAL 2	NE	OLEO COMB	148	100	2	4	139,24	0	361,51
Goiania 2 BR	SE/CO/AC/RO	DIESEL	140	97	3	2	129,09	0	633,49
IBIRITERM_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	226	100	3,5	2,68	212,25	0	188,89
Iconha	SE/CO/AC/RO	O. Comb. B	184	100	1,7	2,42	176,49	0	250,16
IGARAPE	SE/CO/AC/RO	OLEO	131	100	8,46	9,27	108,8	2,23	645,30
IGUATU	NE	DIESEL	14,8	100	2	1,3	14,32	0	534,60
ITAPEBI	NE	OLEO COMB	137,6	100	4	2	129,45	0	360,06
J Alencar	NE	GNL	300	100	2	3	285,18	0	103,76
J.LACERDA A1	S	CARVAO	100	100	44,67	12,25	48,55	0	199,79
J.LACERDA A2	S	CARVAO	132	100	10,38	11,09	105,18	33	151,24
J.LACERDA B	S	CARVAO	262	100	6	11,02	219,14	120	150,10
J.LACERDA C	S	CARVAO	363	100	4,11	5,44	329,15	300	123,80
JUAZEIRO	NE	DIESEL	14,8	100	2	1,3	14,32	0	534,60
JUIZ DE FORA	SE/CO/AC/RO	GAS	87,1	100	2	8	78,53	0	150,00
LINHARES	SE/CO/AC/RO	GNL	204	100	2	3	193,92	0	126,53
MACAE MER_L	SE/CO/AC/RO	GAS	275,5	100	3,5	2	260,54	0	292,37
MACAE MER_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	653,3	100	3,5	0,49	627,35	0	253,83
MARACANAU 1	NE	OLEO COMB	162,3	97	3	2	149,65	0	349,64
MARACANAU II	NE	OLEO	70	97	3	2	64,55	0	349,64
MARAMBAIA	NE	DIESEL	13,1	100	2	1,3	12,67	0	534,60
MARANHAO III	N	GAS	499,2	100	1,85	1,62	482,03	241,63	52,00
MAUA B3	N/MAN	GAS	120	80	2	7	87,49	87,48	451,68
MC2 Camaca 1	NE	Óleo Combu	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 Catu	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 D DAV 1	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 D DAV 2	NE	Óleo Combu	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 Feira	NE	Óleo Combu	176	100	1	2	170,76	0	249,27
MC2 Gov Mang	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2 Macaiba	NE	O. Comb. B	400	100	1	2	388,08	0	249,11
MC2 Messias	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	251,19
MC2 N S SOCO	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	253,28
MC2 N VENEZI	SE/CO/AC/RO	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2 PECEM 2	NE	O. Comb. B	350	100	1	2	339,57	0	245,35
MC2 RIO LARG	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	251,19

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
MC2 SAPEACU	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2 SR BONFI	NE	Óleo Combu	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 STO ANT	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2 SUAPE II	NE	O. Comb. B	350	100	1	2	339,57	0	245,35
MC2Camaçari2	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2Camaçari3	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MONTE PASCOAL	NE	OLEO COMB	137,6	100	4	2	129,45	0	352,68
MPX João Neiva	SE/CO/AC/RO	GNL	330	100	1	2	320,17	0	78,80
MPX Joinville	SE/CO/AC/RO	GNL	330	100	1	2	320,17	0	78,80
NAZARIA	NE	DIESEL	13,1	100	2	1,3	12,67	0	534,60
NORTEFLU-1	SE/CO/AC/RO	Gas	400	100	0	0	400	383,99	37,80
NORTEFLU-2	SE/CO/AC/RO	Gas	100	100	5,56	7,61	87,25	0	58,89
NORTEFLU-3	SE/CO/AC/RO	Gas	200	100	5,56	7,61	174,51	0	102,84
NORTEFLU-4	SE/CO/AC/RO	Gas	168,9	100	5,56	7,61	147,37	0	149,33
NOVAPIRAT_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	386,1	100	2,69	3,4	362,94	0	182,56
NUTEPA	S	OLEO	24	83	1,8	0,1	19,54	0	780,00
P PECEM 2	NE	CARVAO IMP	360	100	1,5	3,5	342,19	0	111,13
P. PECEM 1	NE	CARVAO	720,3	100	1,7	8,3	649,29	0	105,11
P.MEDICI A	S	CARVAO	126	87,3	14	23	72,84	50	115,90
P.MEDICI B	S	CARVAO	320	90	20	10	207,36	105	115,90
PALMEIRA GOI	SE/CO/AC/RO	OLEO DIESE	174,3	80	2,5	2,2	132,96	0	450,06
Pau FerroI	NE	Oleo Dese	94	100	0	0	94	0	679,70
PERNAMBUCO 3	NE	O. Comb. B	200,8	100	1	2	194,82	0	264,93
Pernambuco 4	NE	Óleo Combu	200,8	100	1	2	194,82	0	276,54
PETROLINA_L	NE	OLEO	136	100	2,5	5,5	125,31	0	561,62
PIE C ROCHA	N/MAN	GAS	85,4	100	0,01	0,01	85,38	64,98	336,35
PIE JARAQUI	N/MAN	GAS	83,3	72	2	0	58,78	58,78	165,81
PIE MANAUARA	N/MAN	GAS	85,4	70,3	2	0	58,84	58,79	174,46
PIE P NEGRA	N/MAN	GAS	85,4	70,3	2	0	58,84	58,79	166,41
PIE TAMBAQUI	N/MAN	GAS	81,9	73,2	2	0	58,75	58,75	165,81
PIE-RP	SE/CO/AC/RO	BIO+OUTROS	27,8	100	1,8	2	26,75	0	160,05
PIRAT.34V_TC	SE/CO/AC/RO	VAPOR	272	100	1,47	11,02	238,47	0	182,56
PORTO ITAQUI	N/MAN	CARVAO	360,1	100	1,5	3,5	342,28	0	106,53
Potiguar	NE	Oleo Dese	52,8	100	2	2	50,71	0	613,08
Potiguar III	NE	Oleo Dese	66	82,5	0	0	54,45	0	613,07
R.SILVEIRA G	SE/CO/AC/RO	GAS	32	94	2,06	12,25	25,85	0	523,35
S R CASSIA	NE	Óleo Combu	174,6	100	1	2	169,4	0	276,54
S.JERONIMO	S	CARVAO	20	90	1,25	1,25	17,55	5	248,31
SANTANA W	N/MAN	DIESEL	62,4	100	1,85	13,54	52,95	0	494,14
ST CRUZ NOVA 12	SE/CO/AC/RO	GAS	500	100	2,2	6,3	458,19	0	84,63
ST.CRUZ 34	SE/CO/AC/RO	OLEO	440	90,9	9,18	5,44	343,48	0	310,41
SUAPE II	NE	OLEO	355,7	100	1	2	345,1	0	363,64
T.NORTE 1	SE/CO/AC/RO	OLEO	64	100	4,86	4,77	57,99	0	610,33
TERMBAHIA_TC	NE	GAS	185,9	100	1,5	4,22	175,38	0	204,43
TERMCEARA_L	NE	GAS	152,8	100	1,2	0,6	150,06	0	186,64
TERMCEARA_TC	NE	GAS	70,2	100	1,93	2,9	66,85	0	492,29
TERMOCABO	NE	OLEO	49,7	98	2	2	46,78	0	358,06
Termomanaus	NE	Oleo Dese	142,2	100	0	0	142,2	0	679,70
TERMONORDESTE	NE	OLEO COMB	170,8	95	3	1	155,82	0	361,35
TERMONORTE 2	SE/CO/AC/RO	OLEO	340	100	4,79	4,82	308,11	0	487,56
TERMOPARAIBA	NE	OLEO COMB	170,8	95	3	1	155,82	0	361,35
TERMOPE	NE	GAS	601,8	88,1	3	4,5	491,14	348,8	70,16
TERMOPOWER 5	NE	O. Comb. B	200,8	100	1	2	194,82	0	264,93
TERMOPOWER 6	NE	O. Comb. B	200,8	100	1	2	194,82	0	264,93
TERMORIO_L	SE/CO/AC/RO	GAS	739,3	100	1	2,7	712,15	71,71	129,09
TERMORIO_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	296,8	100	1,34	1,72	287,79	28,79	214,48
TRES LAG_L	SE/CO/AC/RO	GAS	132,4	100	1,2	2,88	127,04	0	106,78
TRES LAG_T	SE/CO/AC/RO	GAS	217,6	100	1,15	3,45	207,68	0	140,34
UTE BRASILIA	SE/CO/AC/RO	DIESEL 1	10	80	19,45	0	6,44	0	1047,38
UTE SOL	SE/CO/AC/RO	Resíduos I	196,5	100	3,79	13,61	163,32	132,98	0,01
VALE ACU_TC	NE	GAS	367,9	100	3	5,2	338,31	0	287,83
VIANA	SE/CO/AC/RO	OLEO COMB	170,8	100	1,3	2,7	164,03	0	362,38
W.ARJONA	SE/CO/AC/RO	DIESEL	190	90	1,92	2,32	163,83	0	197,85
XAVANTE	SE/CO/AC/RO	DIESEL	53,7	100	3,5	8	47,67	0	843,90

Anexo 2 – Dados Energéticos da UHE Samuel

Tabela 10 – Dados Energéticos – UHE Samuel

UHE SAMUEL

Potência instalada (MW)	216,75
Número de unidades geradoras	5
Hidrelétrica a jusante	Não há
Tipo de turbina	Kaplan
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador(%)	92,00
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	1,672
Indisponibilidade programa - IP (%)	5,403
Interligação no Subsistema	Sudeste
Queda líquida de referência (m)	28,50
Perda Hidráulica média (m)	0,40
Canal de fuga médio (m)	57,58
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S
Vazão mínima do histórico (m³/s)	16

RESERVATÓRIO

Volume máximo (hm³)	3493,44
Volume mínimo (hm³)	943,23
Volume de vertimento (hm³)	943,23
NA máximo normal (m)	87,40
NA mínimo normal (m)	80,00
Área máxima (km²)	600,00
Área mínima (km²)	143,69
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Mensal

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
22	8	5	11	14	-9	1	19	11	-1	-12	32

POLINÔMIOS

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	7,0989630E+01	1,3848730E-02	-5,6247630E-06	1,2264500E-09	-1,0480780E-13
PCA	-1,9990764E-06	9,7644176E+04	-1,7859588E+03	1,4491628E+01	-4,3991452E-02
PVNI	5,1552402E+01	1,2994008E-02	-5,9048305E-06	1,8380696E-09	-2,9525319E-13

VAZÕES DE USO CONSUNTIVO (m³/s)

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (já Reconstituída levando em conta os usos consuntivos)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	396	688	1045	749	451	260	174	115	76	51	132	135
1932	415	593	915	748	477	269	180	119	78	52	97	135
1933	386	692	717	651	448	243	163	108	71	47	105	135
1934	485	964	1012	804	485	250	167	110	73	48	116	270
1935	416	812	777	861	491	282	216	164	124	95	95	203
1936	457	721	539	724	484	257	172	114	75	50	92	471
1937	661	934	900	966	552	300	230	174	132	101	117	180
1938	516	812	694	664	464	272	182	120	79	53	63	206
1939	346	834	826	888	520	271	181	120	79	53	89	222
1940	417	791	932	795	513	304	203	134	88	59	64	166
1941	332	735	654	731	469	257	172	114	75	50	99	151
1942	398	764	867	727	443	243	186	141	107	82	112	232
1943	459	752	882	821	468	284	190	126	83	55	107	174
1944	461	593	857	730	457	236	158	105	69	46	95	204
1945	456	637	973	845	507	276	185	122	80	54	115	163
1946	442	654	796	637	467	293	196	130	85	57	78	128
1947	378	837	872	742	475	279	182	117	75	49	147	318
1948	452	677	749	691	467	283	190	125	82	55	124	332
1949	477	638	738	920	511	239	160	106	69	46	144	295
1950	454	740	786	789	446	224	150	99	65	43	84	143
1951	443	793	819	738	477	283	190	125	82	55	120	532
1952	438	717	768	593	407	225	151	99	65	44	84	130
1953	430	630	994	833	515	281	184	118	76	49	109	191
1954	472	779	885	738	484	273	183	121	79	53	90	285
1955	459	707	814	744	494	284	190	126	83	55	98	155
1956	429	672	825	751	485	277	185	122	80	54	119	217
1957	496	615	787	781	499	279	187	124	81	54	102	203
1958	410	795	803	734	508	283	190	125	82	55	118	273
1959	437	627	894	720	448	249	167	110	72	48	117	129
1960	380	769	854	795	471	267	179	118	78	52	104	170
1961	371	747	960	712	479	278	186	123	81	54	93	167
1962	428	764	800	773	518	276	180	116	74	49	89	157
1963	435	800	658	654	464	253	169	112	73	49	78	105
1964	418	791	590	594	526	325	249	189	143	110	120	129
1965	358	805	900	871	460	263	176	116	76	51	107	213
1966	430	614	863	678	488	278	186	123	81	54	99	217
1967	420	676	717	695	480	254	170	112	74	49	78	179
1968	430	807	754	708	453	236	158	104	69	46	78	149
1969	434	760	758	843	484	254	170	112	74	49	97	131
1970	325	648	1015	1209	572	292	195	74	48	42	41	112
1971	298	457	552	631	451	248	136	74	42	41	99	148
1972	208	560	593	548	379	249	143	84	54	48	119	164
1973	307	783	712	724	574	326	203	143	79	81	197	386
1974	513	821	1101	844	576	319	168	88	59	60	80	207
1975	506	801	925	815	522	267	151	79	47	44	48	124
1976	456	686	815	793	474	268	138	67	41	40	45	155
1977	408	431	761	710	482	341	195	95	66	106	219	305
1978	634	556	704	661	531	396	190	97	66	75	109	542
1979	941	1102	1339	929	568	331	172	101	77	61	79	102
1980	309	447	676	592	370	196	105	57	42	39	47	136
1981	286	527	628	646	426	218	111	58	40	44	86	176
1982	447	891	960	879	595	324	172	102	90	86	122	153
1983	420	603	968	1162	517	284	159	93	66	57	69	134
1984	431	519	648	810	786	403	198	108	77	69	102	174
1985	312	429	534	709	579	262	138	81	65	80	118	200
1986	588	751	818	954	536	343	175	100	78	94	86	204
1987	553	671	788	923	525	278	165	93	61	49	87	213
1988	363	767	968	981	546	287	153	87	59	66	102	179
1989	643	1113	869	800	516	243	137	90	63	74	161	315
1990	656	1140	906	616	315	186	84	36	50	86	132	325
1991	699	823	923	981	548	236	97	33	44	72	147	209
1992	436	670	817	676	367	138	54	32	70	52	95	220
1993	394	708	768	709	463	158	67	35	40	72	139	335
1994	741	1330	946	717	425	204	97	35	29	73	131	260
1995	507	837	925	661	402	169	77	32	46	37	135	249
1996	362	672	973	795	381	188	83	42	25	96	269	312
1997	417	687	1124	932	528	270	106	63	31	55	103	212
1998	306	376	1105	623	330	157	53	25	16	35	151	357
1999	678	626	703	414	342	161	87	21	16	63	124	176
2000	377	607	619	463	240	92	51	39	28	40	216	390
2001	539	734	877	733	486	249	134	85	71	119	218	491
2002	659	629	672	469	256	120	61	34	35	48	143	361
2003	585	911	983	993	452	254	119	54	38	114	170	166
2004	663	704	689	648	342	161	70	25	30	16	151	189
2005	474	566	923	597	270	114	37	26	27	56	120	388
2006	688	979	893	1146	409	168	61	51	31	56	114	389
2007	635	713	916	740	360	142	77	42	30	57	108	271
2008	534	921	1003	774	529	249	86	50	26	40	125	221
2009	524	909	952	790	571	245	124	57	39	71	328	818