

RELATÓRIO TÉCNICO

Nº: DP/DEA – 46159/08	Nº DE PÁGINAS: 325	ANEXOS: 1
------------------------------	---------------------------	------------------

TÍTULO: Levantamento das Diferenças Numéricas e Metodológicas entre os Modelos SUIISHI-O e NEWAVE.

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA E MEIO AMBIENTE – DEA

ÁREA DE RESPONSABILIDADE: B200 **Nº DO PROJETO:** 1600

CLIENTE: Ao
Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS
Rua da Quitanda, 196 – 12º andar
20091-000 – Rio de Janeiro/RJ

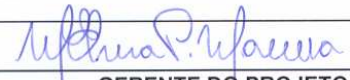
ATENÇÃO: Sr. Alberto Sérgio Kligerman

RESUMO: O principal objetivo deste trabalho é a comparação dos resultados obtidos pelos modelos SUIISHI-O e NEWAVE, para toda a série histórica de afluições (1931 a 2006), buscando-se detalhar e justificar quaisquer diferenças metodológicas ou numéricas que possam levar a resultados diferentes obtidos a partir da utilização destes modelos.

AUTORES:
Fabio Rodrigo Siqueira Batista - CEPEL
Maria Elvira Piñeiro Maceira - CEPEL
André Luiz Marques Marcato - UFJF
Vitor Silva Duarte - CEPEL
Tatiana Soares - CEPEL


PALAVRAS-CHAVE:
Planejamento da Operação Energética
Problema do Balanço Hidrotérmico
Simulação à Usina Individualizada

CLASSIFICAÇÃO: CONTROLADO


GERENTE DO PROJETO
NOME: Maria Elvira Piñeiro Maceira
TEL: (21) 2598-6454 **FAX:** (21) 2598-6482
EMAIL: elvira@cepel.br


CHEFE DE DEPARTAMENTO
NOME: Maria Elvira Piñeiro Maceira
TEL: (21) 2598-6454 **FAX:** (21) 2598-6482
EMAIL: elvira@cepel.br

APROVAÇÃO



DIRETOR DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO
ROBERTO PEREIRA CALDAS
30/12/08

**LEVANTAMENTO DAS DIFERENÇAS
NUMÉRICAS E METODOLÓGICAS
ENTRE OS MODELOS
SUISHI-O E NEWAVE**

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. COMPARAÇÃO INICIAL ENTRE OS RESULTADOS DOS MODELOS SUISHI-O E NEWAVE	8
2.1 PREMISSAS DA ANÁLISE	8
2.2 RESULTADOS	9
3. LEVANTAMENTO DAS DIFERENÇAS NUMÉRICAS E METODOLÓGICAS ENTRE OS MODELOS SUISHI-O E NEWAVE	17
4. DESCRIÇÃO DOS AJUSTES INCORPORADOS EM CARÁCTER PERMANENTE AO MODELO SUISHI-O	28
5. CONCLUSÃO	35
6. BIBLIOGRAFIA	37
7. ANEXO 1 – ÍNTEGRA DAS ANÁLISES COMPARATIVAS ENTRE OS MODELOS NEWAVE E SUISHI-O AJUSTADO	38

1. INTRODUÇÃO

No Sistema Elétrico Brasileiro há participação majoritária da hidroeletricidade no atendimento ao consumo de energia elétrica. As usinas hidrelétricas que compõem o parque gerador nacional estão localizadas ao longo de cascatas em bacias hidrográficas com grande variabilidade de comportamento hidrológico. Ademais, há várias usinas que possuem capacidade de regularização plurianual.

Neste contexto, para viabilizar o trabalho do planejador, é necessário racionalizar a utilização dos recursos em diversos horizontes temporais, desde estudos de longo prazo (os quais devem analisar possíveis secas de longa duração, a sua probabilidade de ocorrência e a capacidade de regularização plurianual dos reservatórios do sistema) até estudos sobre o despacho de curtíssimo prazo no Brasil. Tal necessidade resultou na divisão do planejamento da operação do sistema em diversas etapas. A primeira delas, com horizonte de cinco a dez anos, é resolvida pelo modelo NEWAVE, desenvolvido pelo CEPEL, cuja principal finalidade é a realização do planejamento da operação mensal de médio prazo em sistemas hidrotérmicos interligados.

Apesar do modelo NEWAVE considerar características complexas do sistema elétrico brasileiro, tal como a estocasticidade das suas vazões, é necessário admitir algumas simplificações do problema real para viabilizar a sua utilização. Por exemplo, devem-se admitir conhecidos, para o período de planejamento, o mercado e as expansões do parque térmico, do parque hidráulico e do sistema de transmissão. Outra simplificação adotada é o agrupamento das usinas hidrelétricas de um mesmo subsistema em reservatórios equivalentes de energia. Tais reservatórios são interligados eletricamente, representando os grandes troncos de linhas de transmissão entre os diversos subsistemas do sistema brasileiro.

É importante ressaltar que o principal objetivo do planejamento da operação de um sistema hidrotérmico é determinar uma operação estratégica que, para cada período do planejamento, produza metas de geração para cada usina do sistema de forma a minimizar o seu custo total de operação. Uma vez que o modelo NEWAVE considera a existência de um reservatório equivalente para cada subsistema elétrico, conclui-se que para se obter metas de geração individualizadas por usina, os resultados encontrados por este modelo necessitariam ser

refinados. Sendo assim, tendo este como um de seus objetivos, um conjunto de modelos alimentados pelos resultados do modelo NEWAVE também têm sido desenvolvidos pelo CEPEL, entre eles o modelo SUISHI-O.

O modelo SUISHI-O pode ser caracterizado como um detalhado modelo de simulação à usinas hidrelétricas individualizadas que operam em um sistema hidrotérmico interligado. Além disso, este modelo também tem por objetivo a determinação da energia firme ou da energia assegurada das usinas hidrelétricas do sistema de estudo. Finalmente, cabe observar que o modelo SUISHI-O pode interagir com o modelo NEWAVE por meio da utilização, em cada estágio do problema, da função de custo futuro previamente determinada por este modelo.

É importante observar que o processo de solução do modelo SUISHI-O se divide em duas etapas: a primeira é a etapa de otimização do balanço hidrotérmico entre subsistemas, e a segunda é a etapa de simulação à usinas hidrelétricas individualizadas. Uma representação esquemática do processo de solução do modelo SUISHI-O é apresentado na Figura 1.1.

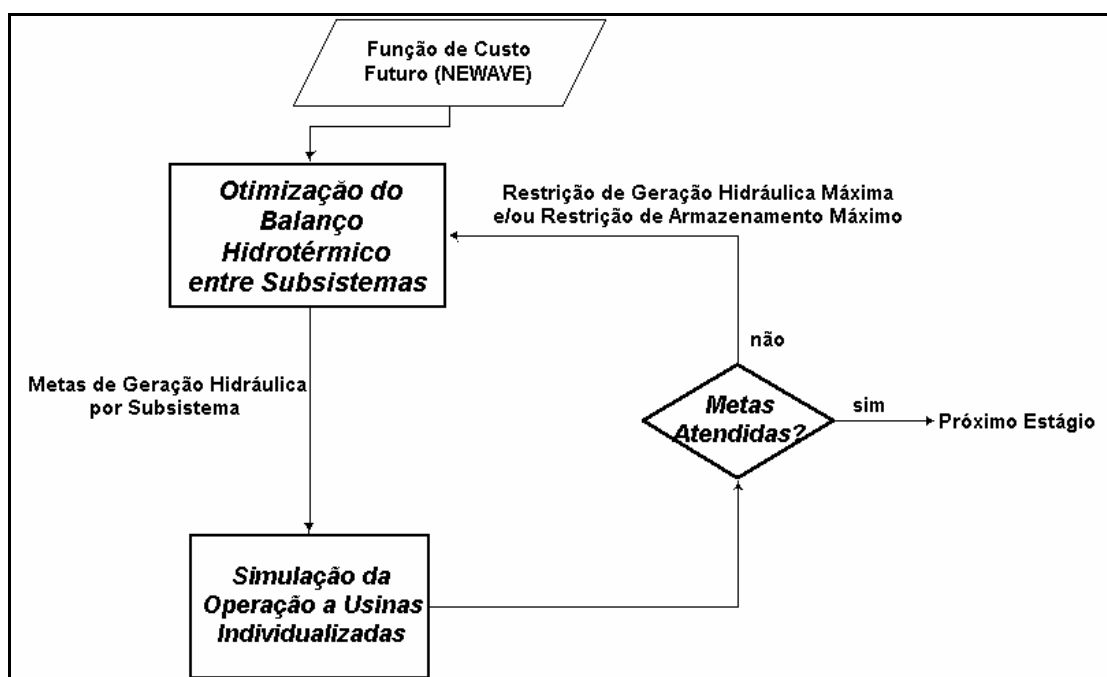


Figura 1.1 – Representação Esquemática do Processo de Solução do Modelo SUISHI-O

Conforme ilustrado na Figura 1.1, para um dado estágio do horizonte de planejamento, o processo de solução tem início no módulo de otimização do balanço hidrotérmico entre

subsistemas do modelo. A rigor, o problema resolvido no primeiro estágio de planejamento equivale ao problema resolvido pelo modelo NEWAVE durante a simulação final da operação do sistema. Na etapa de otimização, o objetivo do modelo SUISHI-O é definir metas de geração hidráulica para cada subsistema considerado mediante a solução de um problema de programação linear. Assim como no modelo NEWAVE, tal problema tem como objetivo a minimização da soma do custo presente com o custo futuro, sujeito às restrições de balanço hídrico, atendimento à demanda, armazenamento máximo, geração hidráulica máxima e também sujeito à função de custo futuro proveniente do modelo NEWAVE.

Num segundo momento, as metas de geração hidráulica por subsistema servem para alimentar o módulo de simulação a usinas individualizadas do modelo SUISHI-O. O objetivo desta etapa é alocar as metas de geração hidráulica de cada subsistema equivalente entre as suas respectivas usinas hidrelétricas através da reprodução de heurísticas operativas, procedimento que é chamado simulação da operação. Esta simulação é feita segundo uma política de operação, cujas principais características são:

- ✓ baseia-se em prioridades (automática ou definida pelo usuário) e faixas operativas (definidas pelo usuário);
- ✓ procura manter todos os reservatórios do sistema, tanto quanto possível, dentro de uma mesma faixa de operação;
- ✓ leva em consideração o efeito do deplecionamento de um reservatório em reservatórios a jusante;
- ✓ procura manter livre a faixa superior dos reservatórios para aumentar a capacidade de armazenamento do excesso de aflúências durante o período molhado, minimizando-se os vertimentos e as inundações a jusante;
- ✓ procura manter cheia a faixa inferior dos reservatórios para evitar uma excessiva perda de potência no sistema devido à redução das alturas de queda líquida.

Ao final da etapa de simulação, duas distintas situações podem ser observadas:

1. O atendimento das metas de geração hidráulica provenientes do módulo de otimização do modelo SUISHI-O. Neste caso o modelo passa para o próximo estágio (vide Figura 1.1);

2. O não atendimento das metas de geração hidráulica ocasionado por um déficit ou um excesso na soma da geração hidráulica individualizada. Nestes casos, o modelo SUISHI-O irá realimentar o módulo de otimização procurando redefinir a meta de geração hidráulica máxima (em caso de déficit de geração) ou de energia armazenada máxima (em caso de excesso de geração) de tal forma que o módulo de simulação consiga atender as metas de geração oriundas do módulo de otimização do modelo.

Num primeiro momento, tendo em vista que tanto o modelo SUISHI-O quanto o modelo NEWAVE possuem o mesmo ponto de partida, e o primeiro modelo apenas refina os resultados do segundo, é de se esperar que os seus resultados agregados por subsistema sejam muito próximos ou idênticos. Entretanto, o que se observa é que em determinados estágios os resultados destes modelos podem ser bastante divergentes, gerando dúvidas com relação à coerência metodológica entre os mesmos.

Neste contexto, dada uma mesma plataforma de dados, destaca-se como principal objetivo deste trabalho a comparação dos resultados obtidos pelos modelos SUISHI-O e NEWAVE, buscando-se detalhar e justificar quaisquer diferenças metodológicas ou numéricas que possam levar a resultados diferentes obtidos a partir destes modelos. Em outras palavras, o objetivo deste estudo é demonstrar que os resultados obtidos pelo modelo SUISHI-O diferem dos resultados do modelo NEWAVE, uma vez que o primeiro representa o problema do planejamento da operação de forma mais restrita do que o segundo, o qual não representa as usinas hidrelétricas individualizadamente.

Na seqüência deste trabalho, é apresentada no Capítulo 2 uma comparação dos resultados obtidos a partir da plataforma de dados do Plano Mensal de Operação de Março de 2008, usando-se os modelos SUISHI-O versão 6.11 e NEWAVE versão 13a. Verificar-se-á que em determinados momentos os resultados destes modelos são bastante divergentes. No Capítulo 3 levantar-se-á as possíveis causas para as divergências observadas no Capítulo 2. Ainda no Capítulo 3 o modelo SUISHI-O será adaptado de forma a se eliminar as causas previamente levantadas, verificando assim se os resultados dos modelos passam a convergir. No Capítulo 4 será verificada a possibilidade de se incorporar em caráter definitivo ao modelo SUISHI-O algumas das adaptações realizadas no modelo durante as análises ilustradas no Capítulo 3.

Desta forma espera-se reduzir qualquer causa desnecessária de divergência de resultados. Finalmente, o Capítulo 5 traz as conclusões deste trabalho.

2. COMPARAÇÃO INICIAL ENTRE OS RESULTADOS DOS MODELOS SUISHI-O E NEWAVE

Neste capítulo, os resultados obtidos a partir da utilização dos modelos SUISHI-O e NEWAVE, sobre uma mesma plataforma de dados, serão apresentados e analisados. O objetivo desta análise é observar se existem diferenças significativas entre os resultados encontrados, justificando uma análise mais aprofundada das possíveis causas destas diferenças.

2.1 PREMISSAS DA ANÁLISE

Para a realização das análises sugeridas nesta seção utilizou-se a versão 6.11 do modelo SUISHI-O assim como a versão 13a do modelo NEWAVE. Adicionalmente, a plataforma de dados empregada baseou-se nos dados oficiais utilizados para as análises do Plano Mensal de Operação (PMO) do mês de Março de 2008. Com o objetivo de evitar divergências de resultados devido a diferenças metodológicas já conhecidas (e justificadas) entre os modelos SUISHI-O e NEWAVE, as seguintes simplificações foram realizadas:

1. Configuração Estática para o SIN

As análises foram realizadas considerando uma configuração estática para o sistema (configuração do PMO definida para Março de 2008). Esta simplificação na plataforma de dados evita que sejam observadas diferenças de resultados devido ao cálculo do tempo de enchimento do volume morto das usinas hidráulicas que fazem parte da expansão do Sistema Interligado Nacional.

Neste caso, é importante ressaltar que o modelo NEWAVE não “enxerga” a operação das usinas individualizadamente, assumindo como premissa que o enchimento do volume morto se dá em um tempo médio determinístico. Por outro lado, esta variável é tratada pelo modelo SUISHI-O como uma variável aleatória, uma vez que ela dependerá da operação individualizada das UHEs, que por sua vez estarão sujeitas, entre outros fatores, à uma hidrologia estocástica.

2. Consideração de um Único Subsistema Equivalente

Baseado no caso PMO de Março de 2008, uma configuração especial foi adotada para os testes realizados neste documento, onde o Sistema Interligado Nacional é reduzido a apenas um único subsistema equivalente. Esta configuração foi escolhida por ter sido adotada pelo grupo de empresas que compõem a Força Tarefa SUIHI-O¹ como um dos casos oficiais para os testes de validação do modelo. Adicionalmente, a adoção de um único subsistema equivalente simplifica as análises realizadas na medida em que a variável “intercâmbios de energia” deixa de ser considerada.

3. Desconsideração dos Desvios d’água

É sabido que o tratamento dado aos desvios d’água é distinto no processo de solução dos modelos SUIHI-O e NEWAVE. Uma vez que o modelo SUIHI-O simula a operação das usinas hidrelétricas individualizadamente, neste modelo as vazões de desvio são simplesmente subtraídas das vazões incrementais no início de cada mês do período de simulação considerado, tratando-se os desvios d’água na etapa de “simulação”. Por outro lado, o modelo NEWAVE trata os desvios d’água como parte do problema de otimização solucionado. Neste caso, as vazões de desvio lidas no arquivo de usos alternativos d’água são tratadas como “metas” de desvio, as quais são consideradas tanto no processo de construção da função de custo futuro quanto no processo de simulação final da operação do sistema. As energias de desvio controlável e fio d’água são respectivamente consideradas nas equações de balanço hídrico e de atendimento à demanda do problema, além de uma penalidade associada à parcela não cumprida da meta de desvio ser considerada na função objetivo do mesmo.

Uma vez que os desvios d’água são tratados de forma distinta pelos modelos SUIHI-O e NEWAVE, optou-se por se desconsiderar os desvios d’água do caso utilizado para as análises deste estudo.

2.2 RESULTADOS

¹ O PMO de Março de 2008, considerando um subsistema único, passou a ser utilizado oficialmente como caso teste pela FT SUIHI-O a partir de sua 10^a reunião, realizada em 3 de

Os resultados apresentados nesta seção foram gerados a partir de duas séries hidrológicas: as séries de 1932 e 1952. Estas séries foram escolhidas por representarem um período de hidrologia favorável, ou período “molhado” (série de 1932), e um período de hidrologia desfavorável, ou período “seco” (série de 1952).

Para cada uma destas séries, as variáveis observadas foram: Geração Hidráulica Total, Custo Marginal de Operação, Energia Armazenada Final dos reservatórios, e Geração Térmica Total do sistema. Estas variáveis foram escolhidas por se entender que diferenças significativas nos resultados dos modelos SUISHI-O e NEWAVE poderiam ser percebidos por meio de sua análise. Os resultados encontrados se encontram ilustrados nas Figuras 2.1 a 2.8.

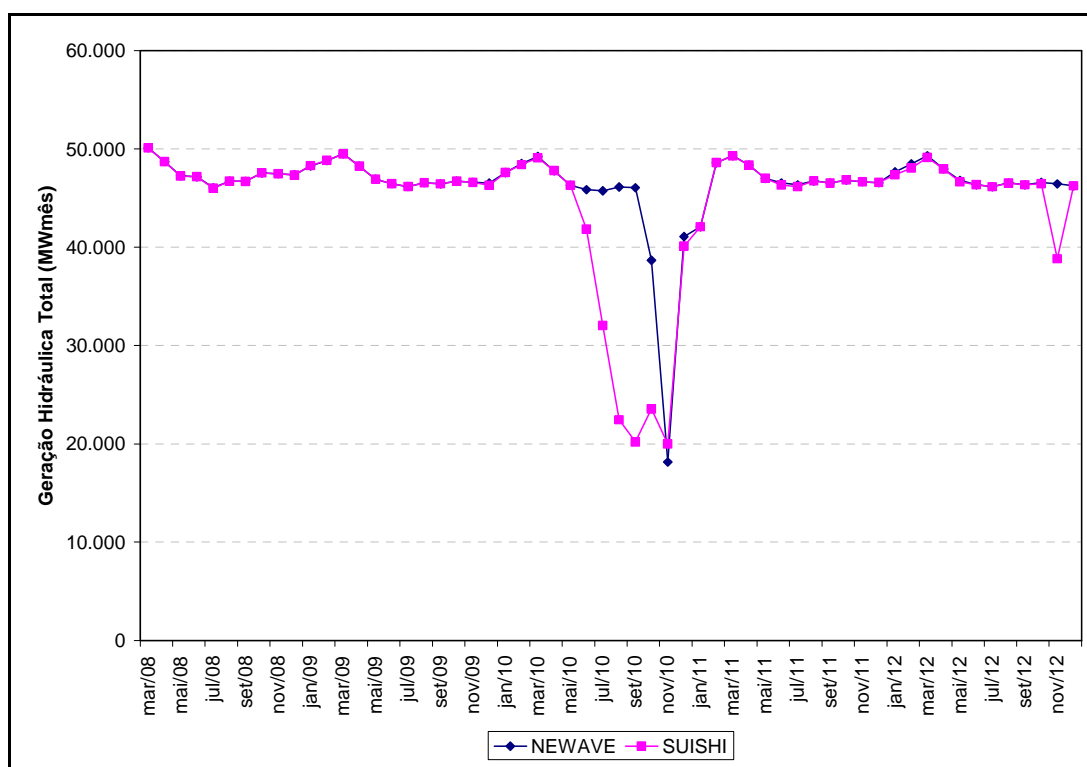


Figura 2.1 – Geração Hidráulica Total Considerando a Série Hidrológica de 1932

Abril de 2008.

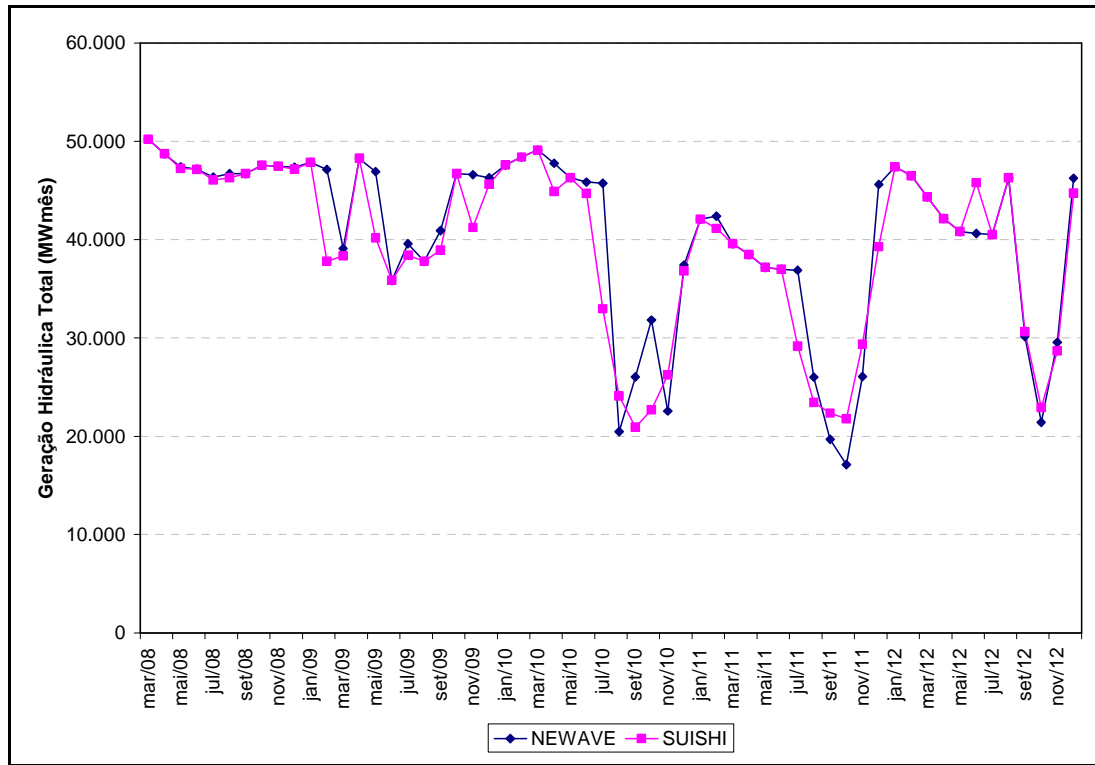


Figura 2.2 – Geração Hidráulica Total Considerando a Série Hidrológica de 1952

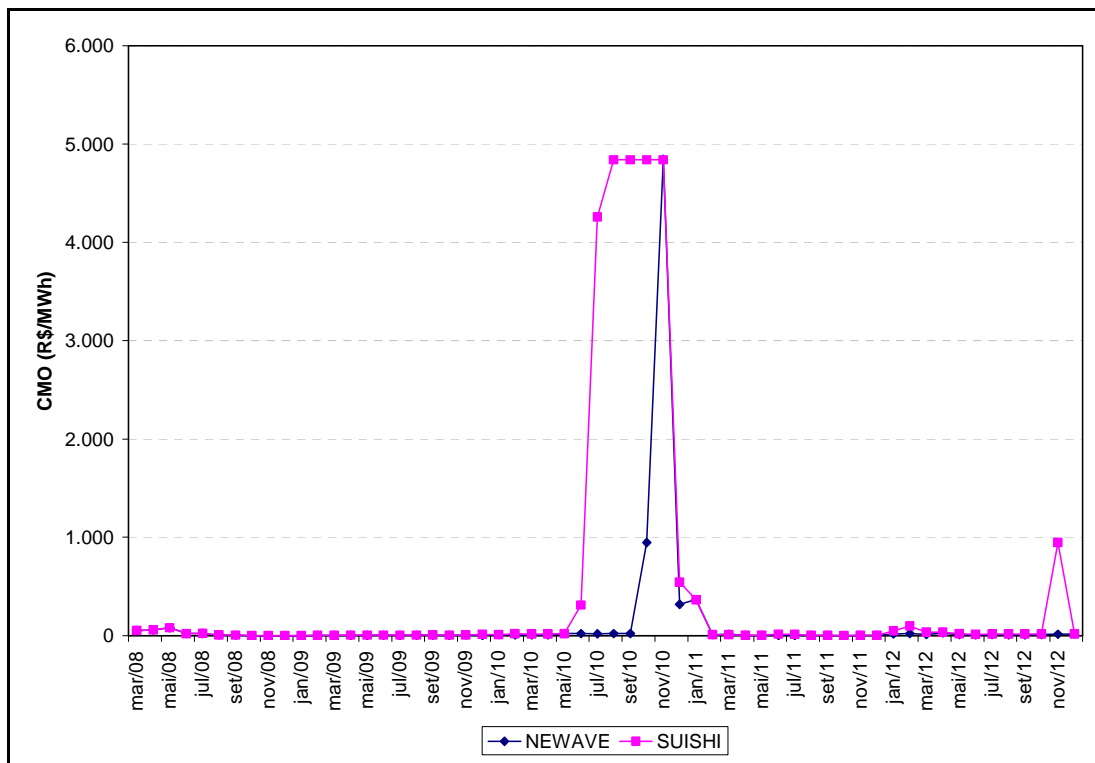


Figura 2.3 – Custo Marginal de Operação Considerando a Série Hidrológica de 1932

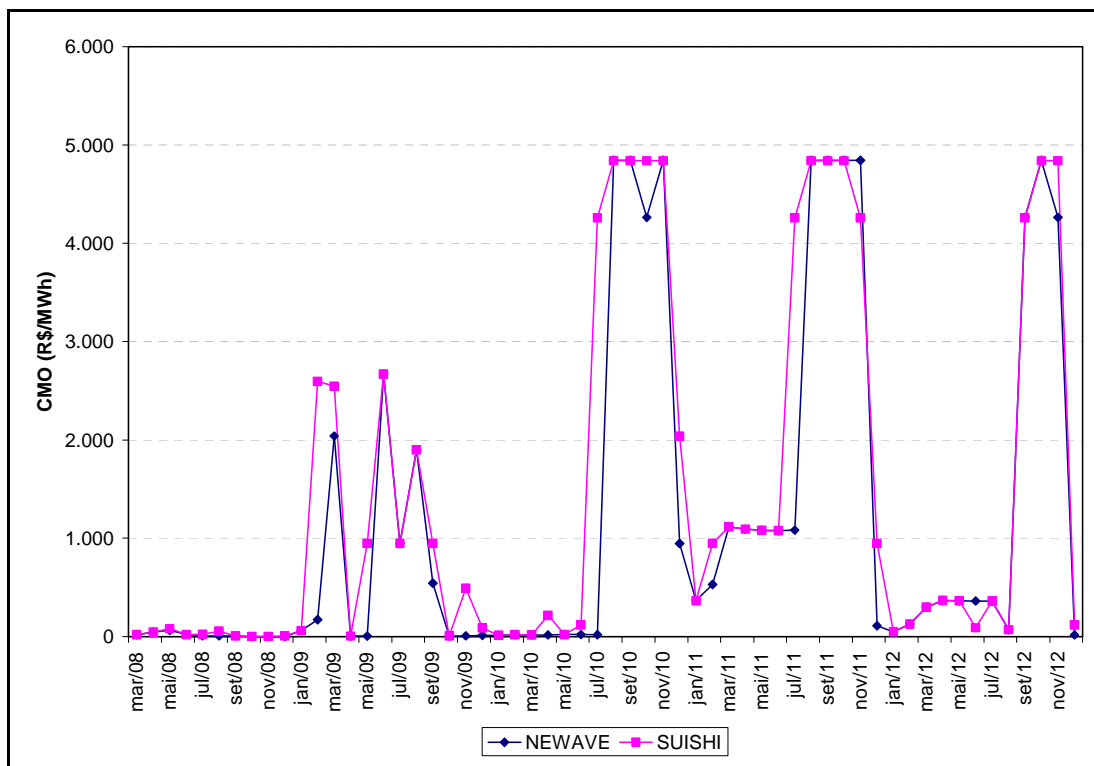


Figura 2.4 – Custo Marginal de Operação Considerando a Série Hidrológica de 1952

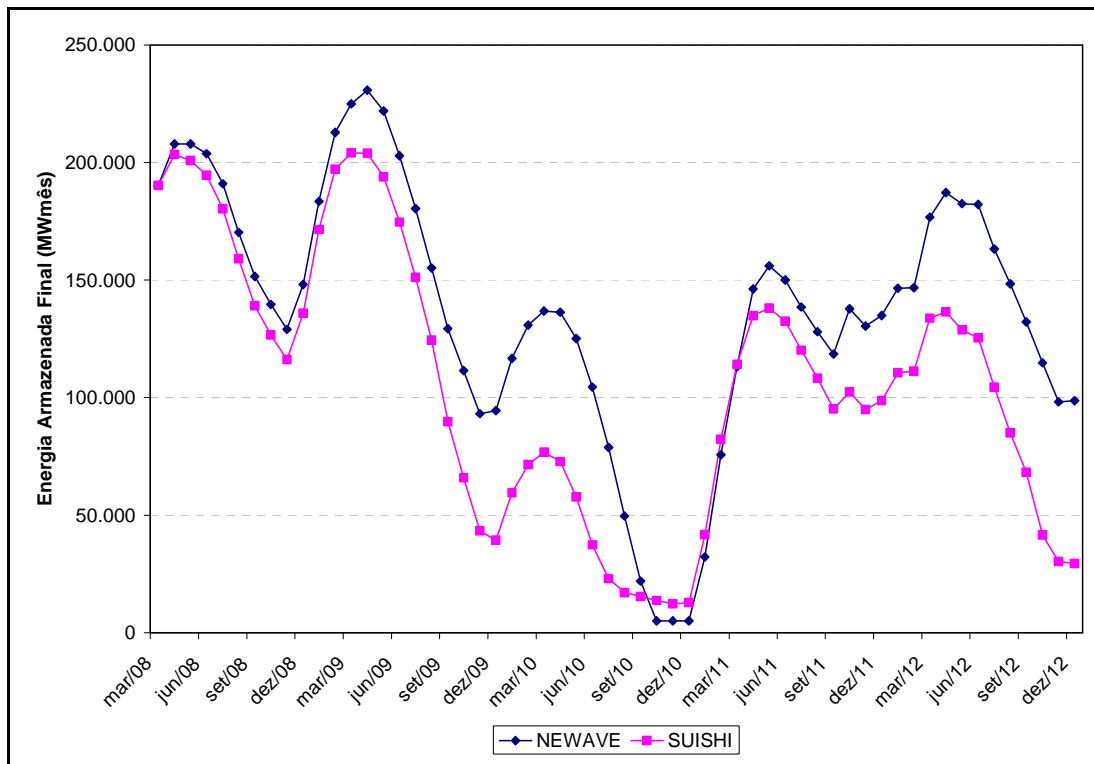


Figura 2.5 – Energia Armazenada Final Considerando a Série Hidrológica de 1932

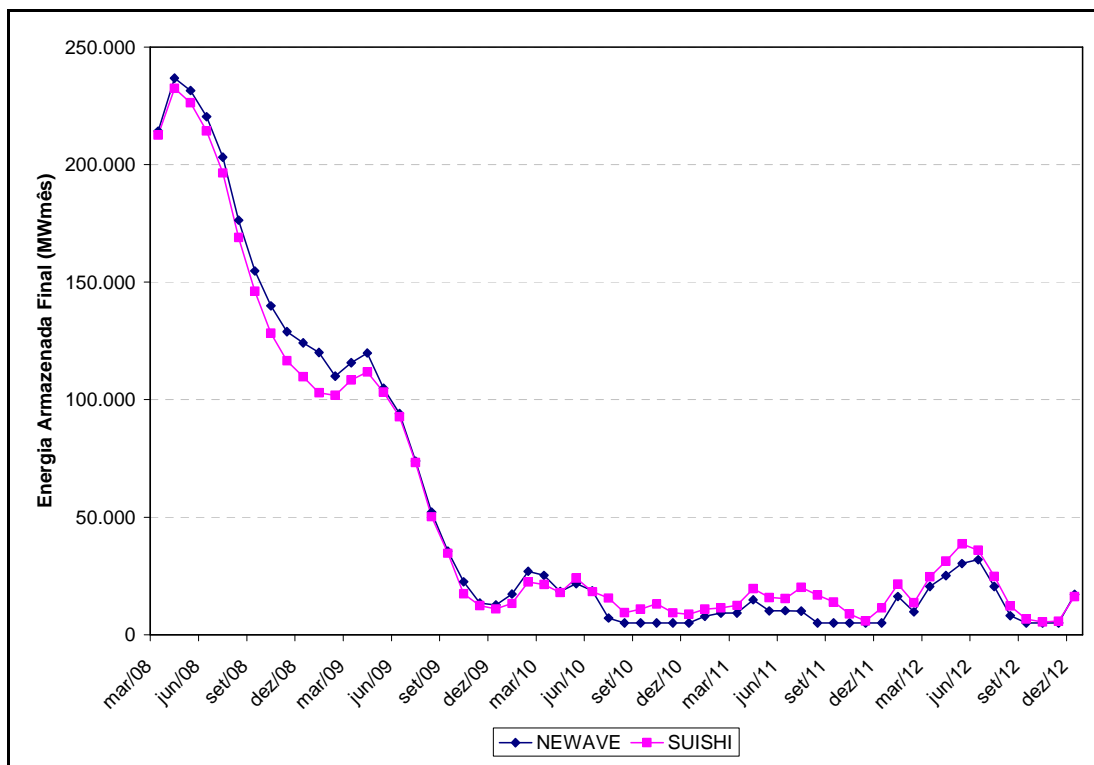


Figura 2.6 – Energia Armazenada Final Considerando a Série Hidrológica de 1952

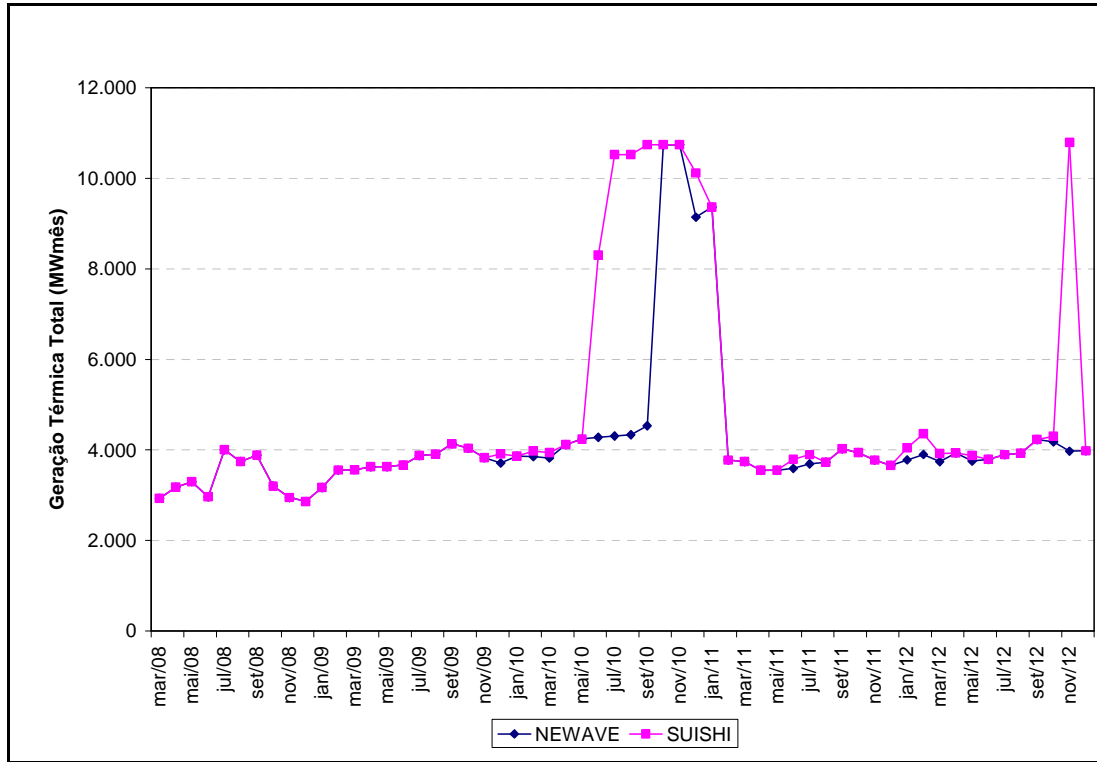


Figura 2.7 – Geração Térmica Total Considerando a Série Hidrológica de 1932

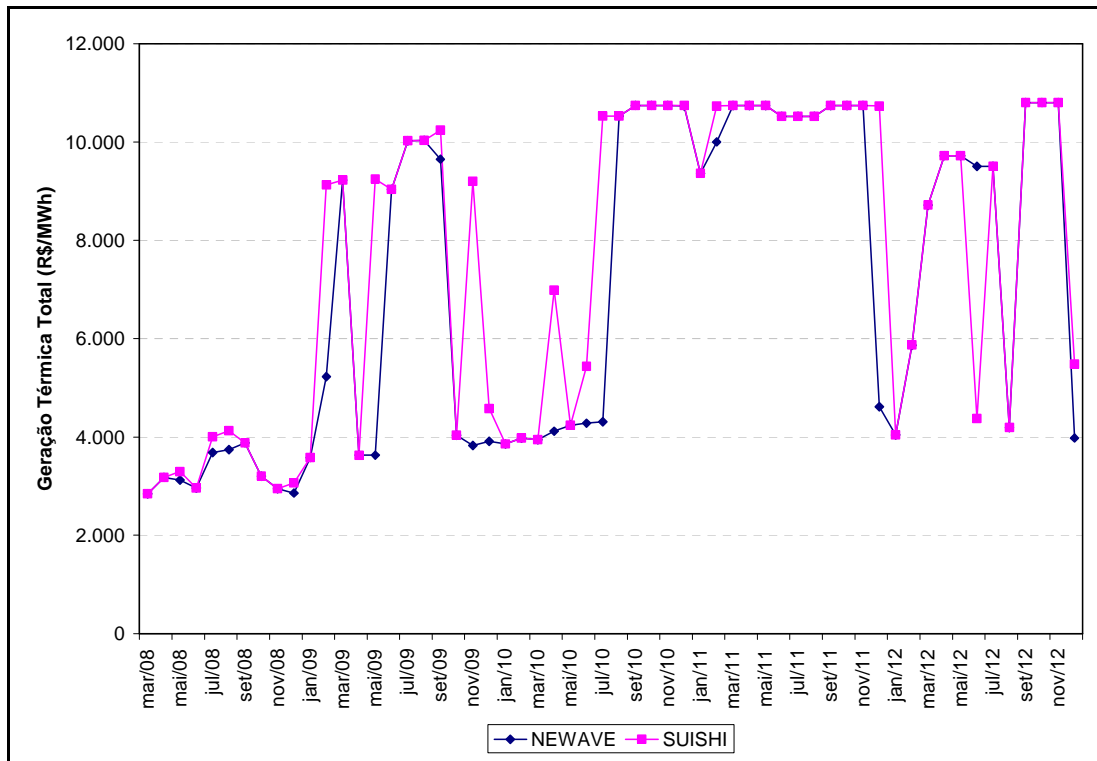


Figura 2.8 – Geração Térmica Total Considerando a Série Hidrológica de 1952

Conforme o ilustrado nas figuras anteriores, observa-se que para todas as variáveis observadas (Geração Hidráulica Total, CMO, Energia Armazenada Final e Geração Térmica Total) os resultados do modelo SUISHI-O são compatíveis com os resultados fornecidos pelo modelo NEWAVE. Por exemplo, analisando as Figuras 2.1 e 2.2, nota-se que os resultados destes modelos apontam de forma sincronizada períodos de alta e baixa geração hidráulica total no sistema. O mesmo pode ser observado para as demais variáveis ilustradas (vide Figuras 2.3 a 2.8).

Apesar dos resultados entre os modelos SUISHI-O e NEWAVE seguirem a mesma lógica (ou tendência), é importante observar que estes resultados não são idênticos. Novamente, analisando as figuras anteriores, nota-se que nos períodos de melhor hidrologia, com maiores níveis de gerações hidráulicas e de energia armazenada, e, conseqüentemente, baixos valores de geração térmica e de CMOs, os resultados entre os modelos são praticamente idênticos. Entretanto, nos piores períodos hidrológicos podem ser observados grandes descolamentos nos resultados, em geral com o modelo SUISHI-O antecipando a alta dos preços (CMO) e o aumento do nível de geração termelétrica.

Uma vez que o modelo NEWAVE planeja a operação do sistema de forma menos restrita do que o modelo SUISHI-O², é esperado que existam diferenças entre os seus resultados. Neste ponto, novamente é importante destacar que o principal objetivo deste relatório é levantar a origem destas diferenças de resultados, justificando-as e contribuindo para os trabalhos de validação do modelo SUISHI-O.

No próximo capítulo as principais diferenças numéricas e metodológicas entre os modelos SUISHI-O e NEWAVE serão listadas. Além disso, tentar-se-á convergir os resultados do

² Enquanto o modelo NEWAVE planeja a operação do sistema considerando a existência de reservatórios equivalentes em cada subsistema elétrico, o modelo SUISHI-O simula a operação das usinas hidrelétricas de forma individualizada.

modelo SUISHI-O para os resultados do NEWAVE, demonstrando que as diferenças observadas neste capítulo se devem unicamente às diferenças de concepção de cada modelo.

3. LEVANTAMENTO DAS DIFERENÇAS NUMÉRICAS E METODOLÓGICAS ENTRE OS MODELOS SUISHI-O E NEWAVE

Neste capítulo serão detalhadas as principais diferenças numéricas e metodológicas entre os modelos SUISHI-O (versão 6.11) e NEWAVE (versão 13a), que por sua vez podem ser as potenciais causadoras das diferenças nos resultados apresentados no Capítulo 2. Para tanto, assume-se que, após o descrito no Capítulo 1, tenha ficado claro para o leitor que o processo de solução do modelo SUISHI-O é composto por duas etapas: uma etapa de otimização do balanço mensal de energia entre subsistemas, a qual é praticamente idêntica ao problema resolvido pelo modelo NEWAVE, e a etapa de simulação à usinas individualizadas, onde a operação mensal das usinas hidrelétricas de cada subsistema é simulada. Esta etapa é inexistente no modelo NEWAVE.

Uma vez lembrada a principal diferença metodológica entre os dois modelos, quatro outros pontos podem ser mencionados como causadores das diferenças nos resultados apresentados no Capítulo 2, são eles:

1. Cálculo da Energia Natural Afluyente

Sabe-se que a energia natural afluyente aos subsistemas que compõem o SIN são determinadas pela soma de três parcelas: a energia controlável, a energia fio d'água e a energia de vazão de mínima. Tanto no modelo SUISHI-O quanto no modelo NEWAVE a forma de cálculo destas parcelas seguem o descrito pelas equações 3.1, 3.2 e 3.3 a seguir:

$$EC_S = \sum_{i \in R} (Q_i - QMIN_i)(\rho_i H_i + \sum_{j \in Fi} \rho_j H_j) \quad (3.1)$$

$$EVM_S = \sum_{i \in R} QMIN_i(\rho_i H_i + \sum_{j \in Fi} \rho_j H_j) \quad (3.2)$$

$$EFD_S = \sum_{i \in R^*} \min[QINC_j, (QMAX_i - \sum_{m \in Mj} QMIN_m)] \cdot \rho_j H_j \quad (3.3)$$

onde EC_S representa a Energia Controlável afluyente ao subsistema S , R representa o conjunto de reservatórios deste subsistema, F representa o conjunto de usinas entre o reservatório i e o próximo reservatório a jusante, Q_i representa a descarga natural afluyente ao reservatório i ,

$QMIN_i$ representa a descarga mínima obrigatória do reservatório i , ρ_j representa o rendimento global do conjunto turbina-gerador da usina j , R^* representa o conjunto de usinas a fio d'água, M_j representa o conjunto de usinas imediatamente a montante da usina j , $QINC_j$ representa a vazão incremental afluyente à usina j , $QMAX_j$ representa o engolimento máximo da usina j , e, finalmente, H_i representa a altura de queda líquida da usina i .

Apesar das equações empregadas pelos dois modelos serem as mesmas, existe uma diferença no cálculo das produtibilidades acumuladas empregadas. Neste caso, enquanto o modelo NEWAVE calcula a energia natural afluyente considerando a altura de queda líquida (H_i) dos reservatórios equivalentes a 65% do seu volume útil, o modelo SUISHI-O considera o valor deste parâmetro obtido em decorrência da operação da própria usina e das demais usinas da cascata. Isto somente é possível devido à etapa de simulação à usinas individualizadas realizada no modelo SUISHI-O, caracterizando uma das fontes de diferenças entre os resultados dos modelos SUISHI-O e NEWAVE.

2. Engolimento Máximo das Usinas Fio d'água

Apesar de seguir a mesma lógica, o cálculo do engolimento máximo das usinas fio d'água é realizado de forma diferente nos modelos SUISHI-O e NEWAVE. No primeiro caso, para uma dada usina i , o engolimento máximo é calculado da seguinte forma:

$$QNOM_i = \sum_{CJ_i} (QEFCJ * NMAQCJ) \quad (3.4)$$

onde $QNOM_i$ representa o engolimento máximo da usina i , CJ_i representa o conjuntos de máquinas da usina i , $QEFCJ$ representa a vazão efetiva do conjunto de máquinas considerado, e $NMAQCJ$ representa o número de máquinas do conjunto considerado. Note que os valores de $QEFCJ$ e $NMAQCJ$ são valores lidos no arquivo de cadastro das usinas hidráulicas HIDR.DAT.

Por outro lado, observa-se que o cálculo do engolimento máximo no modelo NEWAVE é realizado de forma distinta, seguindo a seguinte equação:

$$QNOM_i = \frac{\left(\sum_{CJ_i} (PEFCJ * NMAQCJ) \right) * (1 - TEIF_i) * (1 - IP_i)}{\rho_i * H_i} \quad (3.5)$$

onde **PEFCJ** representa a potência efetiva do conjunto de máquinas considerado, **TEIF_i** representa a taxa de indisponibilidade forçada da usina **i**, **IP_i** representa a indisponibilidade programada da usina **i**, **ρ_i** representa o rendimento global do conjunto turbina-gerador da usina **i**, e **H_i** representa a altura de queda líquida da usina **i** considerando o volume útil do seu reservatório a 65%. A partir das equações 3.4 e 3.5, fica claro que os diferentes critérios adotados para o cálculo do engolimento máximo das usinas fio d'água caracteriza-se como um causador de diferenças entre os resultados dos modelos SUISHI-O e NEWAVE.

3. Casas Decimais do Fator de Capacidade Máximo das UHEs

Apesar de não existir diferenças no valor do fator de capacidade máximo utilizado pelos modelos SUISHI-O e NEWAVE para as usinas hidrelétricas, observa-se que, enquanto o primeiro utiliza valores com apenas duas casas decimais, o segundo considera três casas decimais na utilização deste parâmetro. Apesar de parecer pouco significativa, esta diferença de aproximação numérica contribui para que os resultados dos modelos sejam diferentes, principalmente devido à presença de usinas hidrelétricas com grande capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional.

4. Uso de Parábolas de Correção

Conforme descrito no item 1, uma vez que os modelos SUISHI-O e NEWAVE utilizam formas distintas para o cálculo da produtividade acumulada referente a cada usina, o valor das Energias Controlável e de Vazão Mínima determinadas por estes modelos também são diferentes entre si (vide equações 3.1 e 3.2). Analisando especificamente o tratamento destas variáveis no modelo NEWAVE, observa-se que, uma vez que o modelo não “enxerga” a operação das usinas individualizadamente, tanto a Energia Controlável quanto a Energia de Vazão Mínima são calculadas considerando que os reservatórios se encontram a uma altura correspondente a 65% dos seus respectivos volumes úteis. Entretanto, vale ressaltar que é muito pouco provável que no início, ou no final da operação mensal, esta premissa seja realmente confirmada.

Para lidar com esta limitação o modelo NEWAVE utiliza o que se denomina parábolas de correção, cuja finalidade é transformar o valor das Energias Controlável, de Vazão Mínima e de Energia Evaporada calculadas para uma altura correspondente a 65% do volume dos reservatórios, para o valor correspondente a altura real de operação. São três as parábolas de correção empregadas pelo modelo NEWAVE:

- ✓ Parábola Referente à Energia Controlável: é caracterizada por uma função que relaciona um fator de correção da energia controlável (calculada a 65%) à energia armazenada inicial do subsistema equivalente;
- ✓ Parábola Referente à Energia de Vazão Mínima: é caracterizada por uma função que relaciona a energia de vazão mínima (calculada a 65%) à energia armazenada inicial do subsistema equivalente;
- ✓ Parábola Referente à Energia Evaporada: é caracterizada por uma função que relaciona energia evaporada nos reservatórios à energia armazenada inicial do subsistema equivalente.

Esquemáticamente, o uso das parábolas de correção no modelo NEWAVE se encontra representada na Figura 3.1.

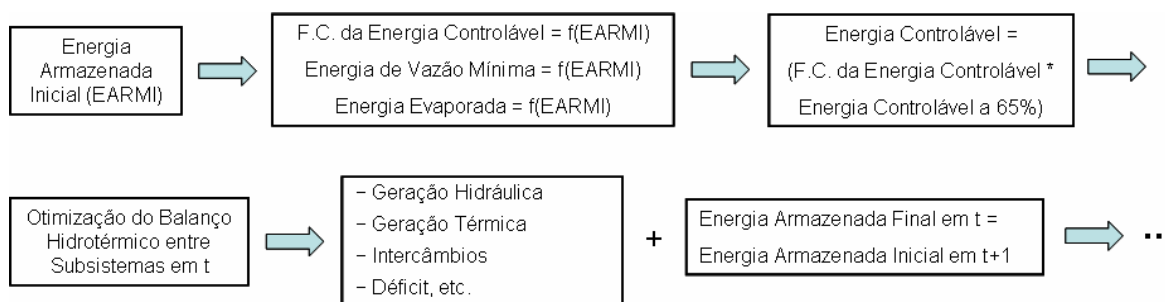


Figura 3.1 – Esquema de Utilização das Parábolas de Correção no Modelo NEWAVE

A partir da energia armazenada inicial calculada no início do horizonte de planejamento, o uso das parábolas de correção fornece a energia de vazão mínima e a energia evaporada correspondente à altura real de operação num dado momento. Além disso, também é obtido o fator de correção da energia controlável que, quando aplicado ao valor da energia controlável calculado a 65% do volume útil dos reservatórios, fornece a energia controlável correspondente à altura real de operação. Os resultados encontrados através das parábolas de correção servem

como *inputs* para o problema de otimização do balanço hidrotérmico entre subsistemas, cujo *outputs* realimentam este processo.

A utilização de parábolas de correção é um artifício empregado exclusivamente pelo modelo NEWAVE. Uma vez que o modelo SUISHI-O opera as usinas hidrelétricas individualizadamente, e, conseqüentemente, conhece o nível real de cada reservatório durante o período de planejamento, não é necessária a utilização de parábolas de correção neste modelo. Tal diferença entre os modelos também pode ser caracterizada como uma das causas das diferenças observadas nos resultados apresentados no Capítulo 2.

Com o objetivo de contribuir para a validação do modelo SUISHI-O, verificando a sua aderência com a metodologia empregada no modelo NEWAVE e demonstrando que, salvo os pontos destacados nos Capítulos 2 e 3, não existem outras fontes relevantes de divergências entre os modelos, decidiu-se adaptar o modelo SUISHI-O no sentido de demonstrar a convergência dos seus resultados com os resultados do modelo NEWAVE. As adaptações realizadas foram as seguintes:

- ✓ Exclusão do módulo de simulação do modelo SUISHI-O. Esta alteração faz com que os resultados do modelo tenham origem apenas no seu módulo de otimização, cuja formulação espera-se que seja compatível com a formulação do problema resolvido pelo NEWAVE;
- ✓ Cálculo da Energia Natural Afluenta aos subsistemas equivalentes considerando a altura de queda líquida das usinas igual a 65% do volume útil dos seus respectivos reservatórios;
- ✓ Utilização da equação 3.5 para a determinação do engolimento máximo das usinas fio d'água, tal como utilizado pelo modelo NEWAVE;
- ✓ Consideração de três casas decimais ao se utilizar o fator de capacidade máximo das usinas hidrelétricas, tal como considerado no modelo NEWAVE;
- ✓ Utilização de parábolas de correção para a determinação das energias controlável, de vazão mínima, e energia evaporada dos reservatórios.

Os resultados desta análise são apresentados nas Figuras 3.2 a 3.9. É importante ressaltar que a mesma plataforma de dados empregada nas análises do Capítulo 2 também foi utilizada na realização destas análises. Além disso, apenas as séries hidrológicas de 1932 e 1952 foram

mostradas. Os resultados referentes às demais séries do histórico de vazões (1932 a 2006) podem ser observadas no Anexo 1 deste trabalho.

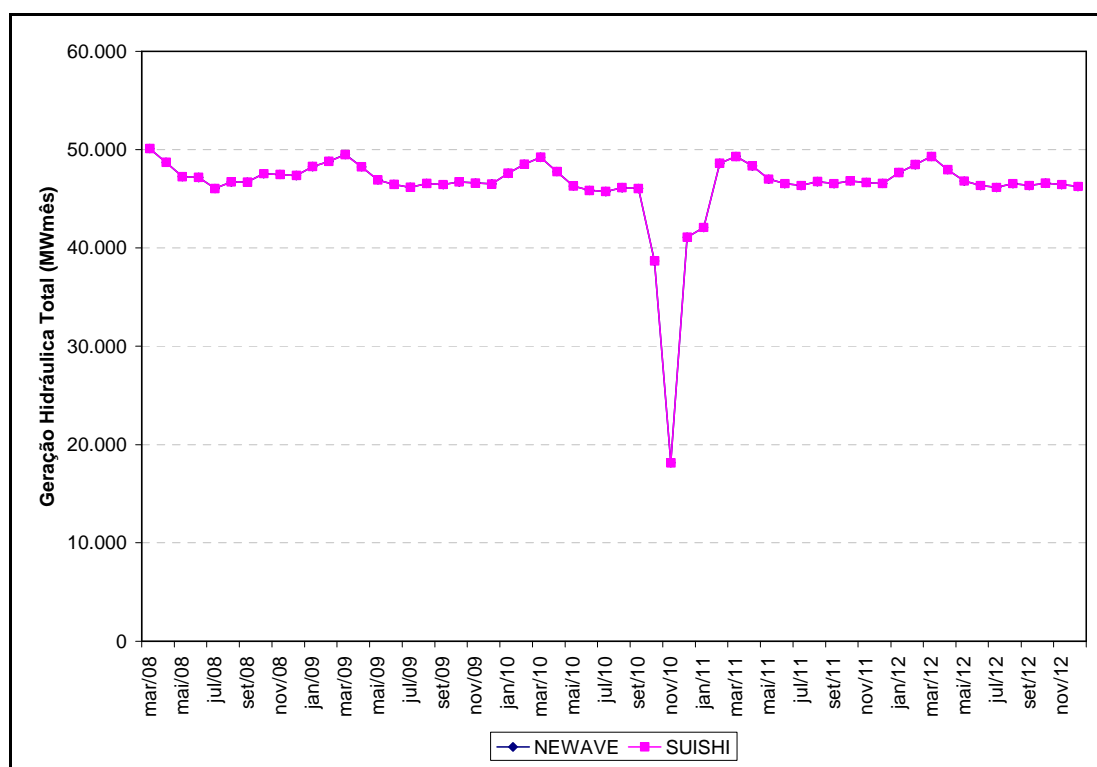


Figura 3.2 – Geração Hidráulica Total Considerando a Série Hidrológica de 1932

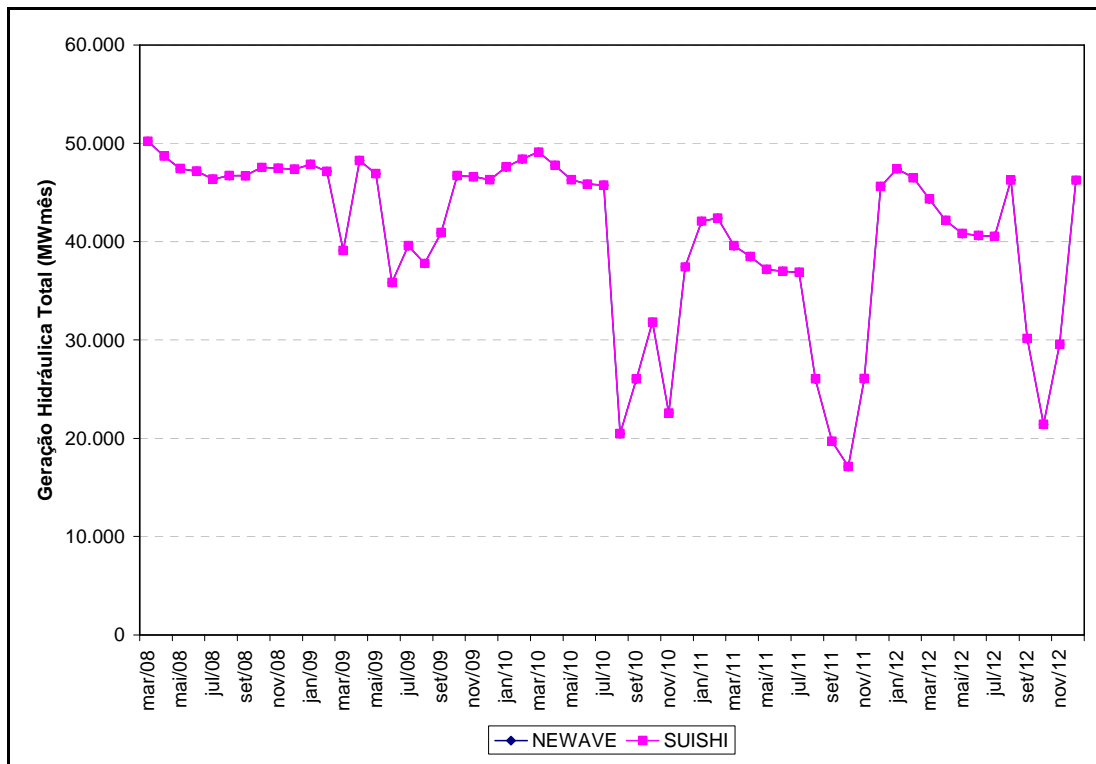


Figura 3.3 – Geração Hidráulica Total Considerando a Série Hidrológica de 1952

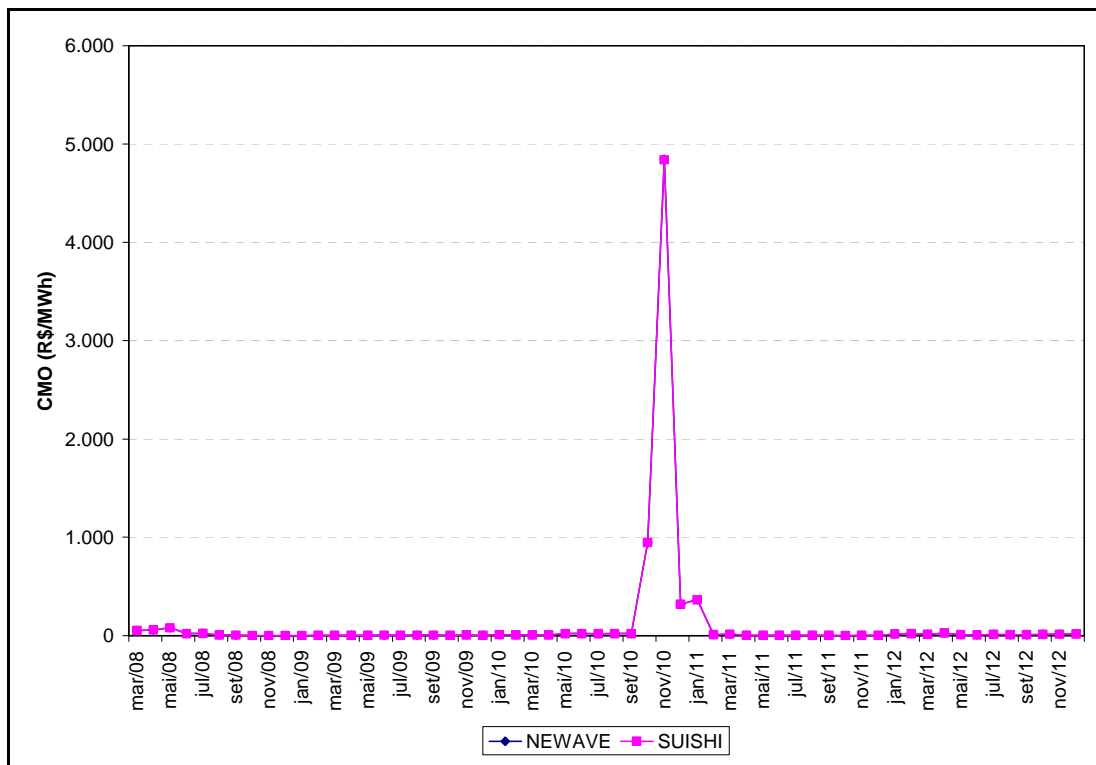


Figura 3.4 – Custo Marginal de Operação Considerando a Série Hidrológica de 1932

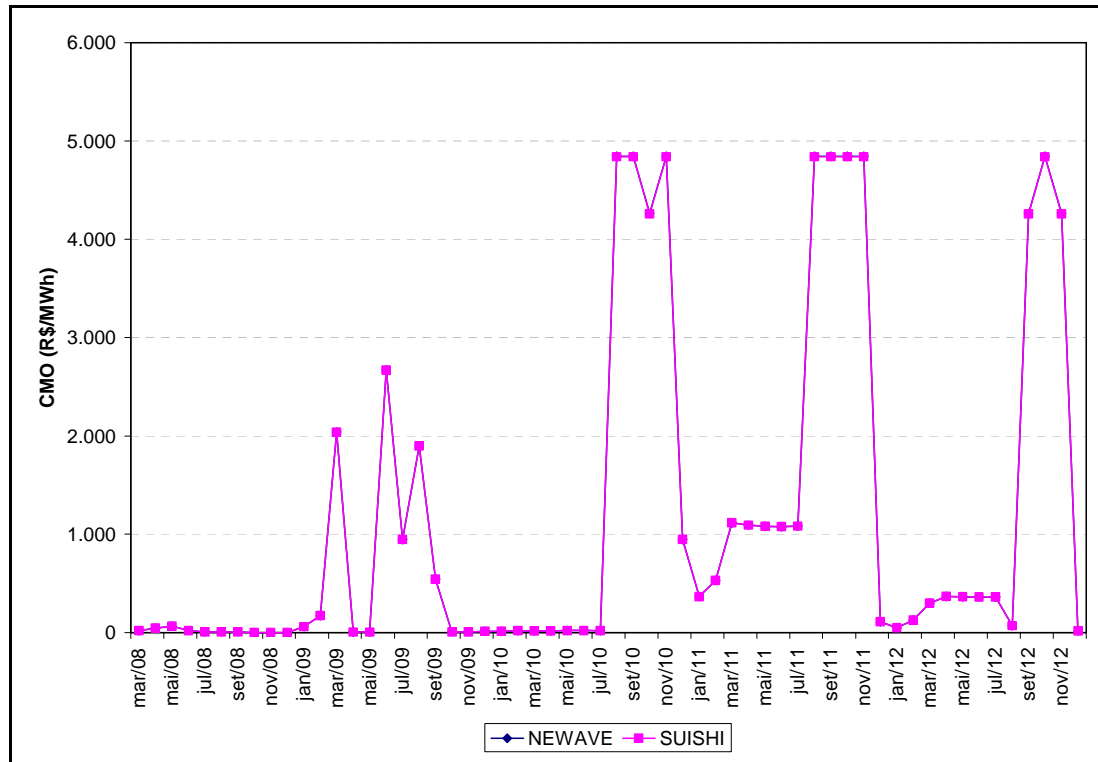


Figura 3.5 – Custo Marginal de Operação Considerando a Série Hidrológica de 1952

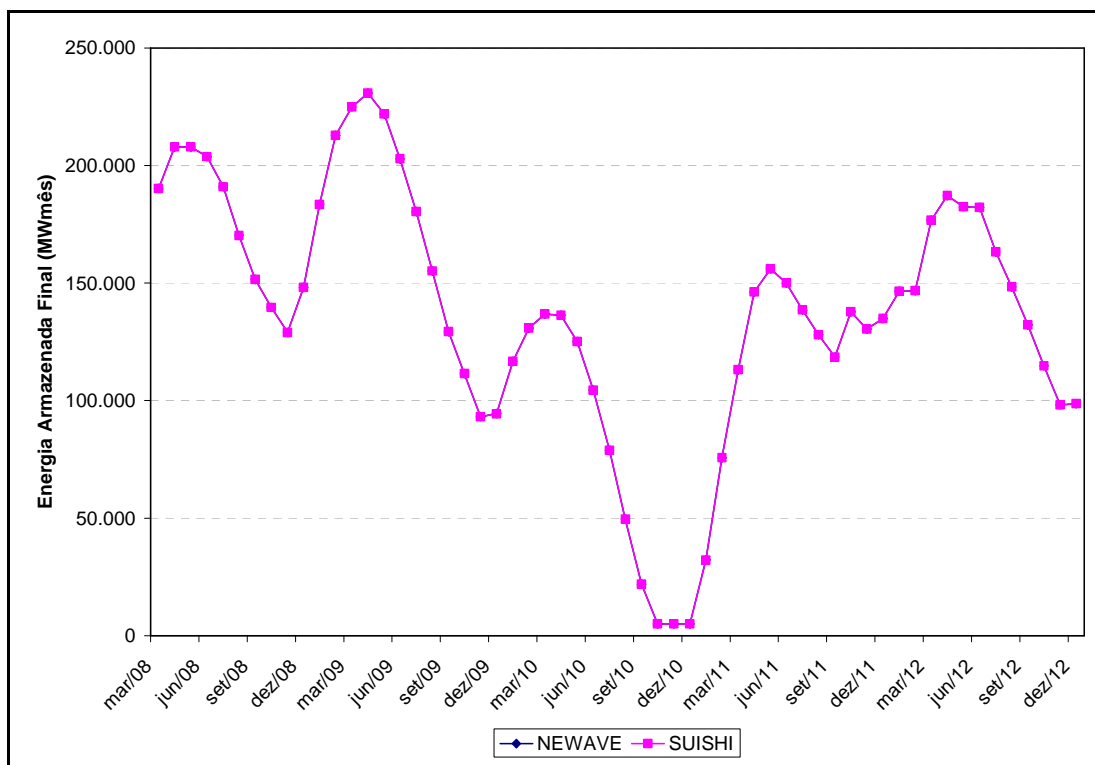


Figura 3.6 – Energia Armazenada Final Considerando a Série Hidrológica de 1932

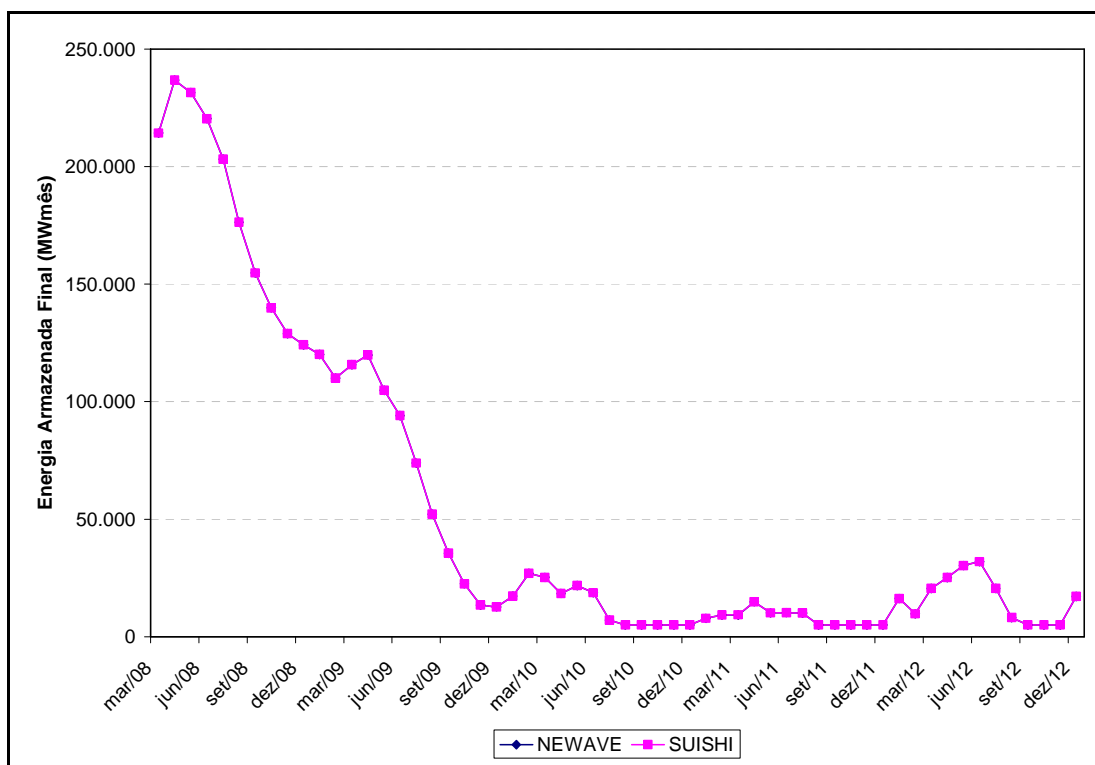


Figura 3.7 – Energia Armazenada Final Considerando a Série Hidrológica de 1952

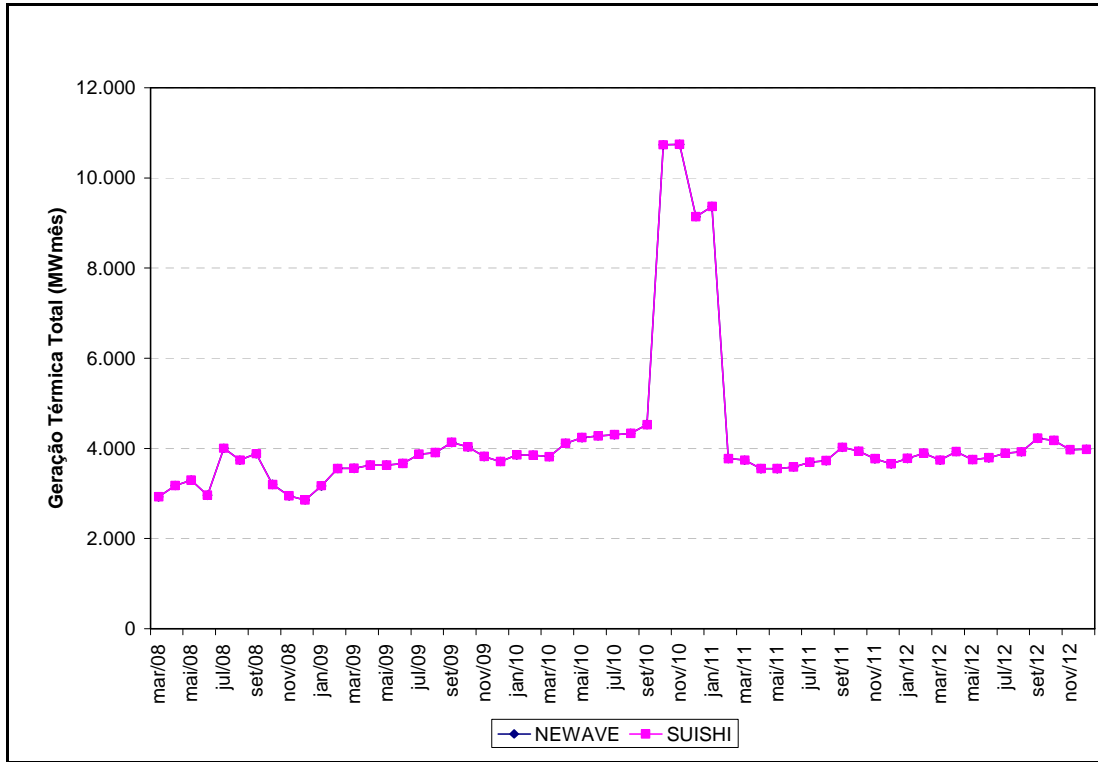


Figura 3.8 – Geração Térmica Total Considerando a Série Hidrológica de 1932

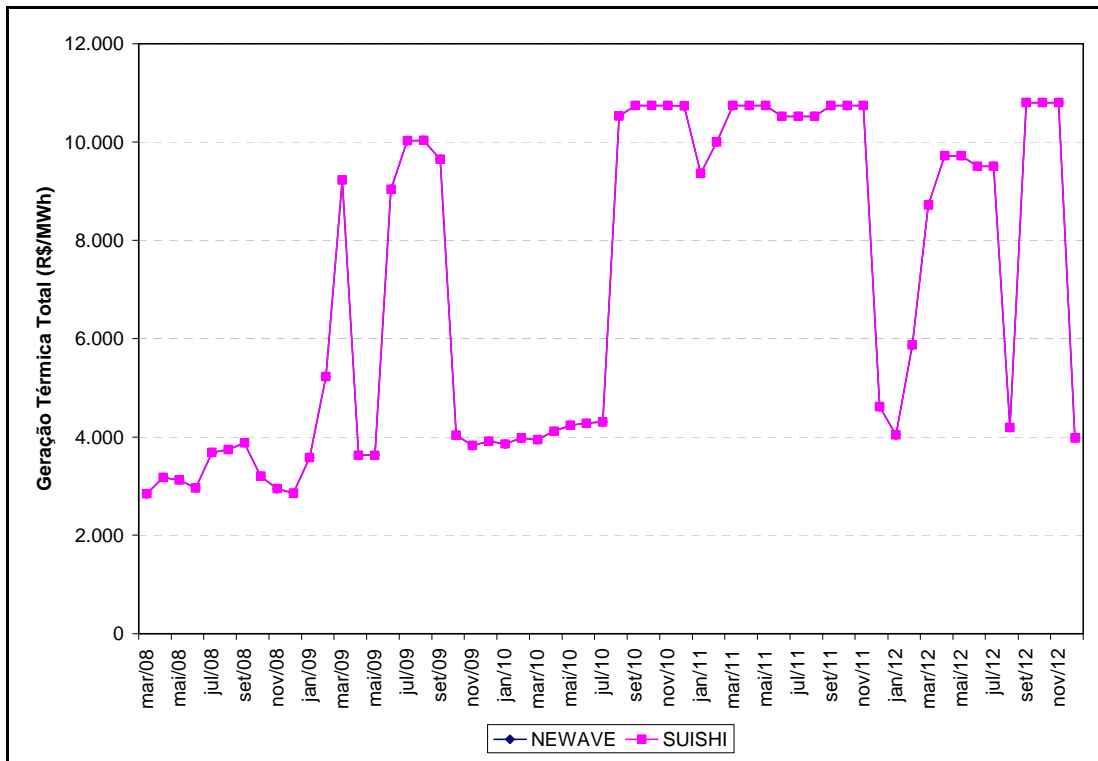


Figura 3.9 – Geração Térmica Total Considerando a Série Hidrológica de 1952

Os resultados apresentados anteriormente mostram que a solução encontrada pelo modelo “SUISHI-O ajustado” converge para a solução obtida pelo modelo NEWAVE independente da variável observada. Estes resultados são conclusivos ao corroborar com a idéia de que as diferenças encontradas nos resultados apresentados no Capítulo 2 se devem unicamente às diferenças metodológicas destacadas neste capítulo, as quais, em sua maioria, são intrínsecas ao problema resolvido por cada um dos modelos.

4. DESCRIÇÃO DOS AJUSTES INCORPORADOS EM CARÁCTER PERMANENTE AO MODELO SUIISHI-O

Após as análises realizadas no Capítulo 3, verificou-se que a diferença de resultados entre os modelos SUIISHI-O e NEWAVE se devem, majoritariamente, à diferenças numéricas e metodológicas coerentes com as particularidades de cada modelo. Assim como descrito no capítulo anterior, tais diferenças de resultados foram verificadas pela individualização dos resultados agregados fornecidos pelo módulo de otimização no modelo SUIISHI-O, pelas diferenças no cálculo da energia natural afluyente aos subsistemas, no cálculo do engolimento máximo das usinas fio d'água, pela utilização de parábolas de correção no modelo NEWAVE para o cálculo das energias controlável, de vazão mínima e evaporada nos reservatórios, e, finalmente, pelo número distinto de casas decimais consideradas no fator de capacidade máximo das usinas hidrelétricas.

Conforme mencionado anteriormente, analisando as fontes de diferenças entre os modelos, verifica-se que algumas são intrínsecas ao problema resolvido por cada um deles. Por exemplo, o modelo SUIISHI-O tem por objetivo simular a operação individualizada das usinas hidroelétricas do sistema, logo, não faria sentido o modelo tratar o problema apenas no seu módulo de otimização, o qual considera a existência de reservatórios equivalentes, tal como o modelo NEWAVE. O mesmo raciocínio também pode ser aplicado no que tange ao cálculo da energia natural afluyente considerando a altura dos reservatórios a 65% do seu volume útil, e ao uso das parábolas de correção para a obtenção das energias controlável, de vazão mínima e evaporada nos reservatórios. Tais procedimentos são adotados pelo modelo NEWAVE devido ao mesmo não ser capaz de “enxergar” a operação das usinas hidrelétricas individualizadamente.

Por outro lado, entende-se que duas das fontes de diferenças mencionadas anteriormente poderiam ser eliminadas, sendo o seu tratamento compatibilizado em ambos os modelos sem prejuízo para os objetivos individuais de cada um deles. Tais mudanças se referem às diferenças no cálculo do engolimento máximo das usinas fio d'água e a utilização do fator de capacidade máximo das usinas hidrelétricas do sistema.

Em ambos os casos optou-se por realizar as alterações mencionadas no modelo SUISHI-O, o qual, ao contrário do modelo NEWAVE, ainda se encontra em processo de validação pelos agentes do setor elétrico brasileiro. Desta forma, a versão 6.11 do SUISHI-O passou a considerar o cálculo do engolimento máximo das usinas fio d'água conforme a equação 3.5, além de considerar a utilização do fator de capacidade máximo das usinas hidrelétricas com três casas decimais, tal como observado no modelo NEWAVE. Uma vez realizadas estas alterações, novos resultados foram gerados considerando a mesma plataforma de dados utilizada anteriormente nas análises deste trabalho. Novamente, apenas as séries de 1932 e 1952 se encontram ilustradas neste capítulo (Figuras 4.1 a 4.8).

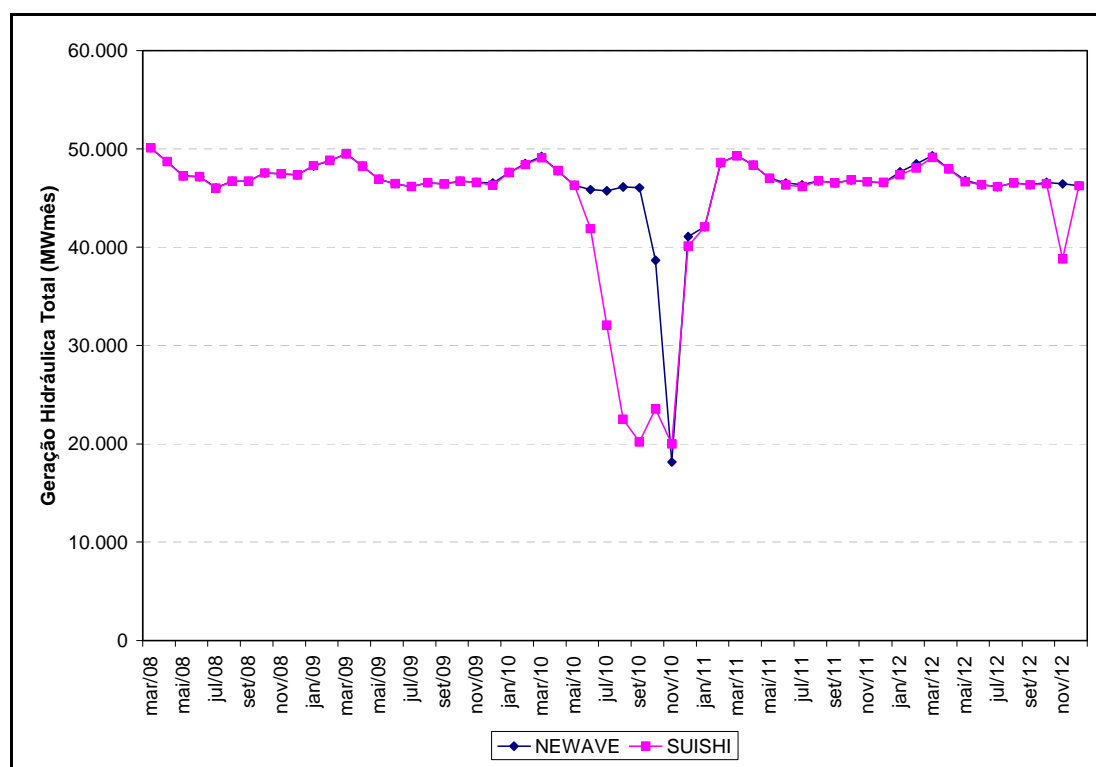


Figura 4.1 – Geração Hidráulica Total Considerando a Série Hidrológica de 1932

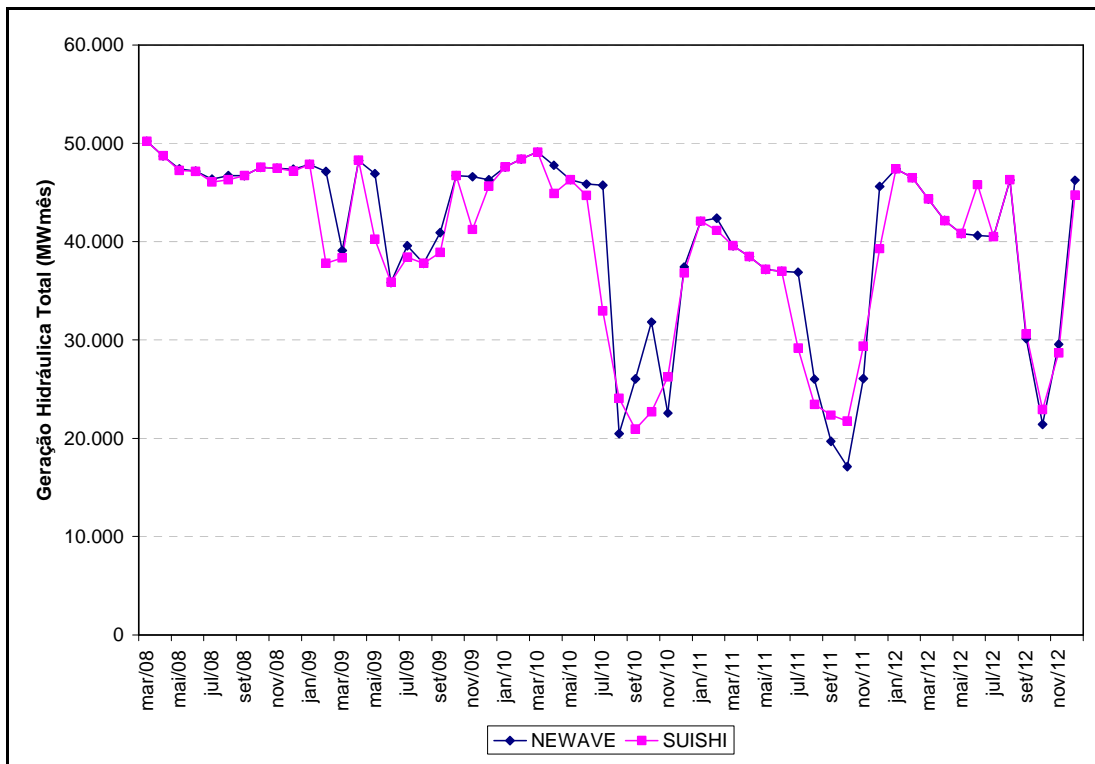


Figura 4.2 – Geração Hidráulica Total Considerando a Série Hidrológica de 1952

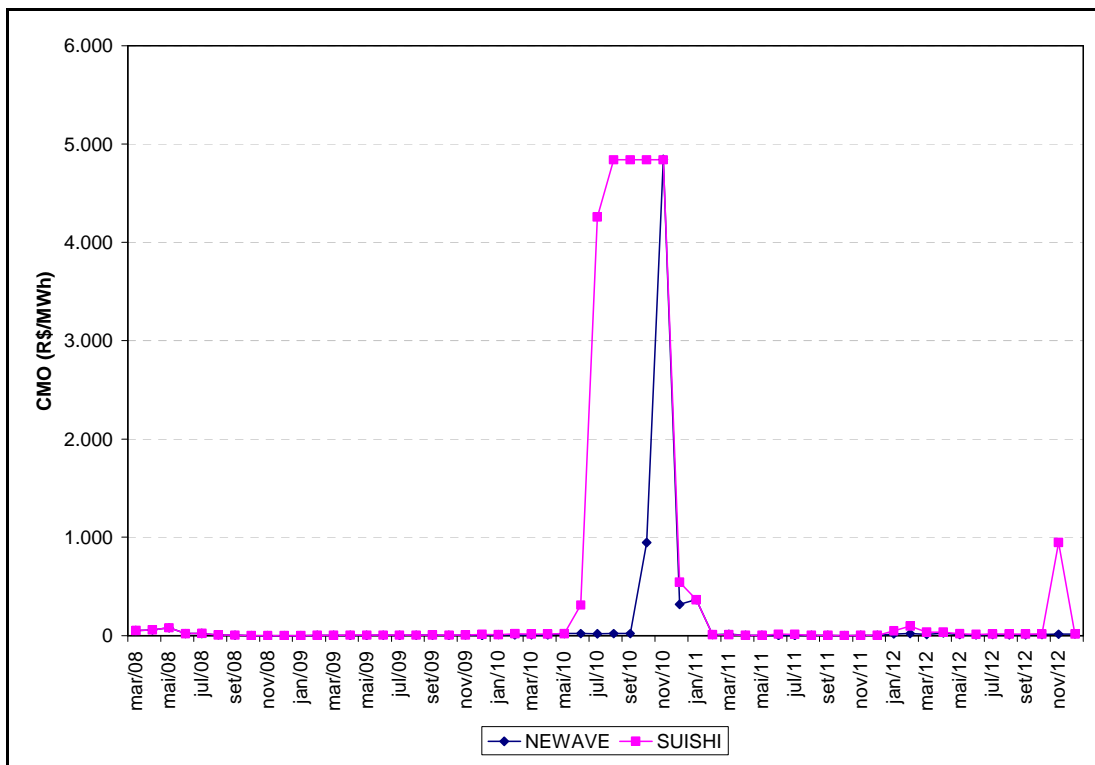


Figura 4.3 – Custo Marginal de Operação Considerando a Série Hidrológica de 1932

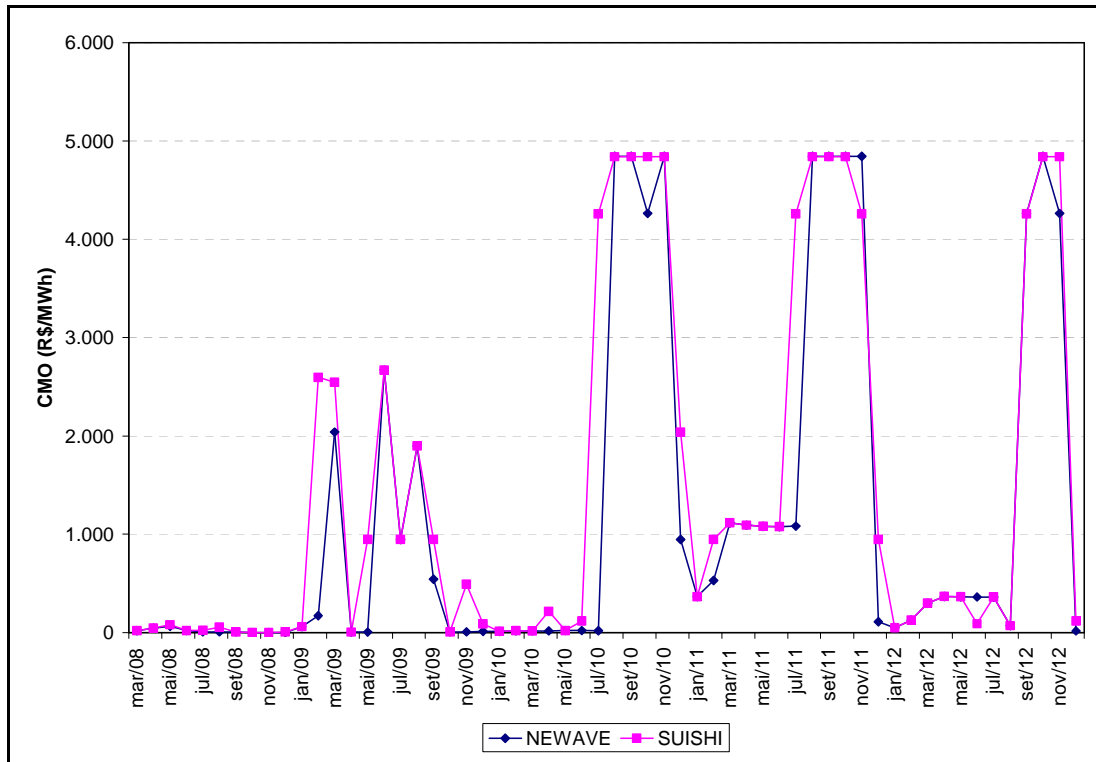


Figura 4.4 – Custo Marginal de Operação Considerando a Série Hidrológica de 1952

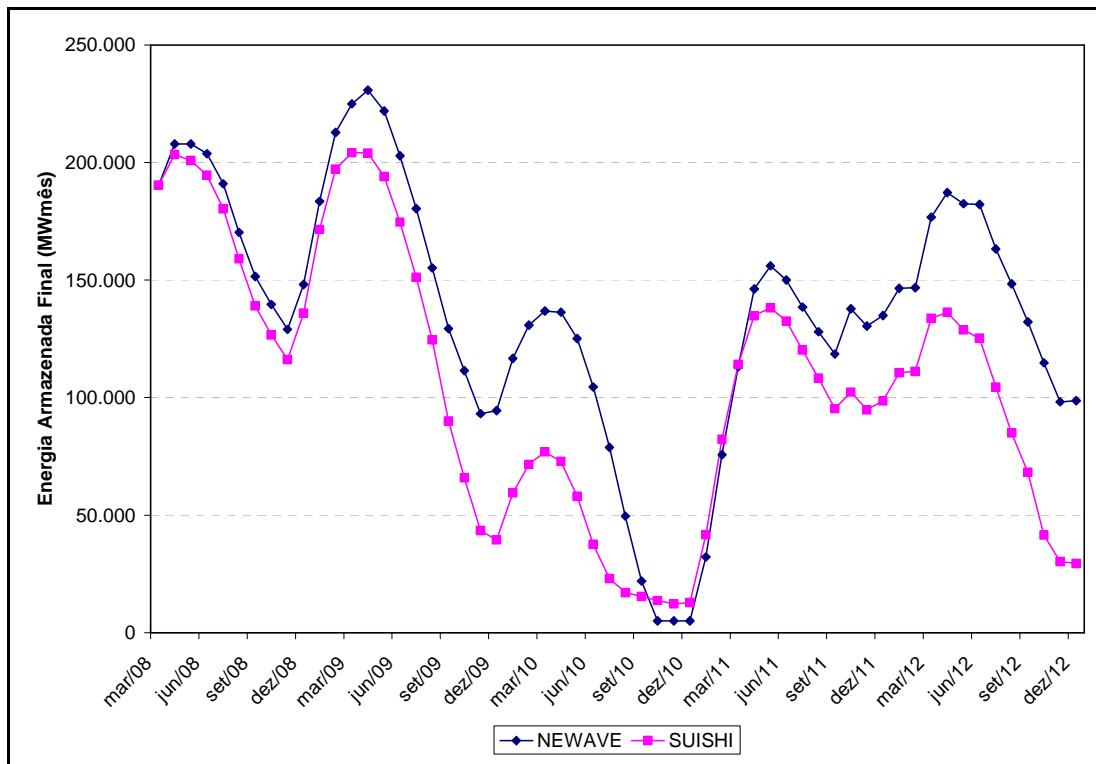


Figura 4.5 – Energia Armazenada Final Considerando a Série Hidrológica de 1932

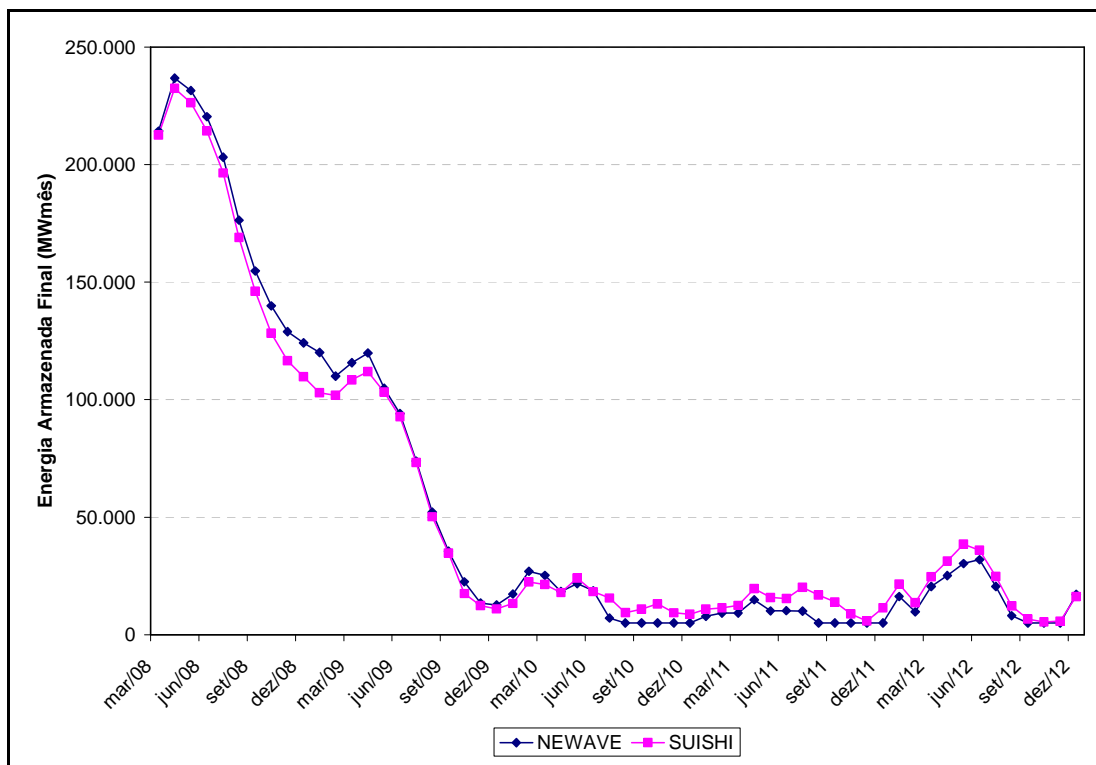


Figura 4.6 – Energia Armazenada Final Considerando a Série Hidrológica de 1952

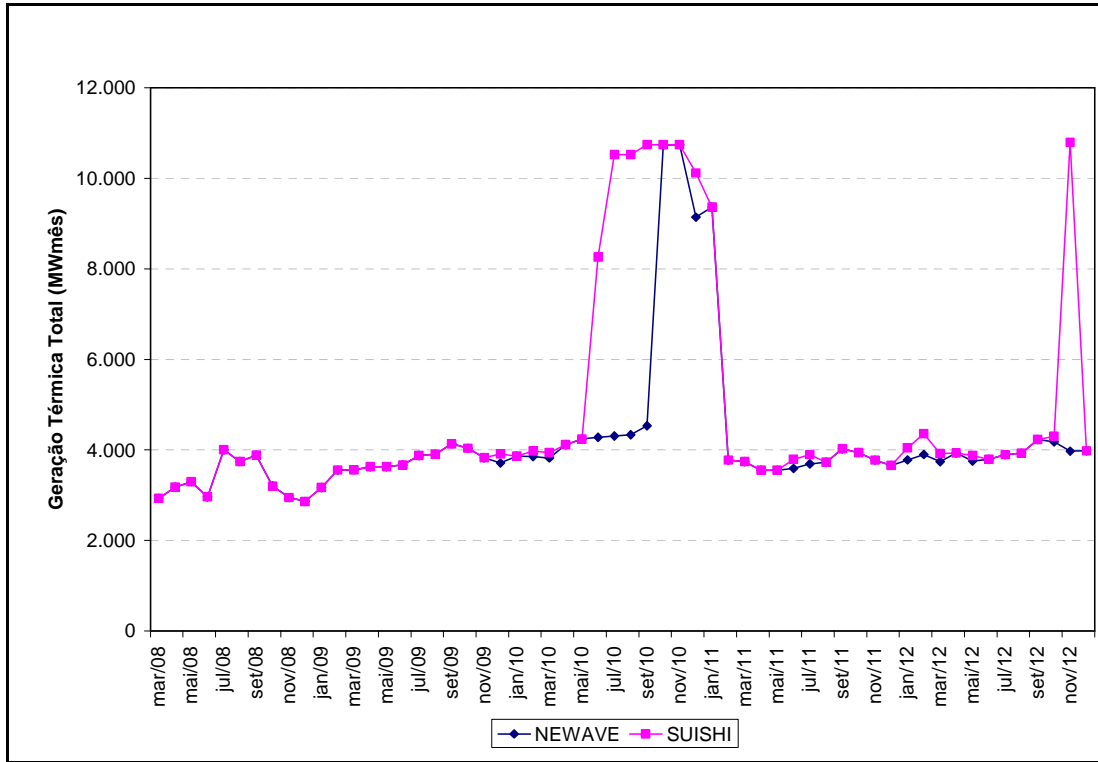


Figura 4.7 – Geração Térmica Total Considerando a Série Hidrológica de 1932

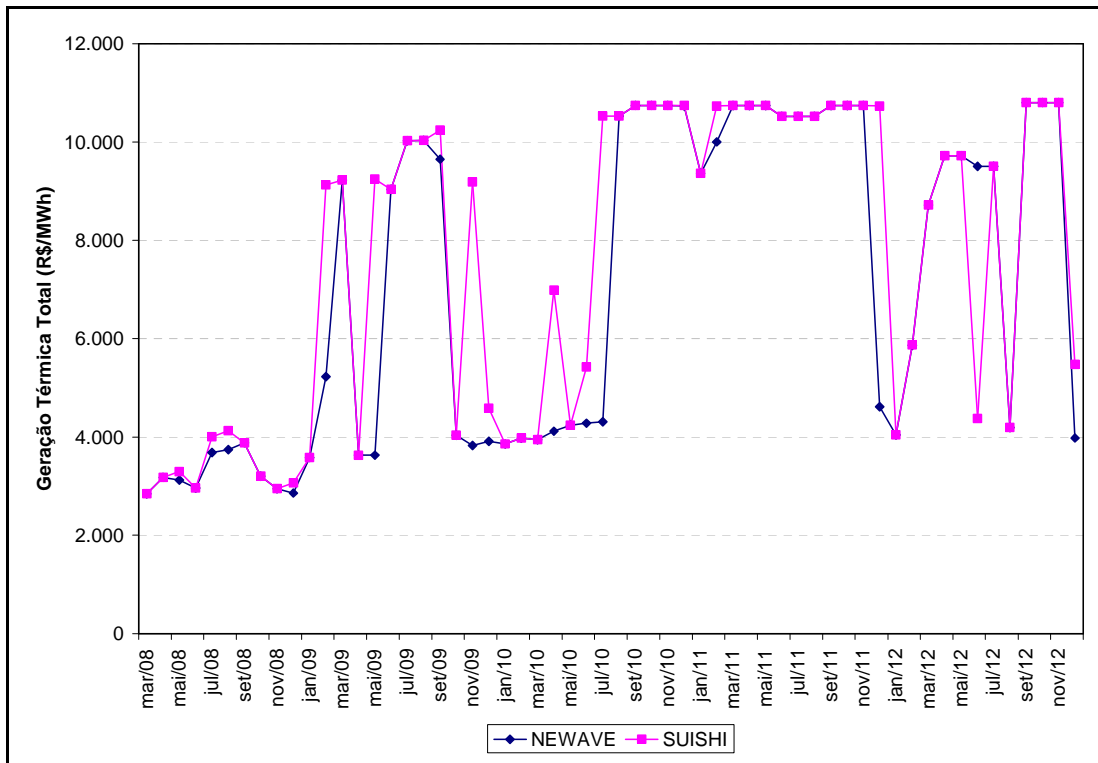


Figura 4.8 – Geração Térmica Total Considerando a Série Hidrológica de 1952

Os resultados apresentados anteriormente mostram que a diferença entre os resultados dos modelos SUISHI-O e NEWAVE permaneceu praticamente inalterada quando comparada ao observado nas Figuras 2.1 a 2.8. Sendo assim, é possível concluir que as fontes mais relevantes de diferenças entre os modelos são caracterizadas pela individualização dos resultados agregados fornecidos pelo módulo de otimização no modelo SUISHI-O, pelas diferenças no cálculo da energia natural afluenta aos subsistemas e pela utilização de parábolas de correção no modelo NEWAVE para o cálculo das energias controlável, de vazão mínima e evaporada nos reservatórios. Tais diferenças têm fundo metodológico e o seu tratamento não poderia ser uniformizado sem que houvesse prejuízo no alcance dos objetivos individuais de cada modelo.

5. CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho foi realizar uma comparação de resultados obtidos pelos modelos SUISHI-O e NEWAVE, dada uma mesma plataforma de dados, com o intuito de justificar quaisquer diferenças que pudessem ser observadas. Tais análises foram realizadas com base nos dados do PMO de Março de 2008, usando-se os modelos SUISHI-O versão 6.11 e NEWAVE versão 13a.

Com o objetivo de evitar divergências de resultados devido a diferenças metodológicas já conhecidas entre os modelos SUISHI-O e NEWAVE, algumas simplificações foram realizadas nos dados originais do PMO de Março de 2008, sendo elas as seguintes:

- Configuração Estática para o SIN: esta simplificação evita que sejam observadas diferenças de resultados devido à diferença no cálculo do tempo de enchimento do volume morto das usinas hidráulicas que fazem parte da expansão do Sistema Interligado Nacional;
- Consideração de um Único Subsistema Equivalente no SIN: além do PMO de Março de 2008 (com um único subsistema) ser um dos casos oficiais para os testes de validação do modelo SUISHI-O, esta configuração simplifica as análises realizadas na medida em que a variável “intercâmbios de energia” deixa de ser considerada.
- Desconsideração dos Desvios d’água: esta simplificação evita que sejam observadas diferenças de resultados na medida em que no modelo SUISHI-O as vazões de desvio são simplesmente subtraídas das vazões incrementais no início de cada mês do período de simulação considerado, enquanto o modelo NEWAVE trata os desvios d’água como parte do problema de otimização do balanço hidrotérmico.

Além dos pontos mencionados anteriormente, também foi verificado que as diferenças de resultados se devem a determinadas diferenças numéricas e metodológicas entre os modelos estudados, sendo elas as seguintes:

- Existência do módulo de simulação à usinas individualizadas do modelo SUIHI-O, o que torna o problema final resolvido pelo este modelo mais restrito do que o resolvido pelo modelo NEWAVE;
- Cálculo diferenciado da Energia Natural Afluente aos subsistemas;
- Cálculo diferenciado do engolimento máximo das usinas fio d'água;
- Números de casas decimais distintas ao se utilizar o fator de capacidade máximo das usinas hidrelétricas;
- Cálculo diferenciado das energias controlável, de vazão mínima, e energia evaporada dos reservatórios.

Finalmente, concluiu-se que as fontes mais relevantes de diferenças de resultados entre os modelos são caracterizadas pela individualização dos resultados agregados fornecidos pelo módulo de otimização no modelo SUIHI-O, pelas diferenças no cálculo da energia natural afluente aos subsistemas e pela utilização de parábolas de correção no modelo NEWAVE para o cálculo das energias controlável, de vazão mínima e evaporada nos reservatórios. Tais diferenças têm fundamento metodológico e o seu tratamento não poderia ser uniformizado sem que houvesse prejuízo no alcance dos objetivos individuais de cada modelo.

Por outro lado, concluiu-se que as diferenças relativas ao cálculo do engolimento máximo das usinas fio d'água e a utilização do fator de capacidade máximo das usinas hidrelétricas poderiam ser eliminadas sem prejuízo metodológico dentro dos objetivos de cada modelo. Uma vez que o modelo NEWAVE é um modelo já validado pelos agentes do setor elétrico brasileiro, optou-se por eliminar tais diferenças alterando-se a versão atual do modelo SUIHI-O.

6. BIBLIOGRAFIA

Marcato, A.L.M., Xavier, L.N., Maceira, M.E.P., **Manual de Referência do Programa SUIISHI-O 6.10 – Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas para Subsistemas Hidrotérmicos Interligados**, Relatório Técnico CEPEL DP/DEA – 51566/07, 2007.

Maceira, M.E.P., Duarte, V.S., Terry, L.A., **Manual de Referência do Modelo Estratégico de Geração Hidrotérmica a Subsistemas Equivalentes – NEWAVE**, Relatório Técnico CEPEL, 317/2001, 2001.

Maceira, M.E.P., **Modelagem de Sistemas Equivalentes Hidraulicamente Acoplados no Modelo SUIISHI-O: Representação da Usina Hidroelétrica Itaipu**,

Maceira, M.E.P.; Terry, L.A.; Costa, F.S.; Damázio, J.M.; Melo, A.C.G. **Chain of Optimization Models for Setting the Energy Dispatch and Spot Price in the Brazilian System**, 14° PSCC, Sevilla, Espanha, 2002.

Projeto Newave, **Inclusão de Restrições de Desvio de Água Variável no Cálculo da Política de Operação do NEWAVE**, Nota Técnica nº 10 CEPEL, Outubro de 2003.

7. ANEXO 1 – ÍNTEGRA DAS ANÁLISES COMPARATIVAS ENTRE OS MODELOS NEWAVE E SUISHI-O AJUSTADO

- Série Hidrológica de 1933

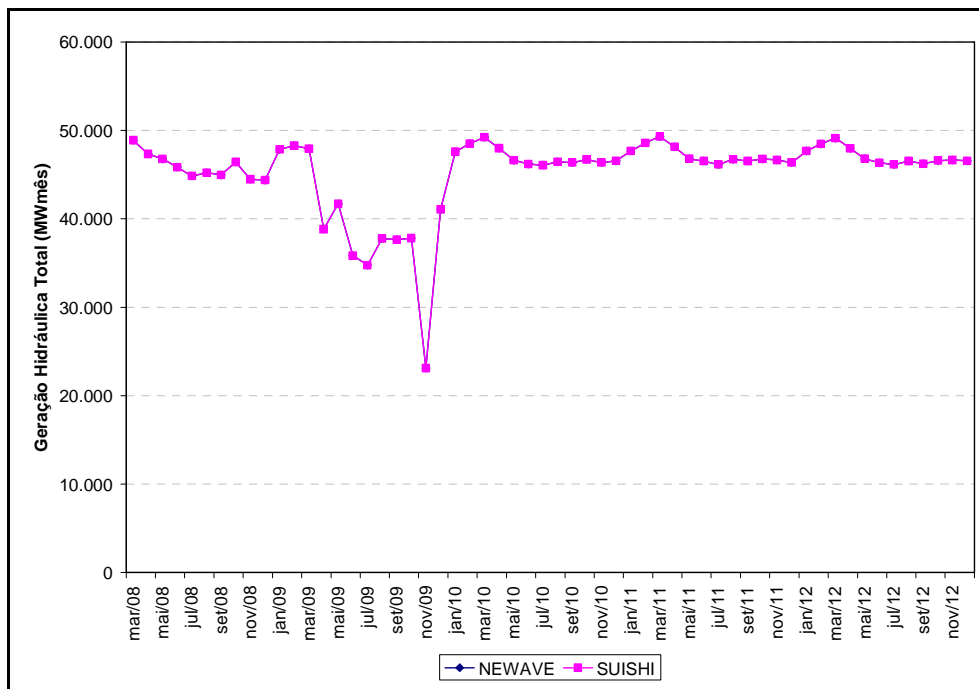


Figura 7.1 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

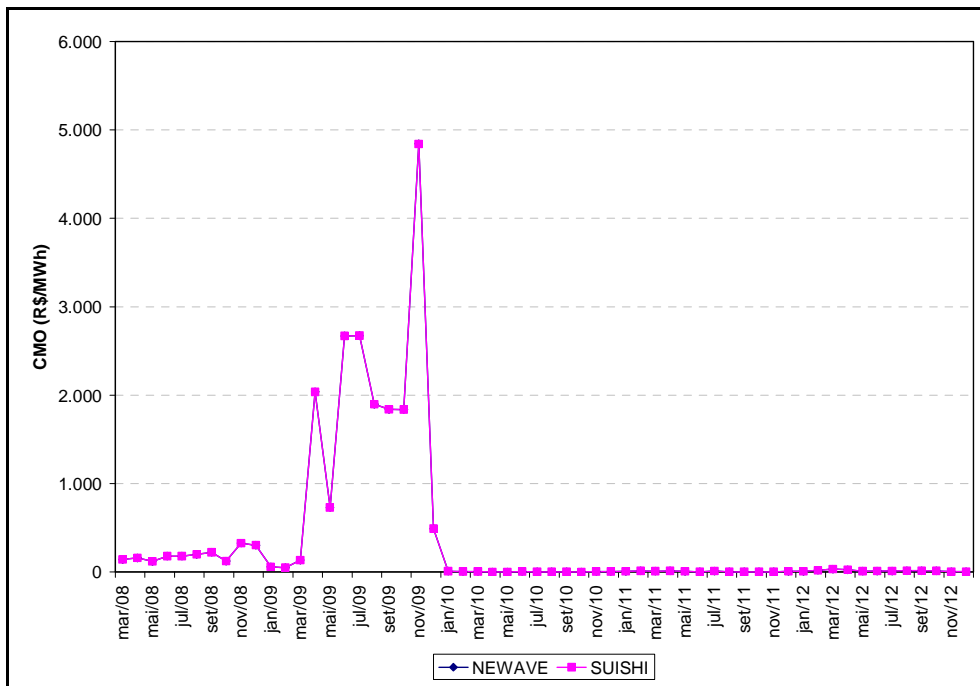


Figura 7.2 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

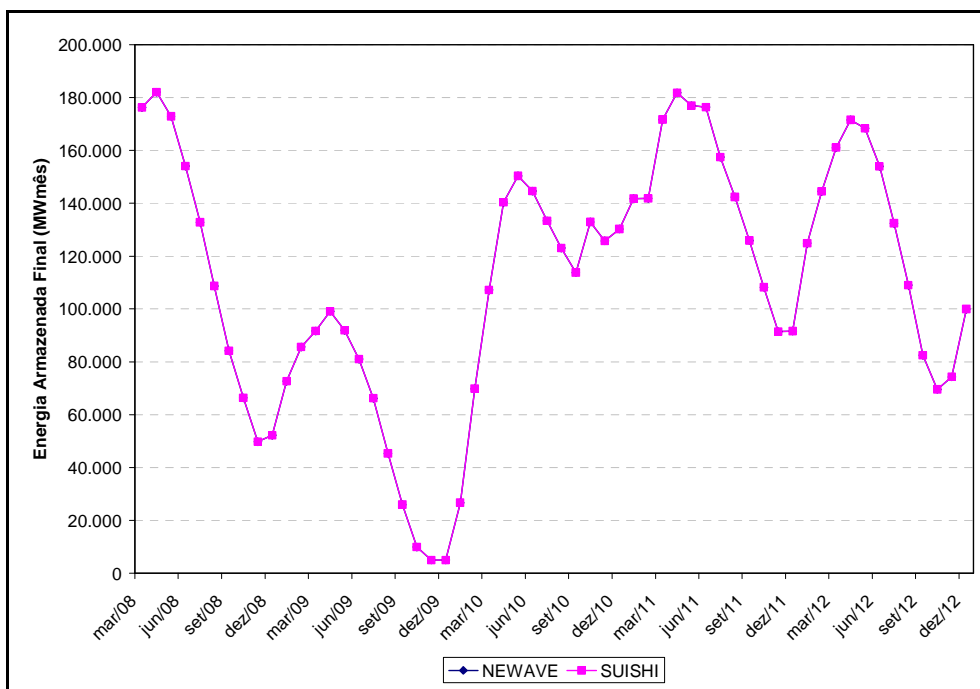


Figura 7.3 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

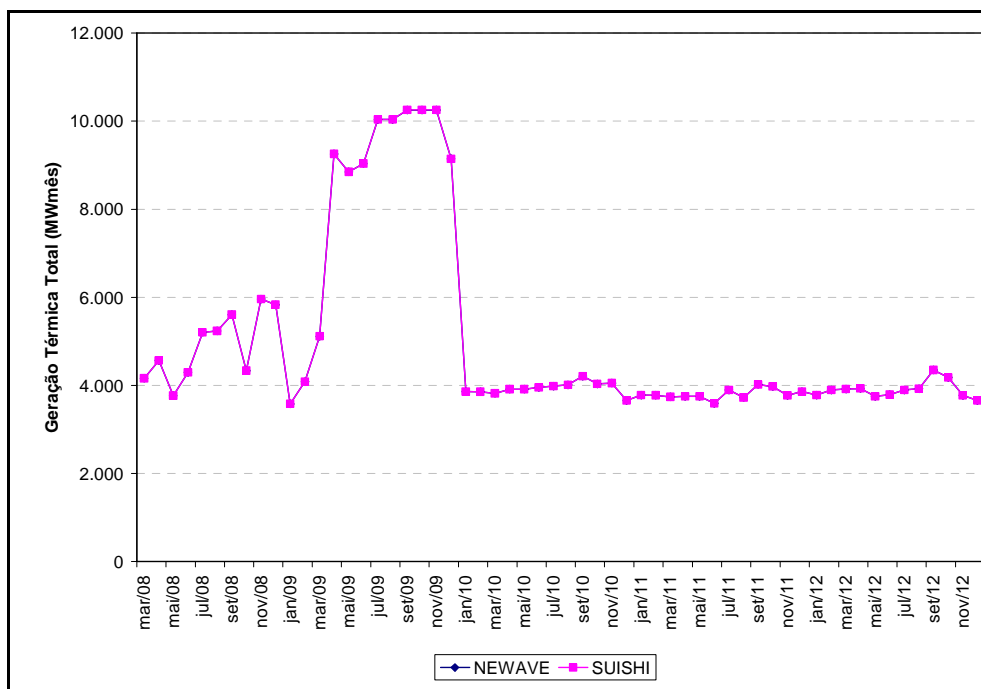


Figura 7.4 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1934

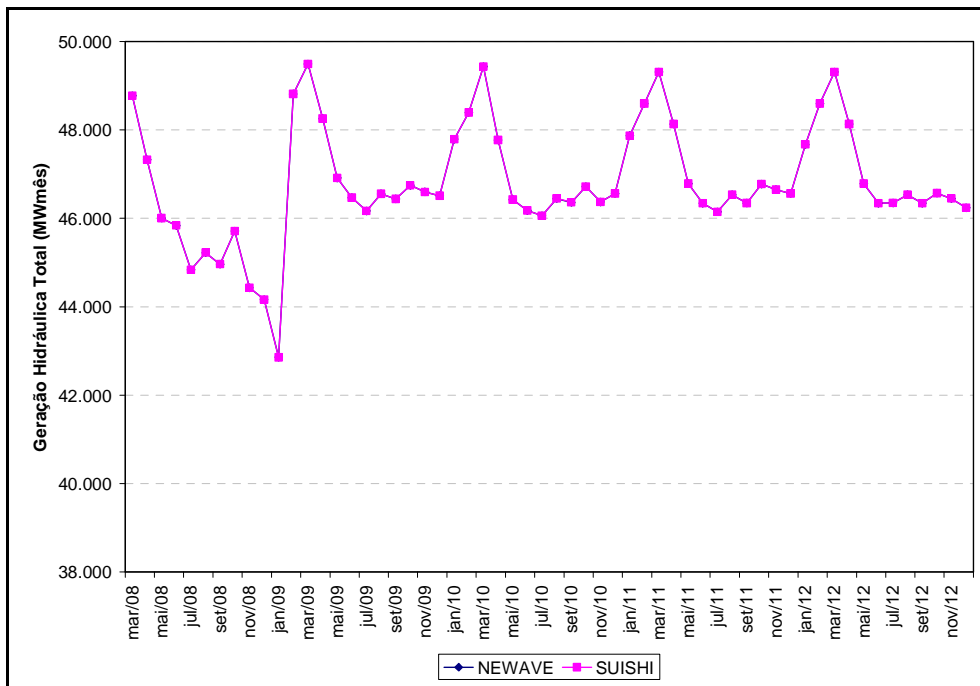


Figura 7.5 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

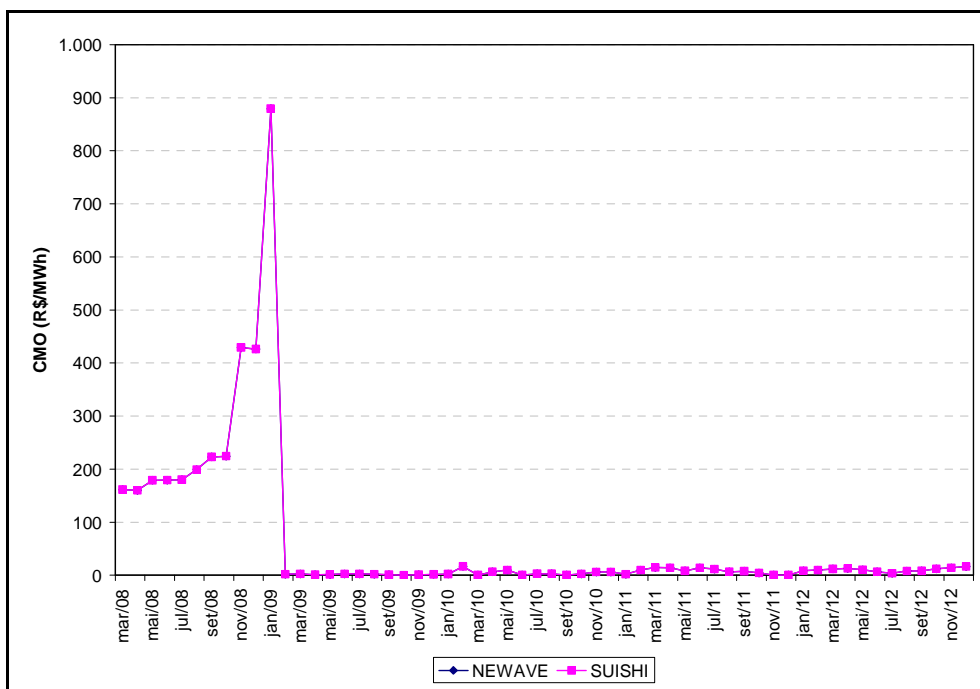


Figura 7.6 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

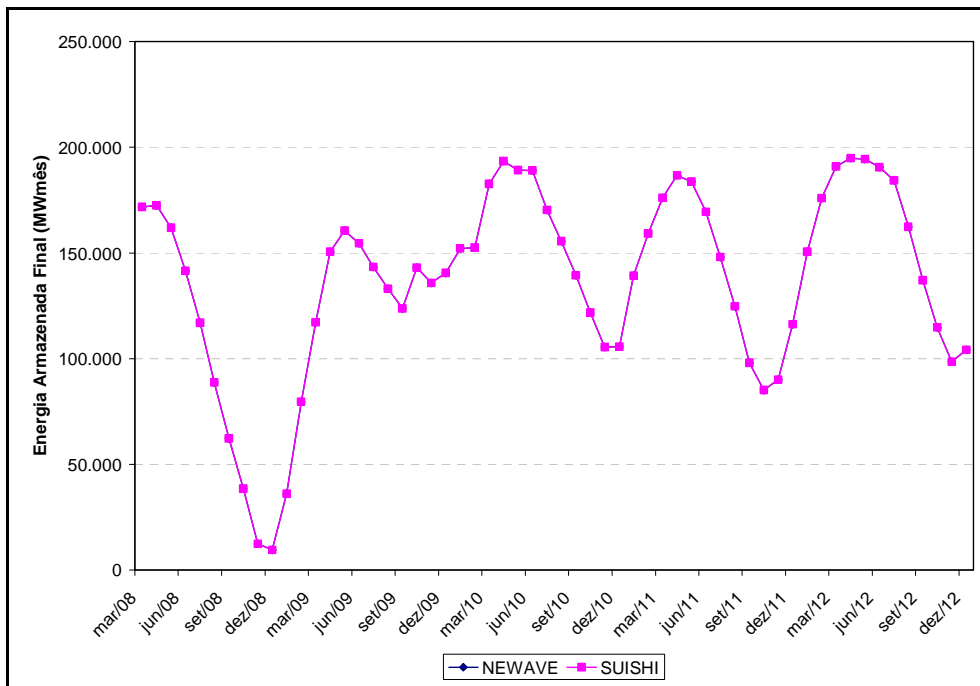


Figura 7.7 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

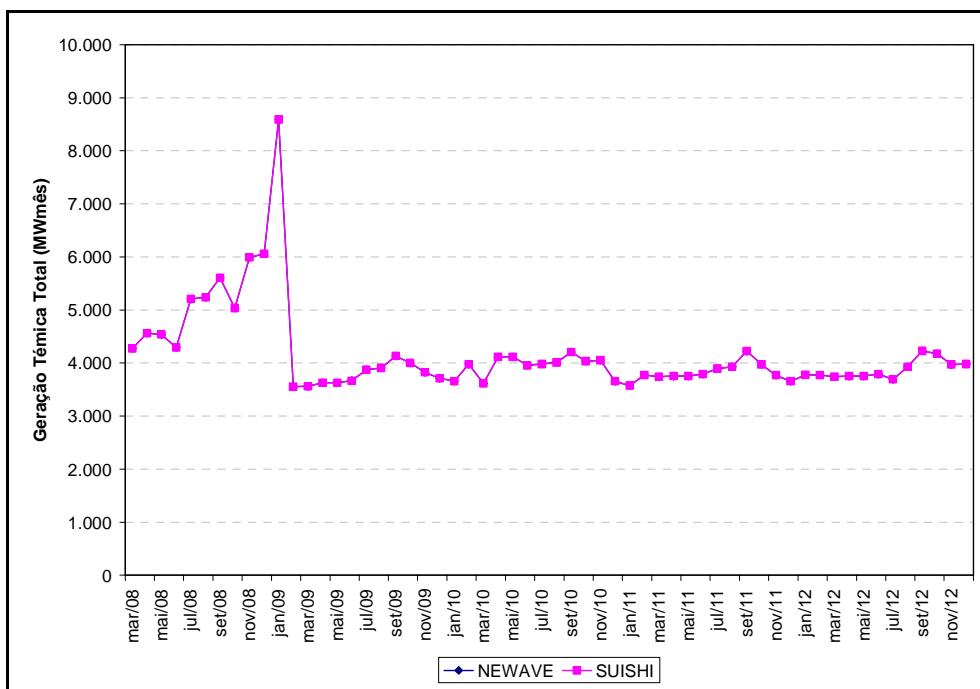


Figura 7.8 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1935

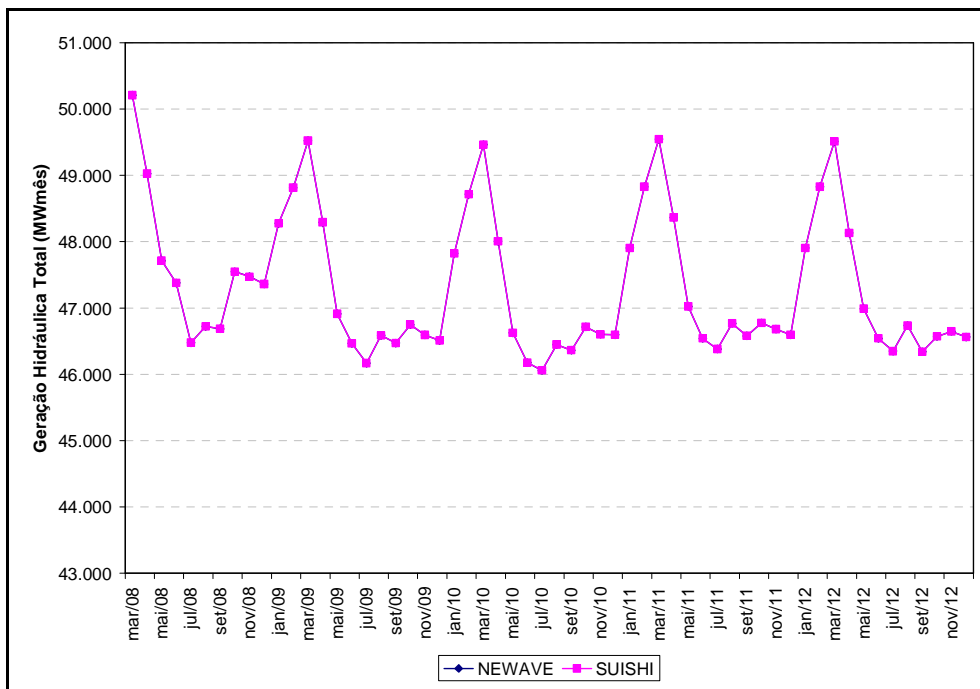


Figura 7.9 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

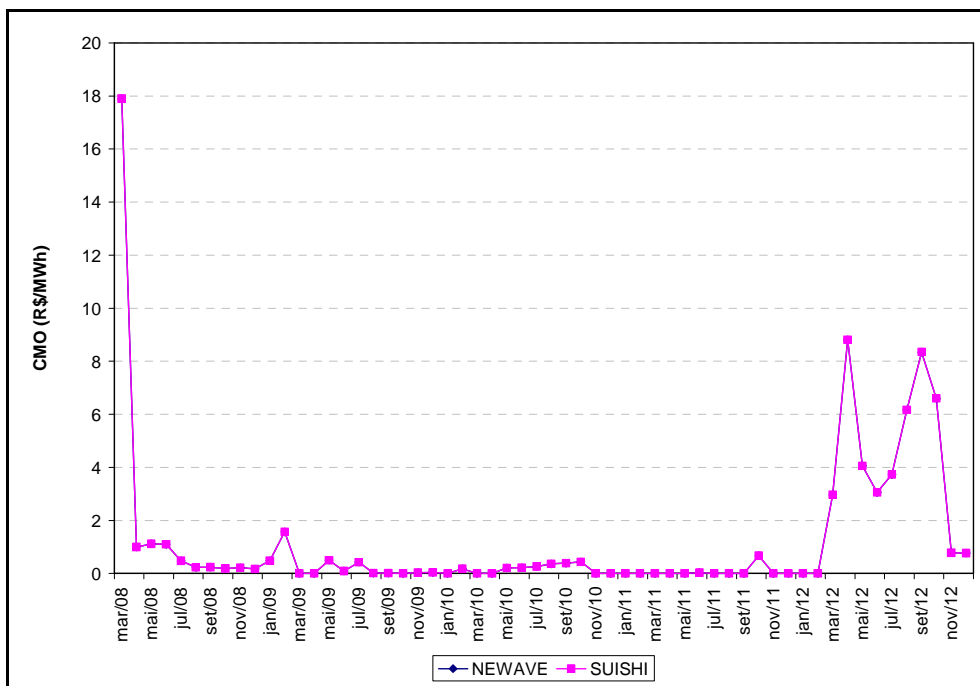


Figura 7.10 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

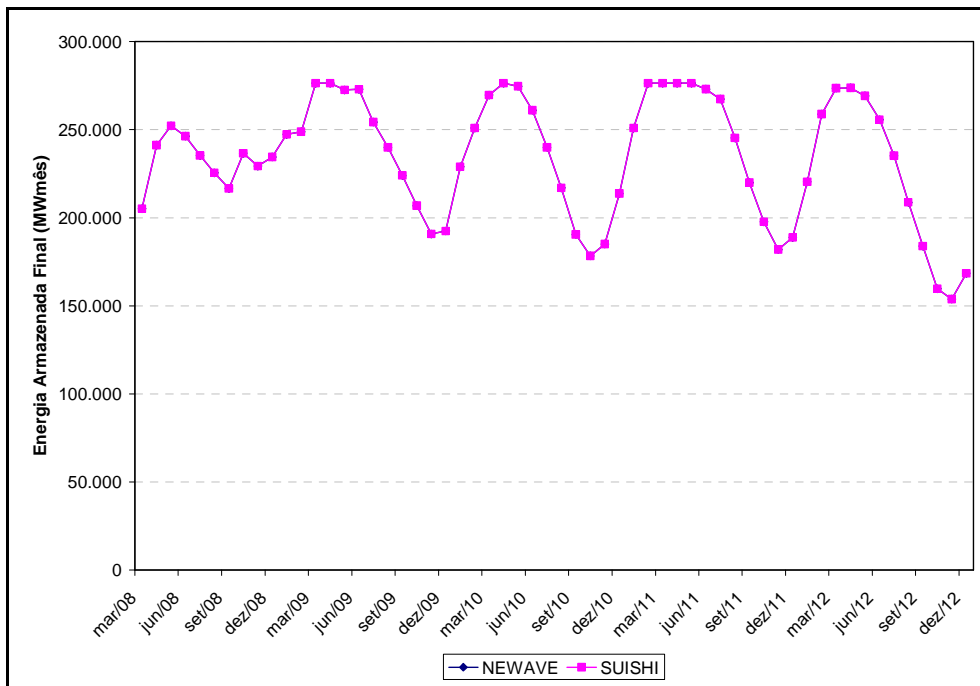


Figura 7.11 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

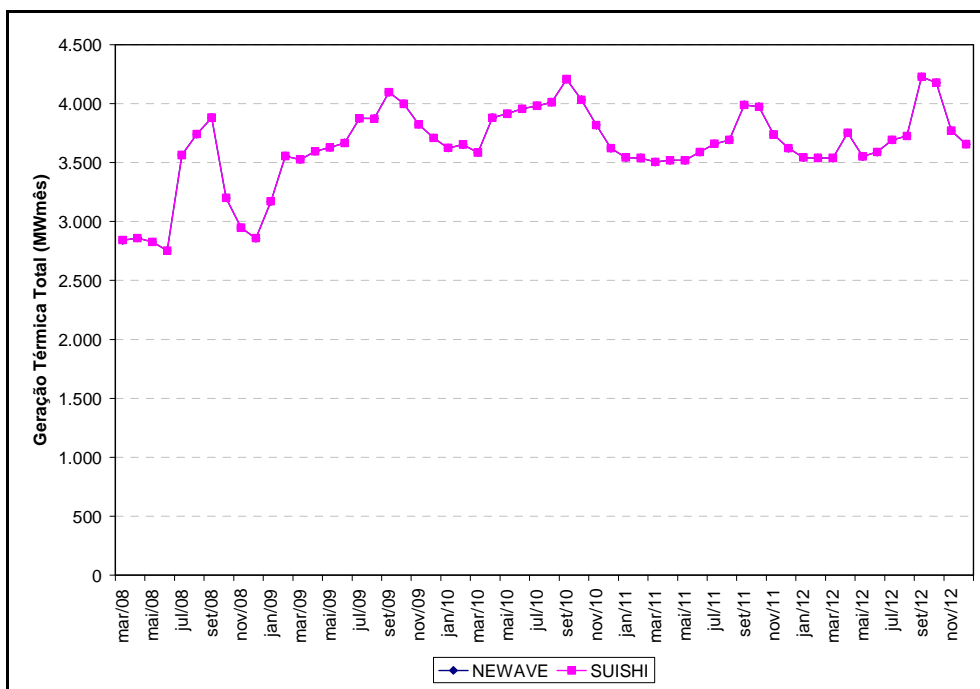


Figura 7.12 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1936

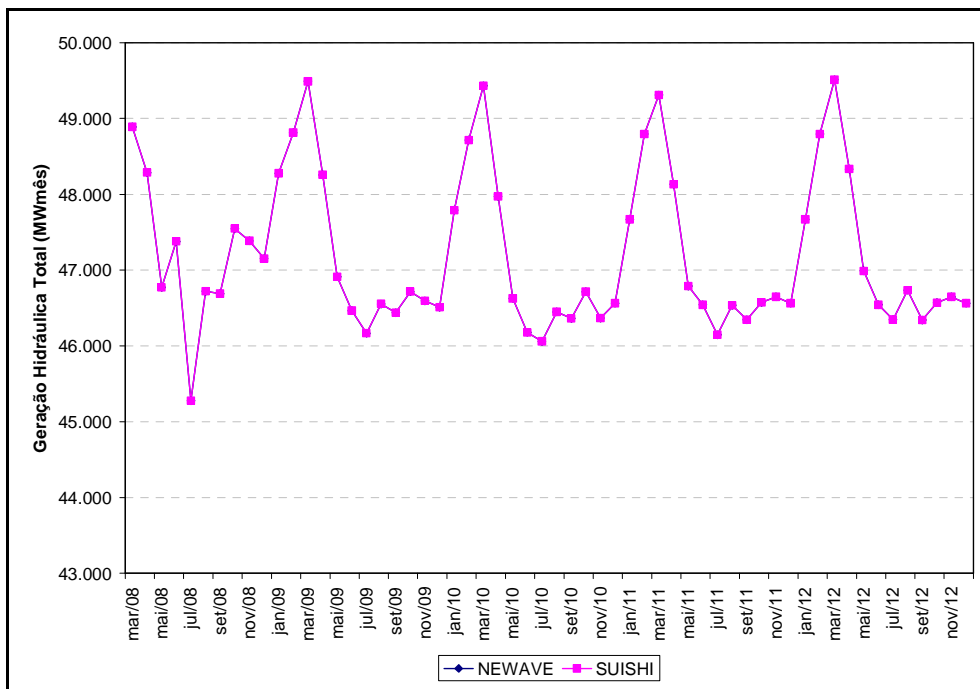


Figura 7.13 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

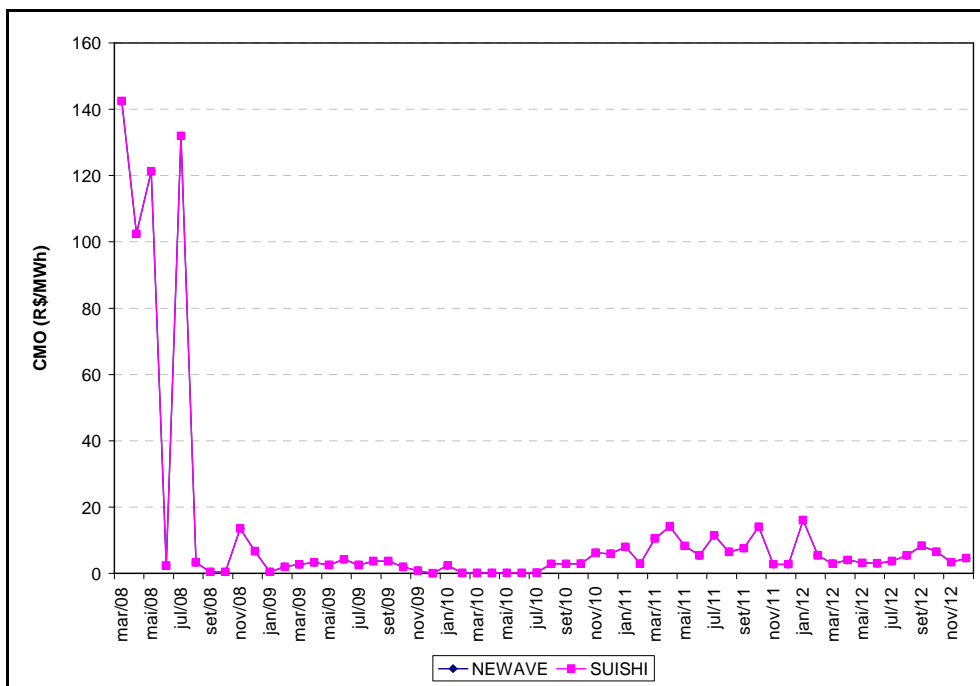


Figura 7.14 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

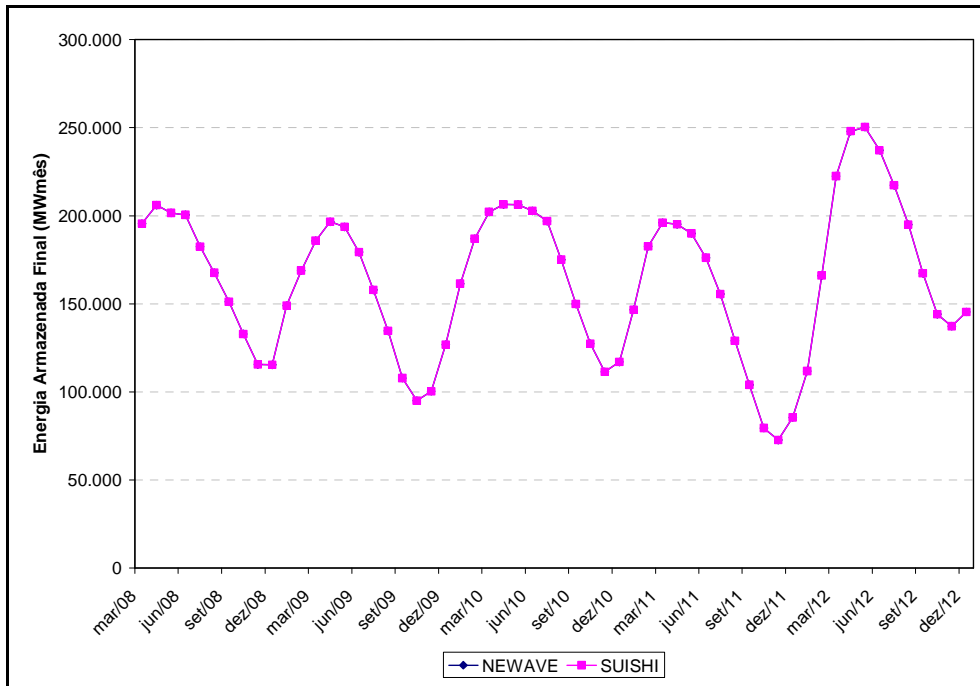


Figura 7.15 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

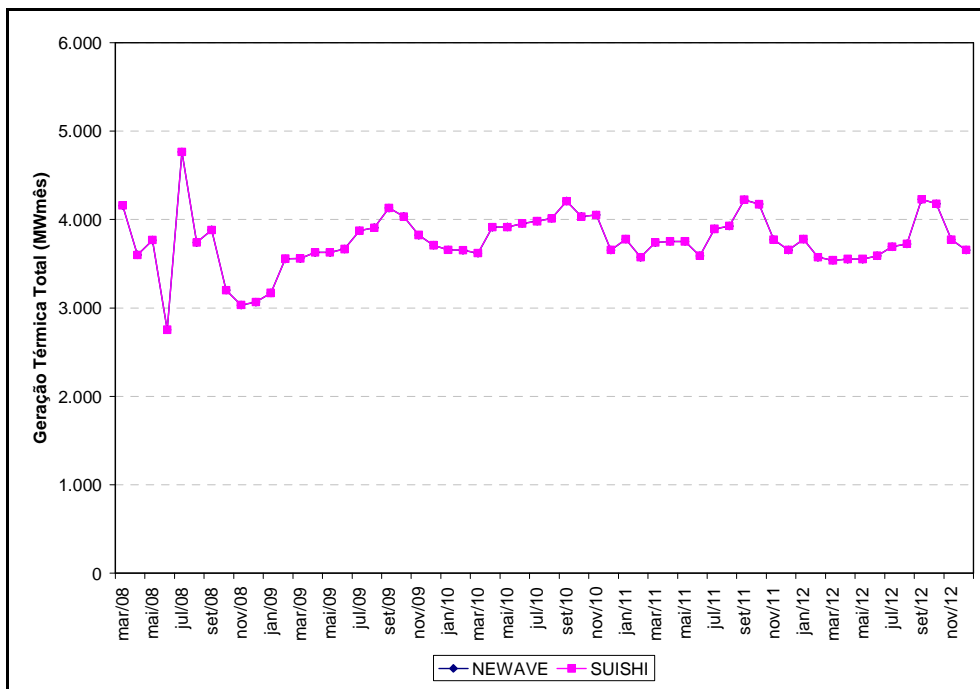


Figura 7.16 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1937

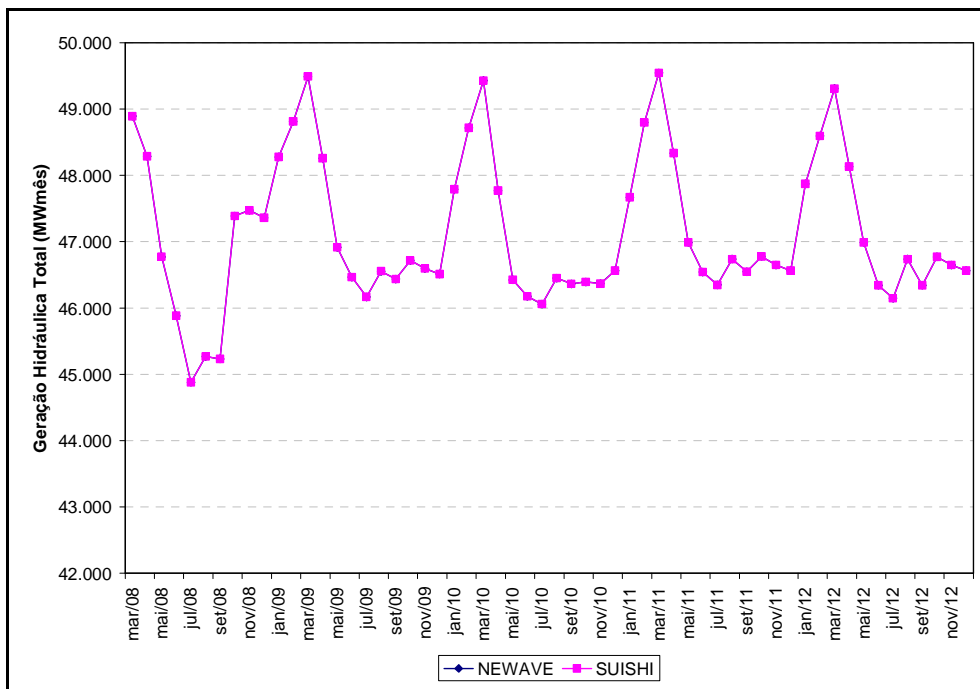


Figura 7.17 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

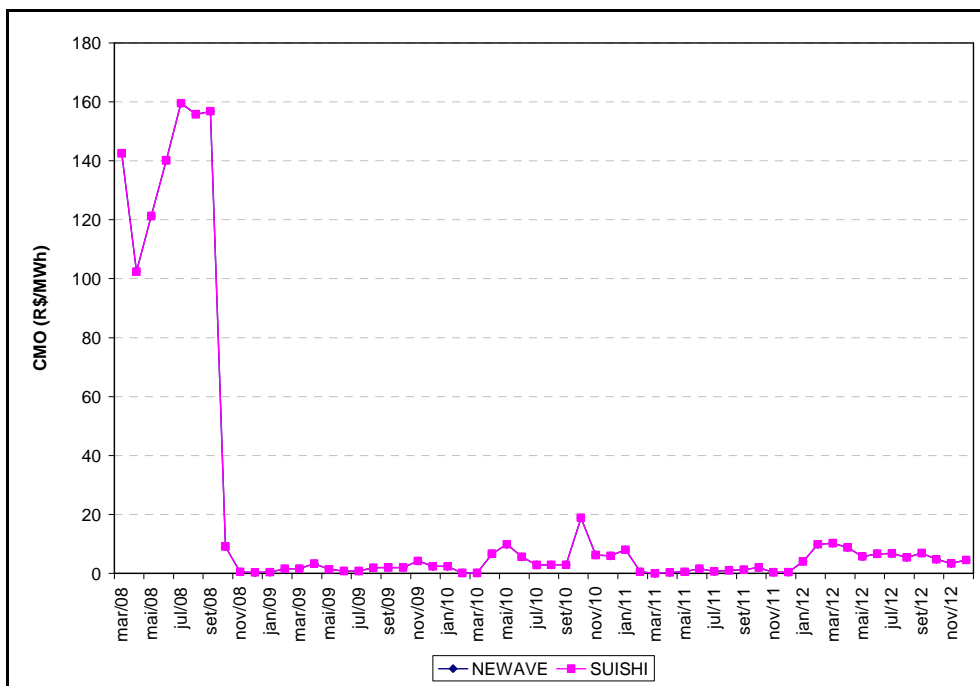


Figura 7.18 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

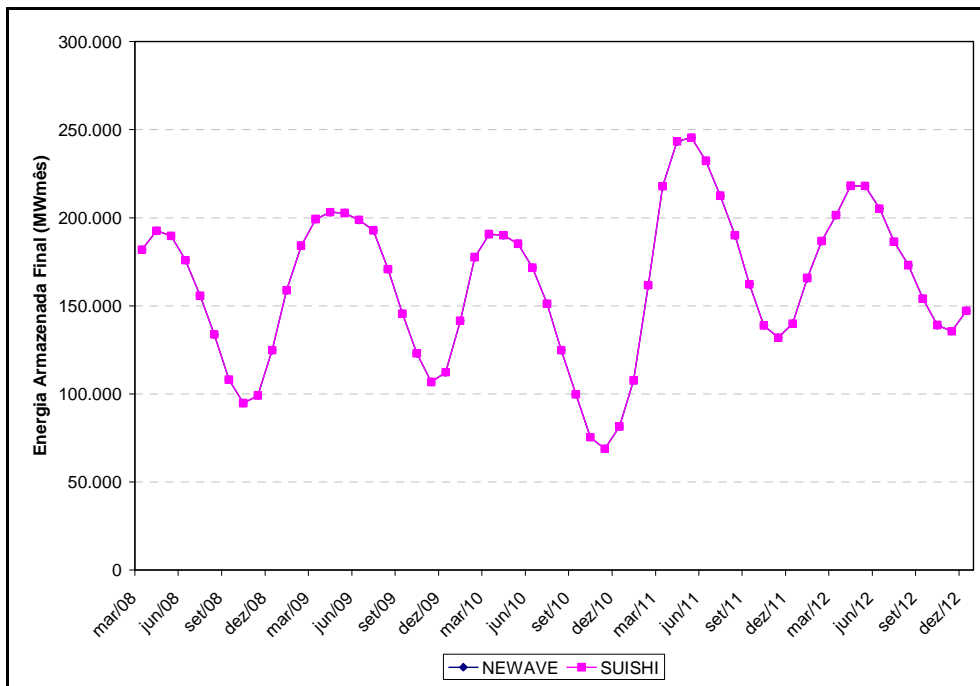


Figura 7.19 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

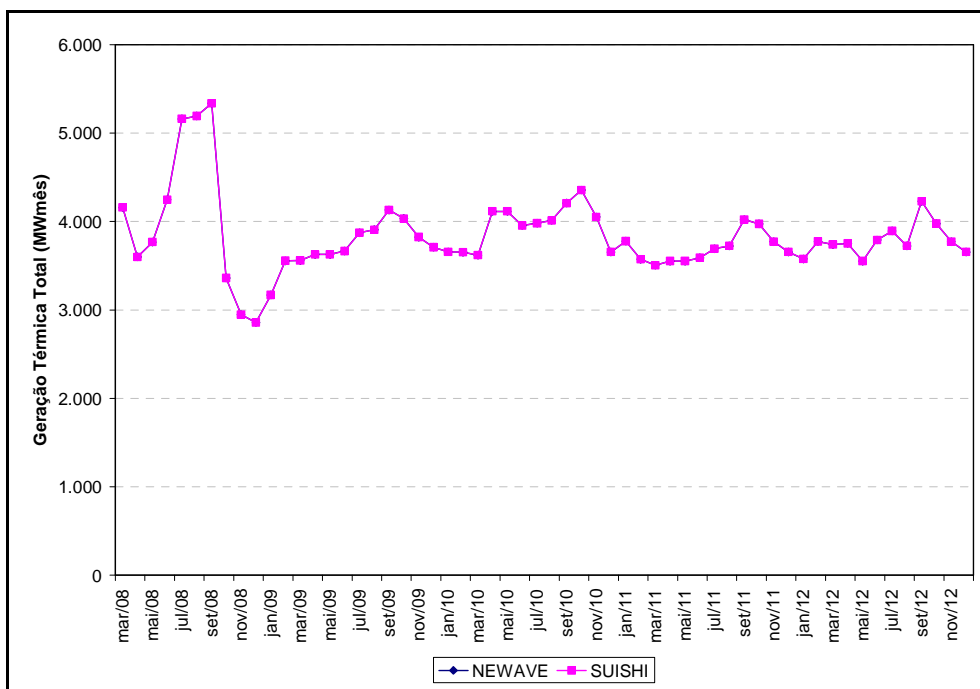


Figura 7.20 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1938

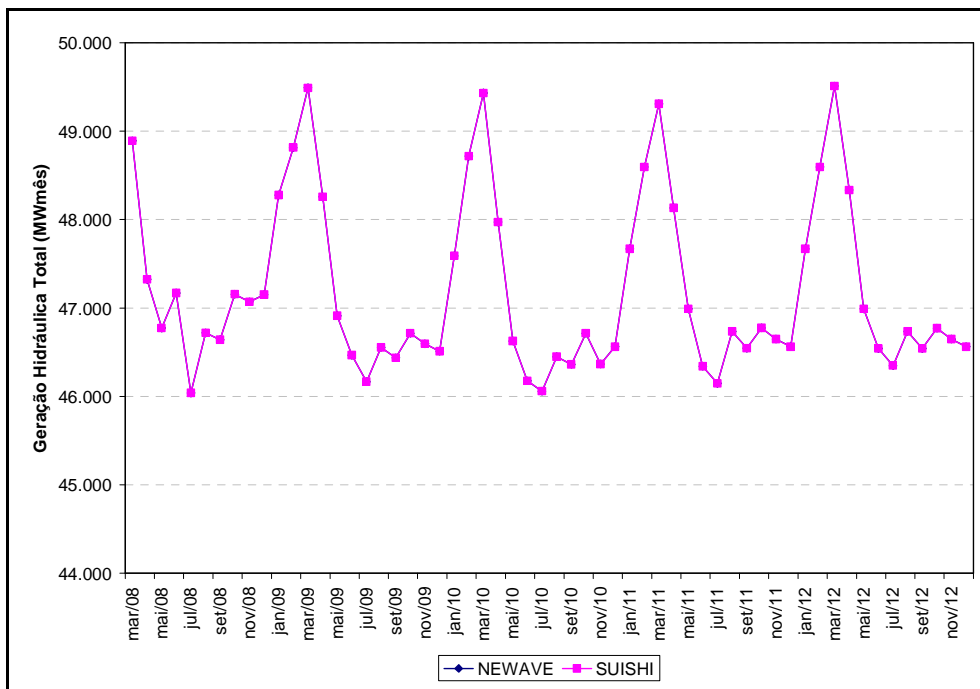


Figura 7.21 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

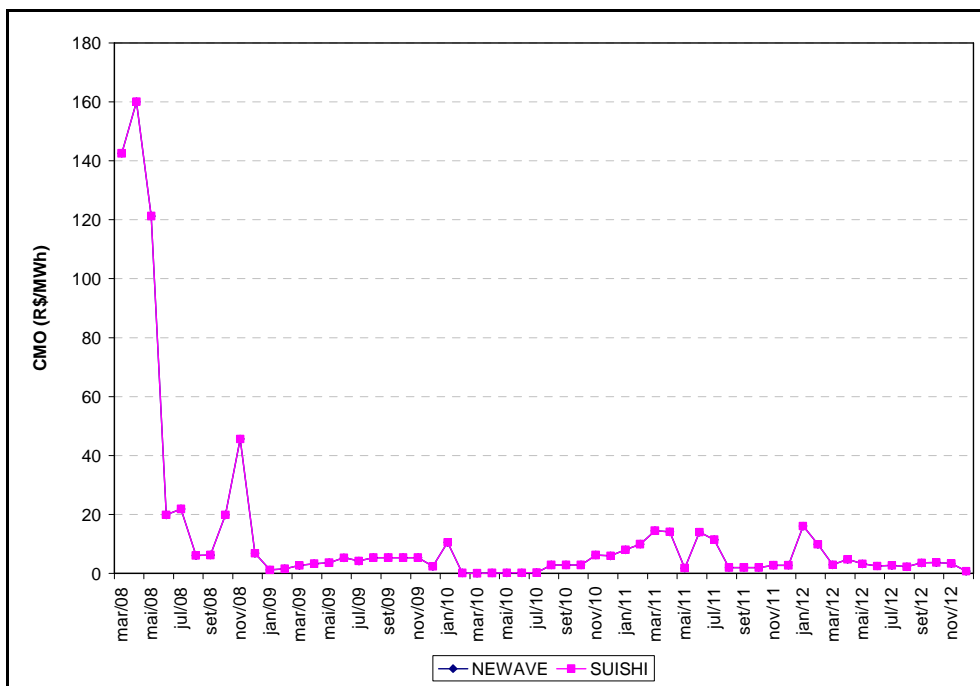


Figura 7.22 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

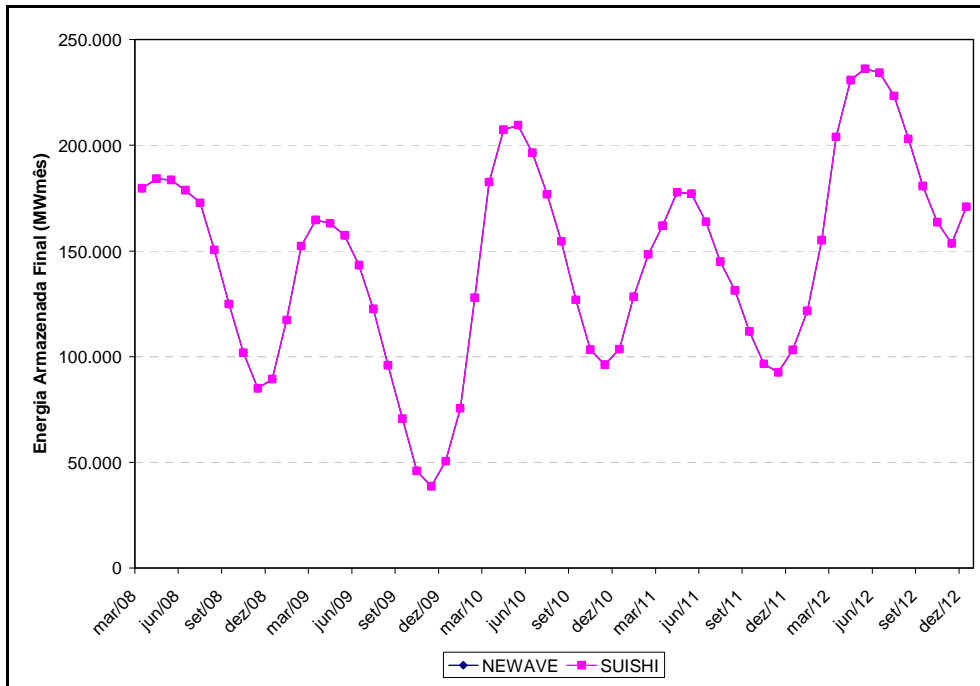


Figura 7.23 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

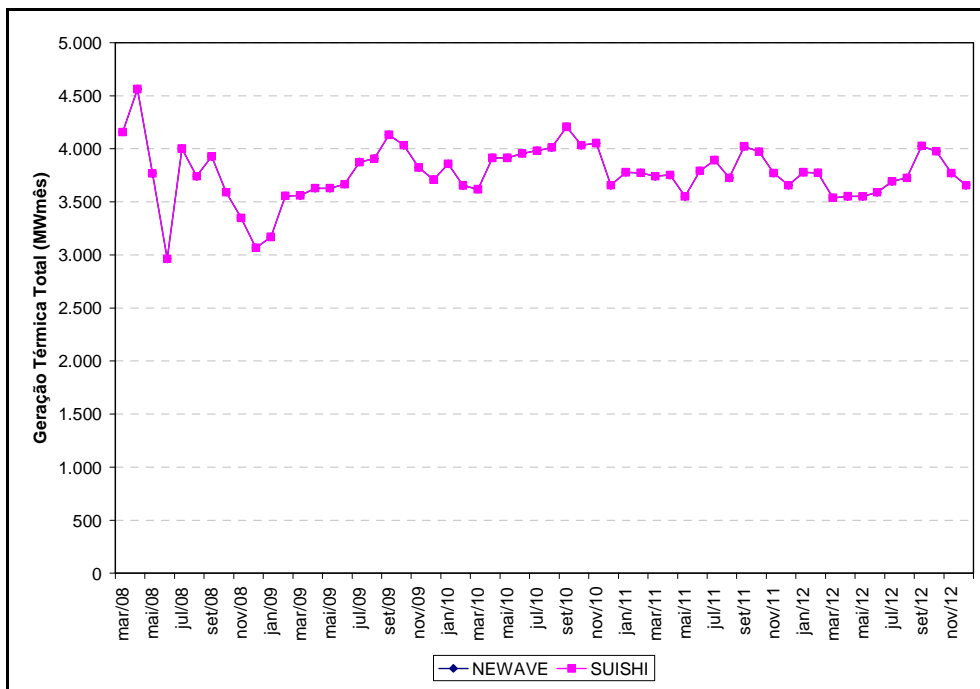


Figura 7.24 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1939

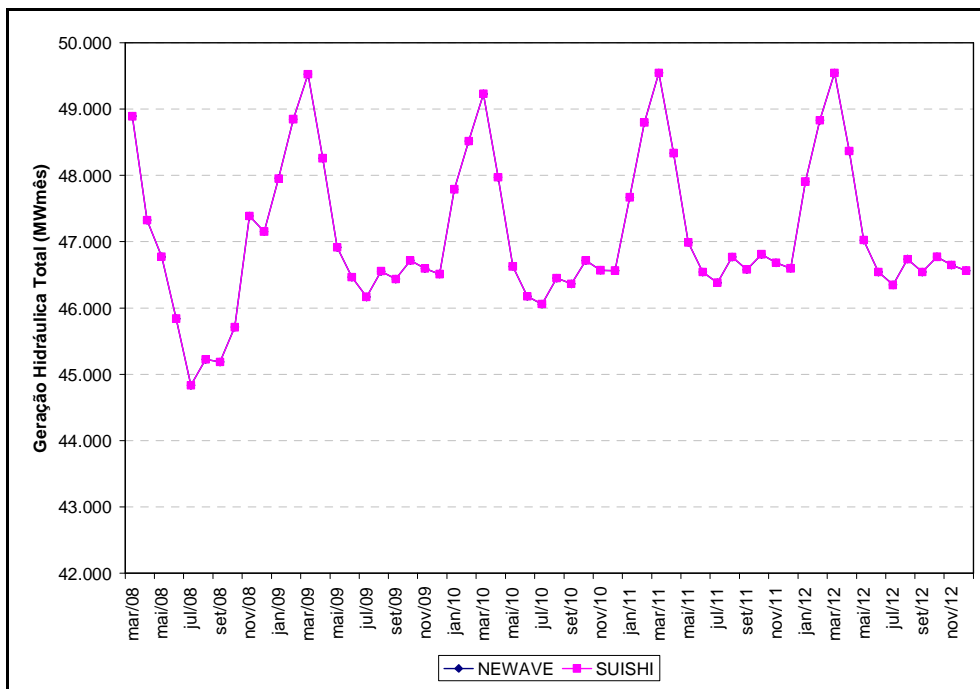


Figura 7.25 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

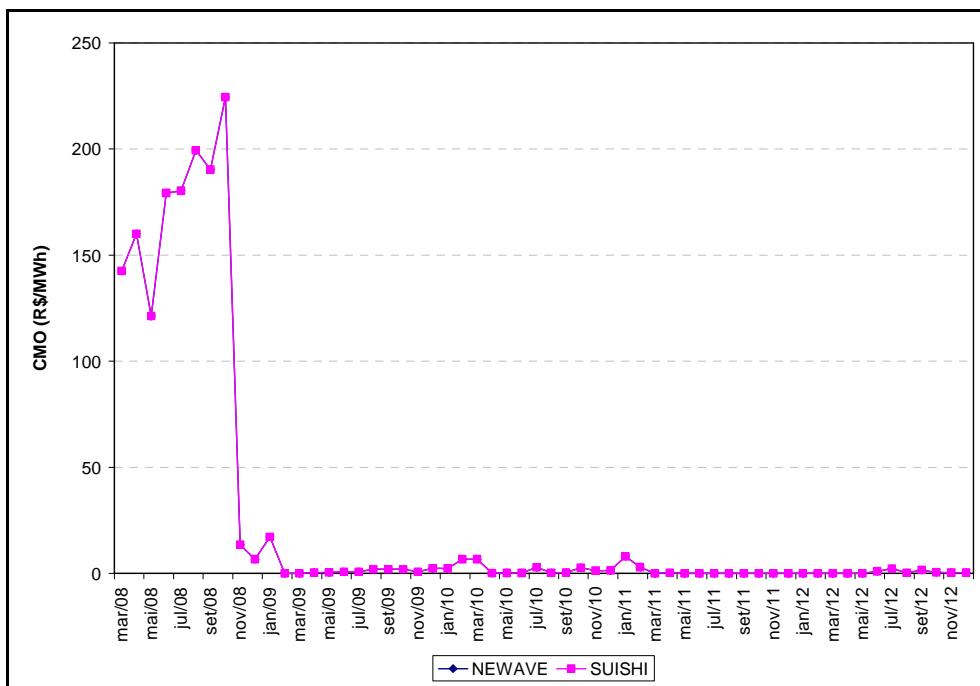


Figura 7.26 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

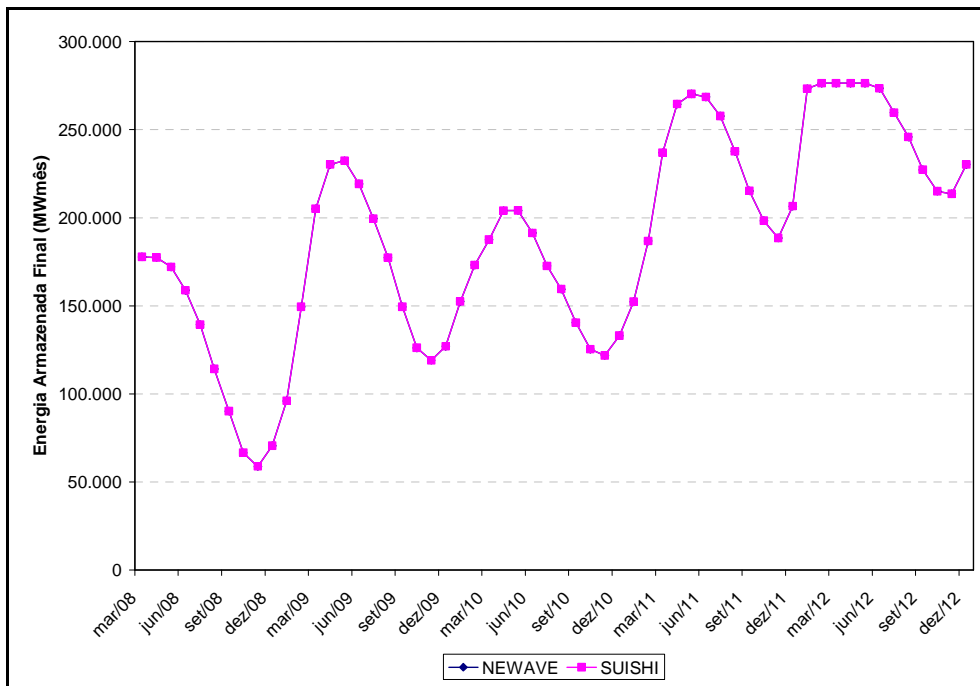


Figura 7.27 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

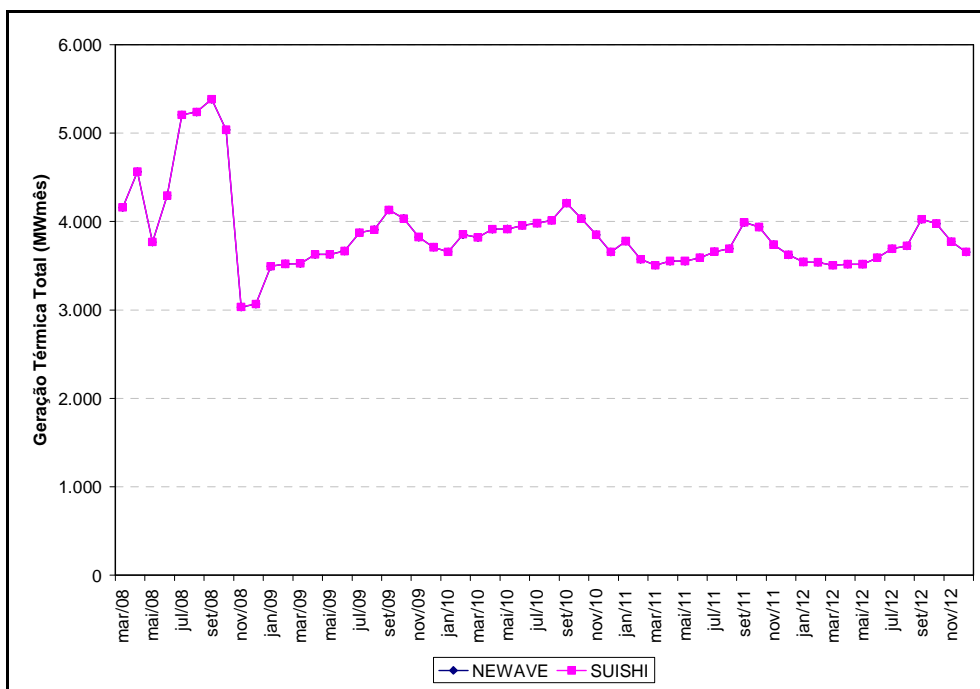


Figura 7.28 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1940

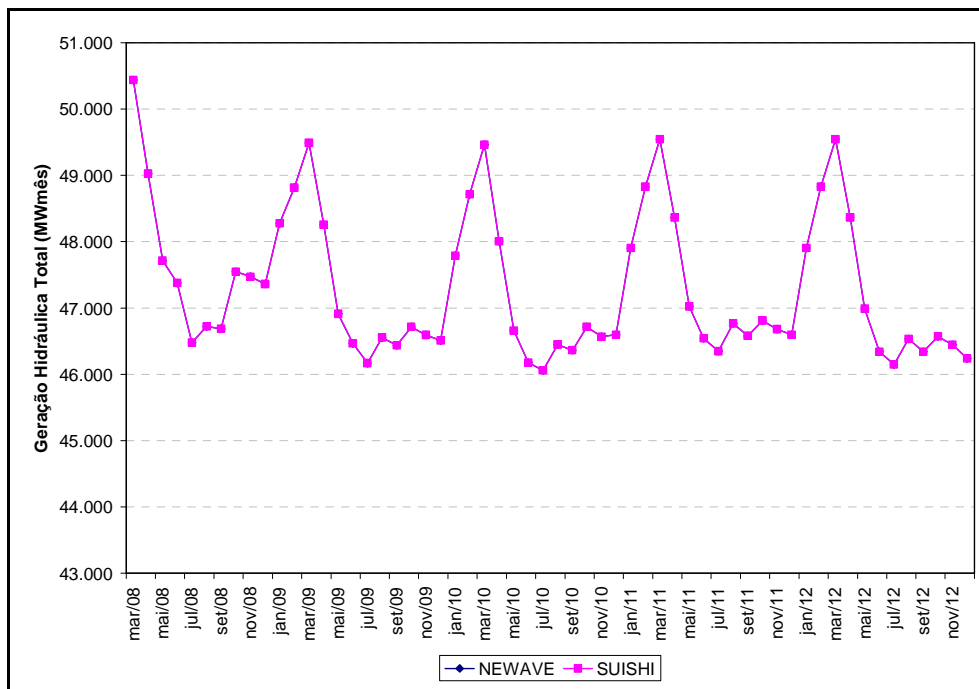


Figura 7.29 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

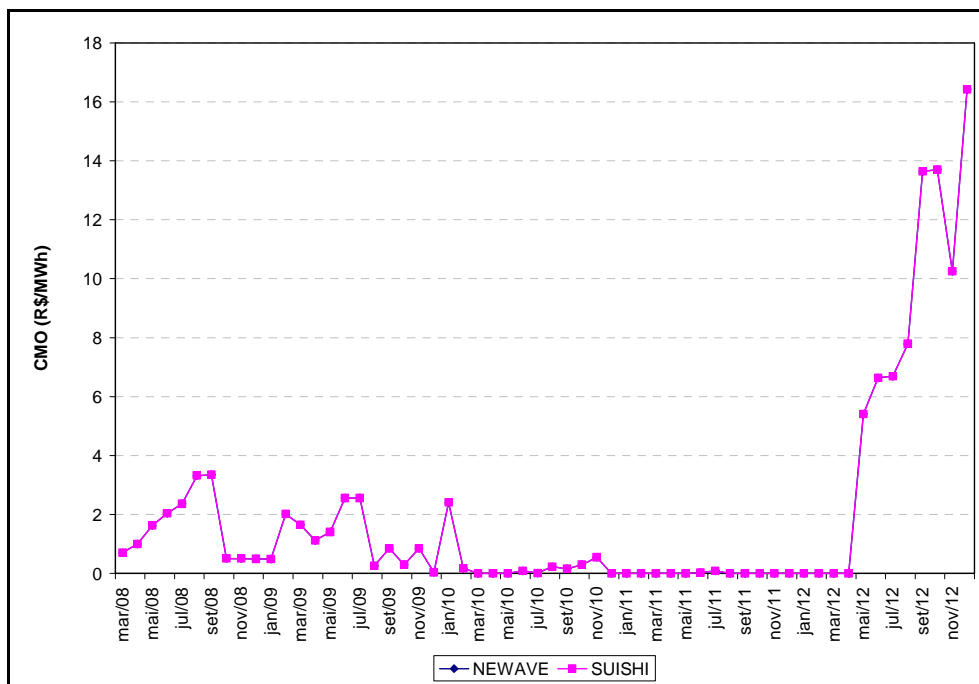


Figura 7.30 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

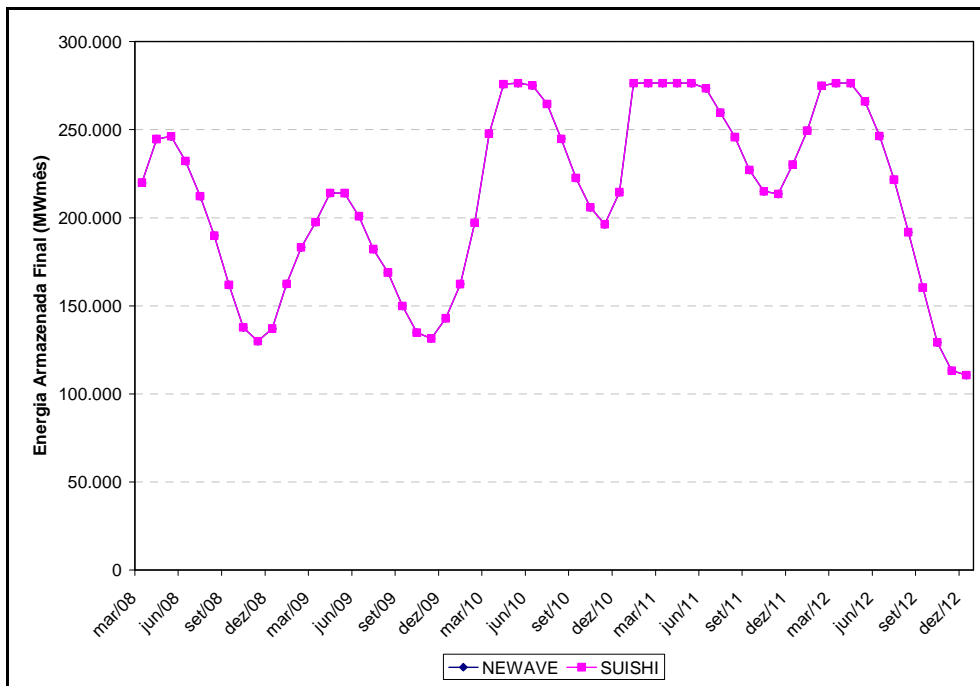


Figura 7.31 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

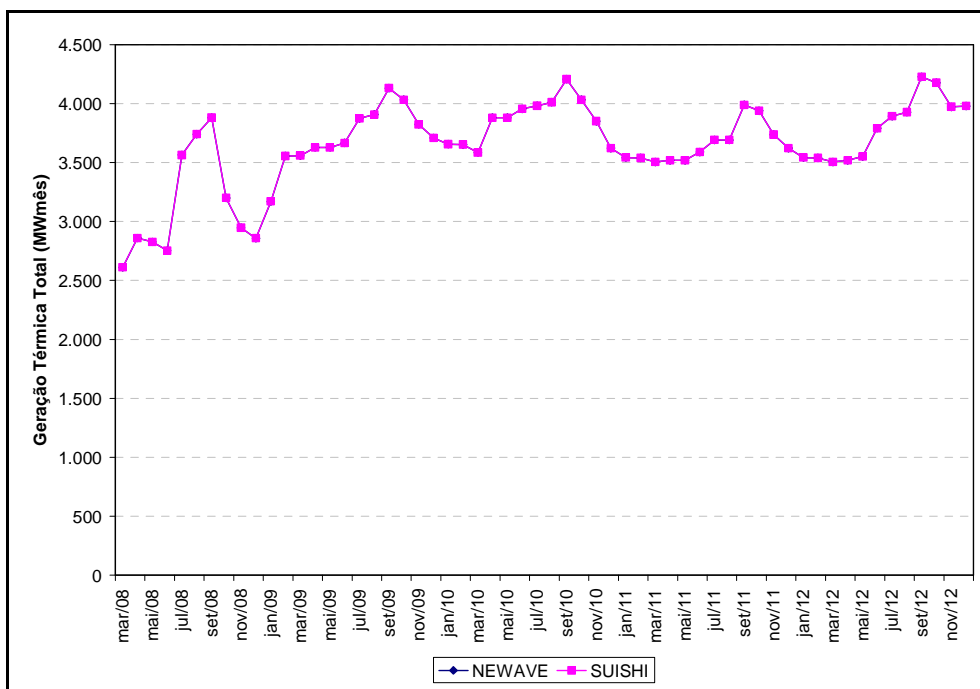


Figura 7.32 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1941

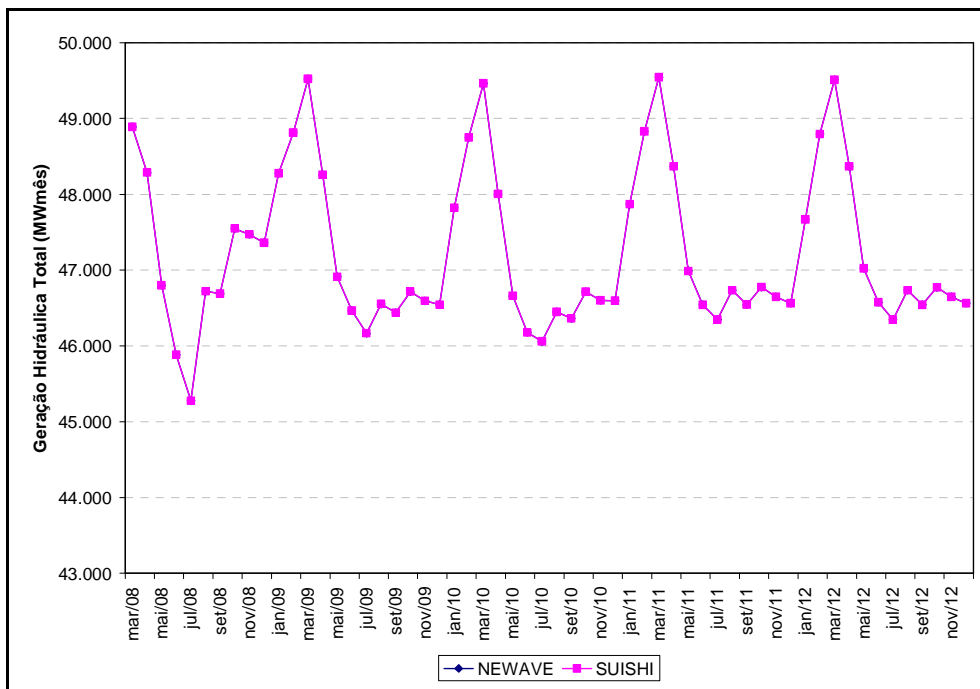


Figura 7.33 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

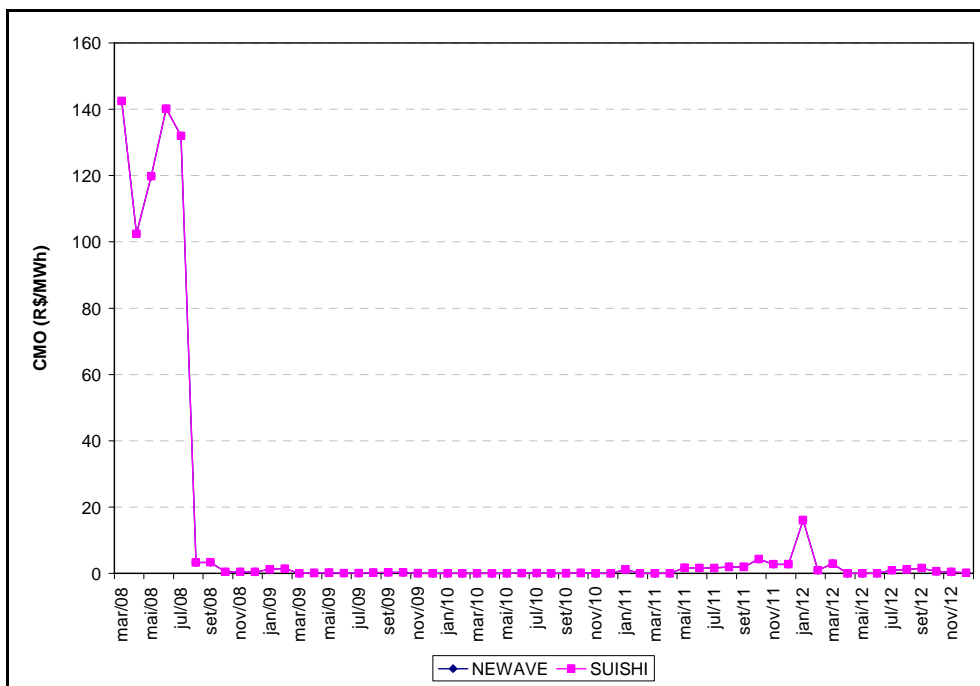


Figura 7.34 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

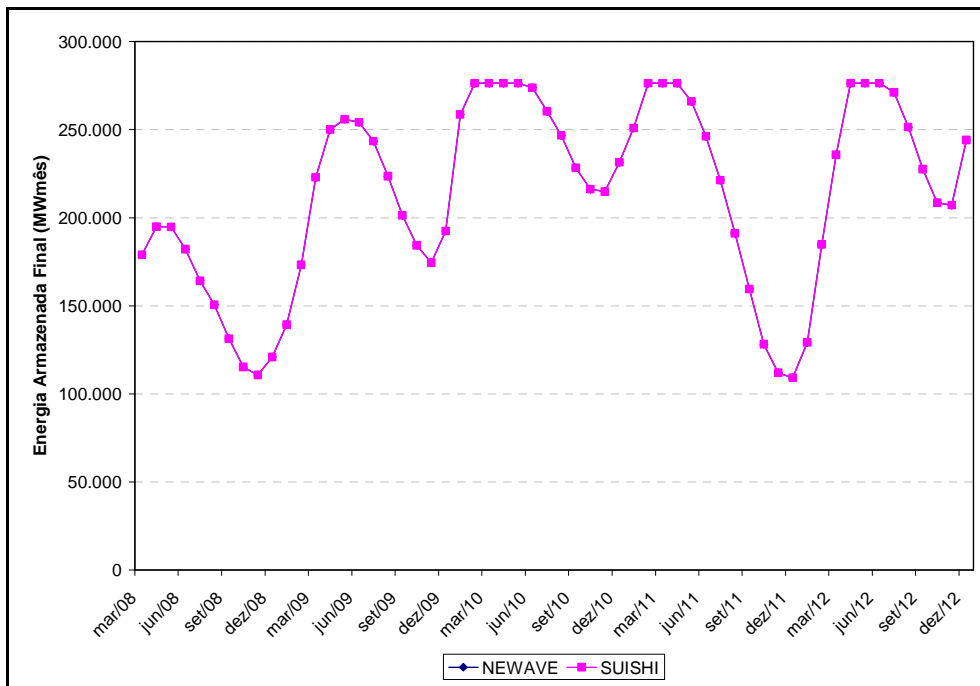


Figura 7.35 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

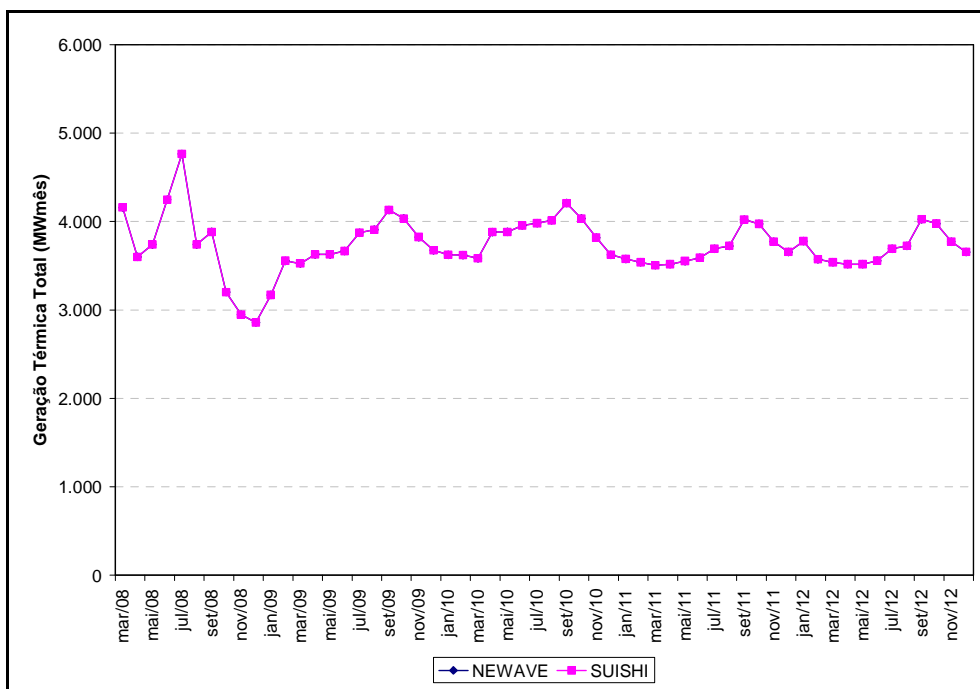


Figura 7.36 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1942

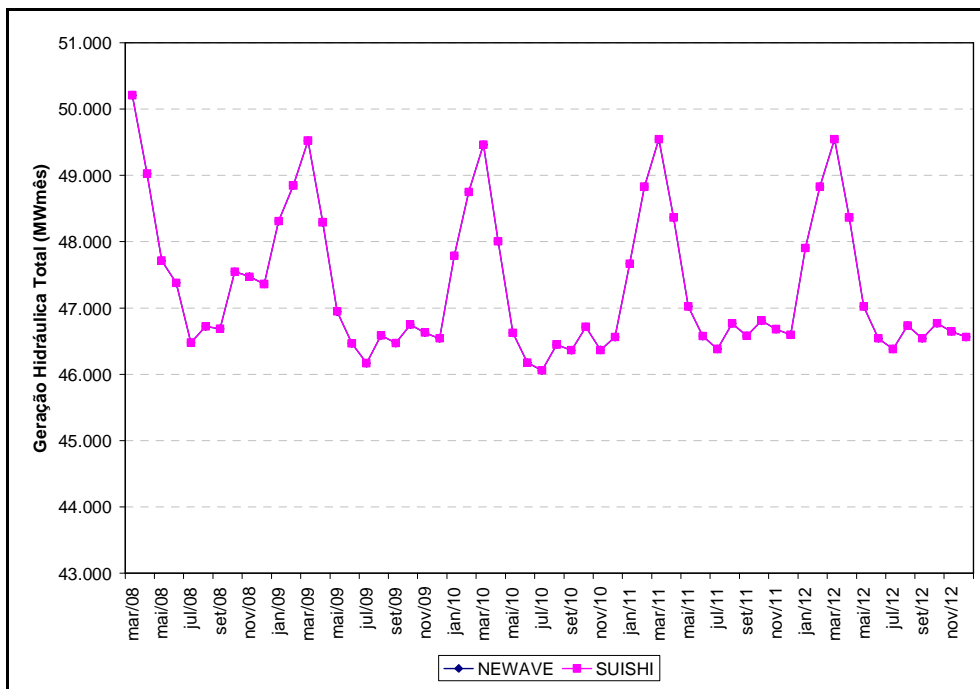


Figura 7.37 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

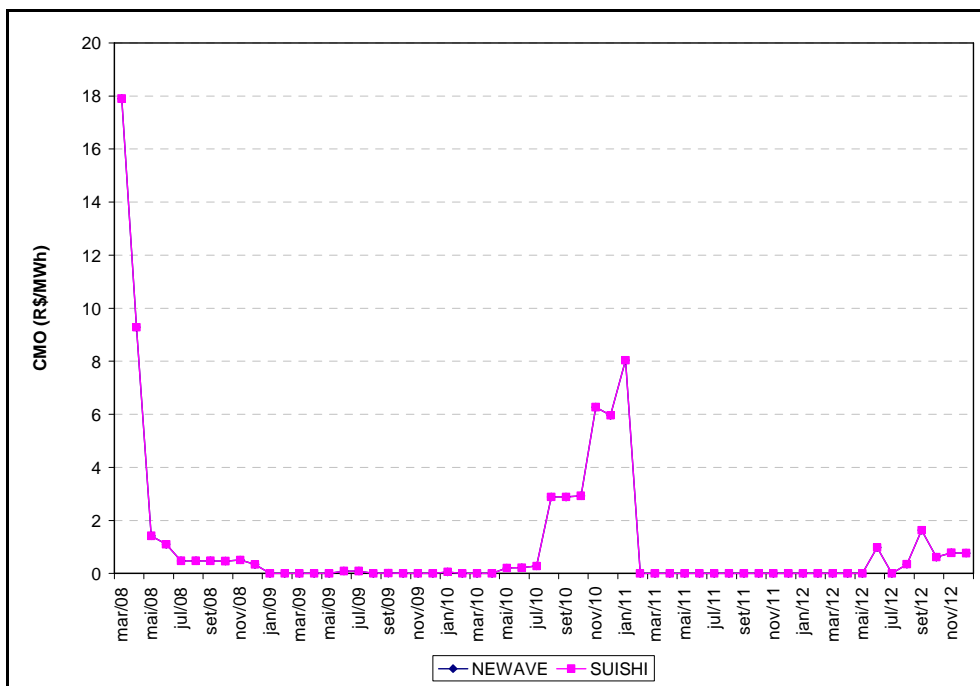


Figura 7.38 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

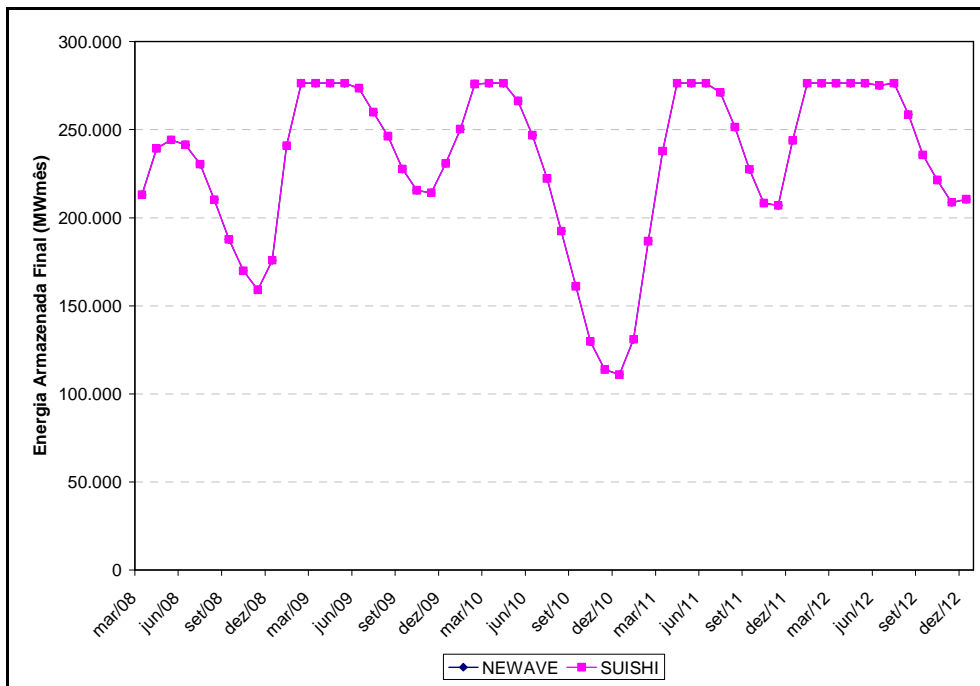


Figura 7.39 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

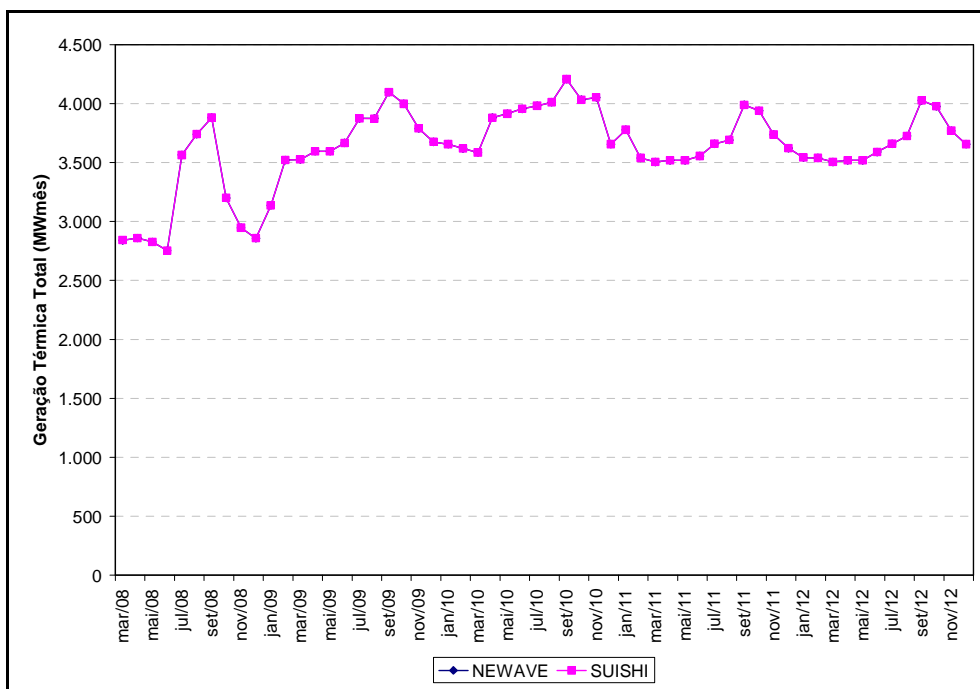


Figura 7.40 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1943

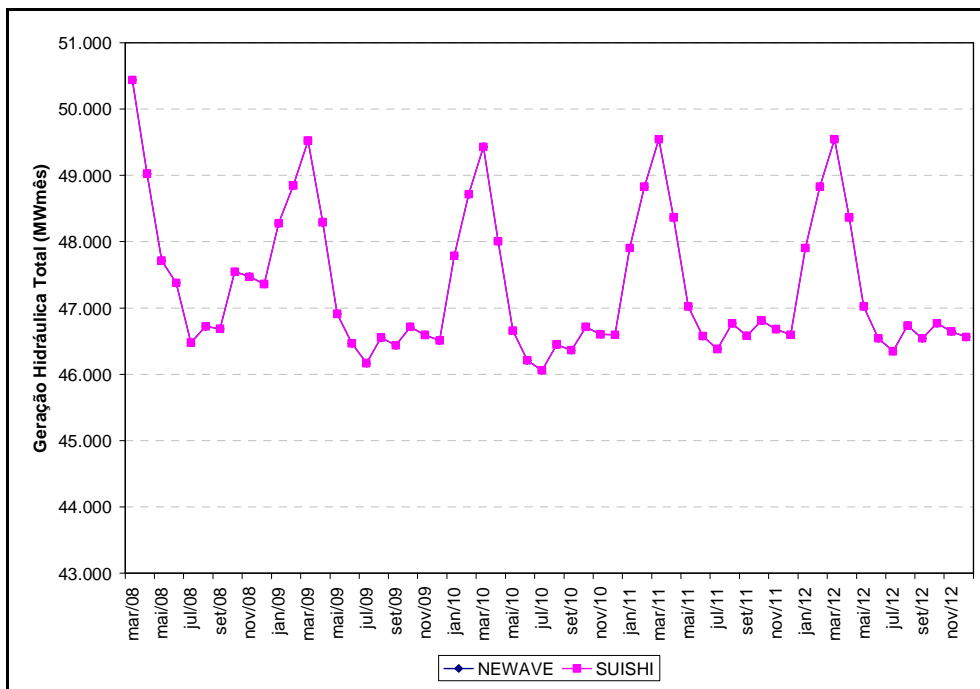


Figura 7.41 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

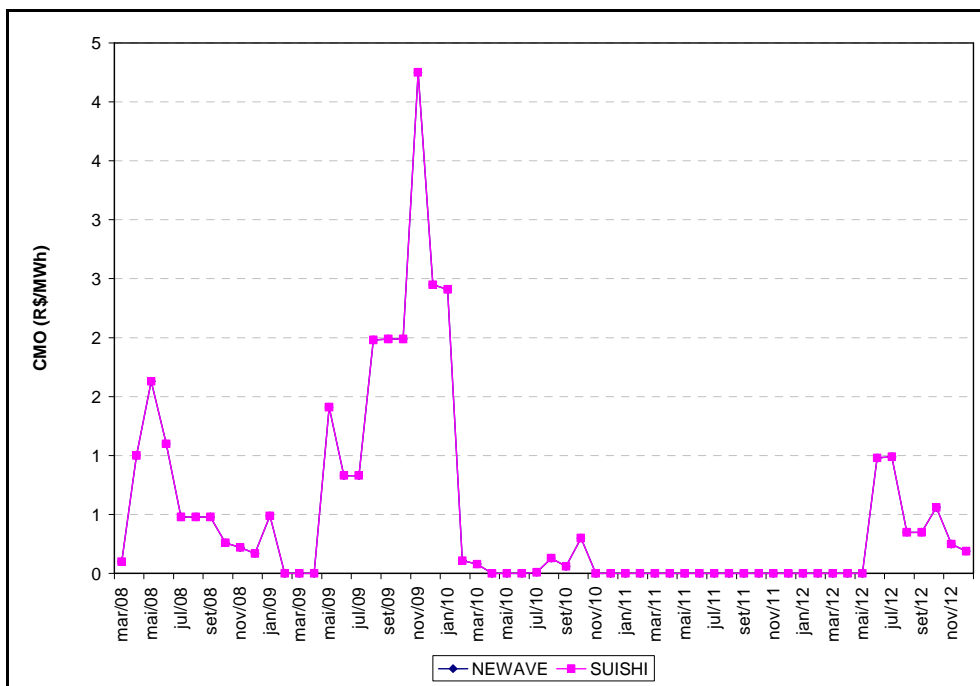


Figura 7.42 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

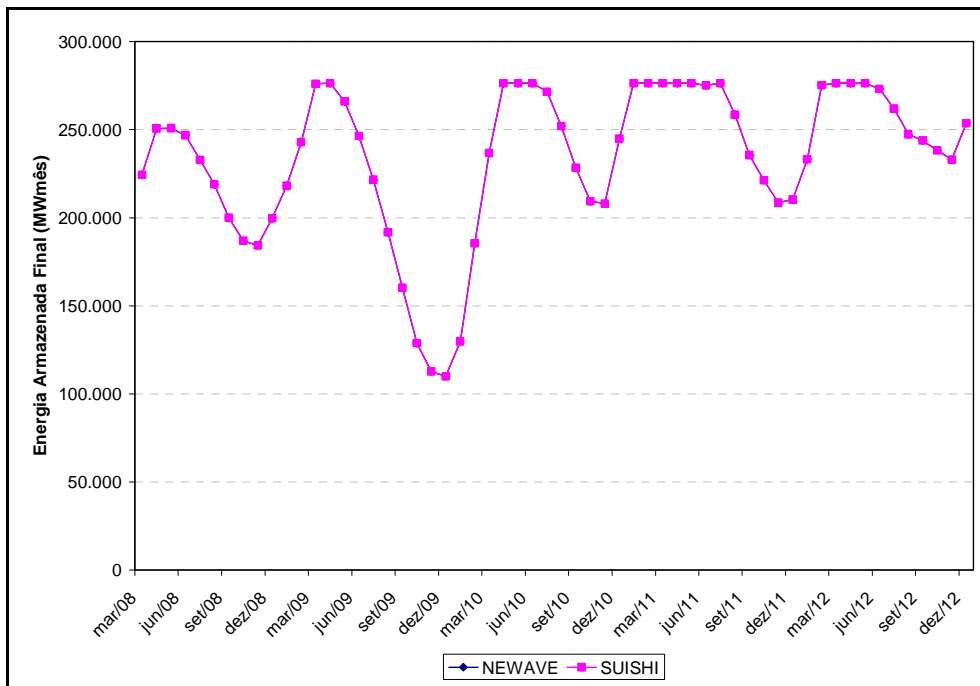


Figura 7.43 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

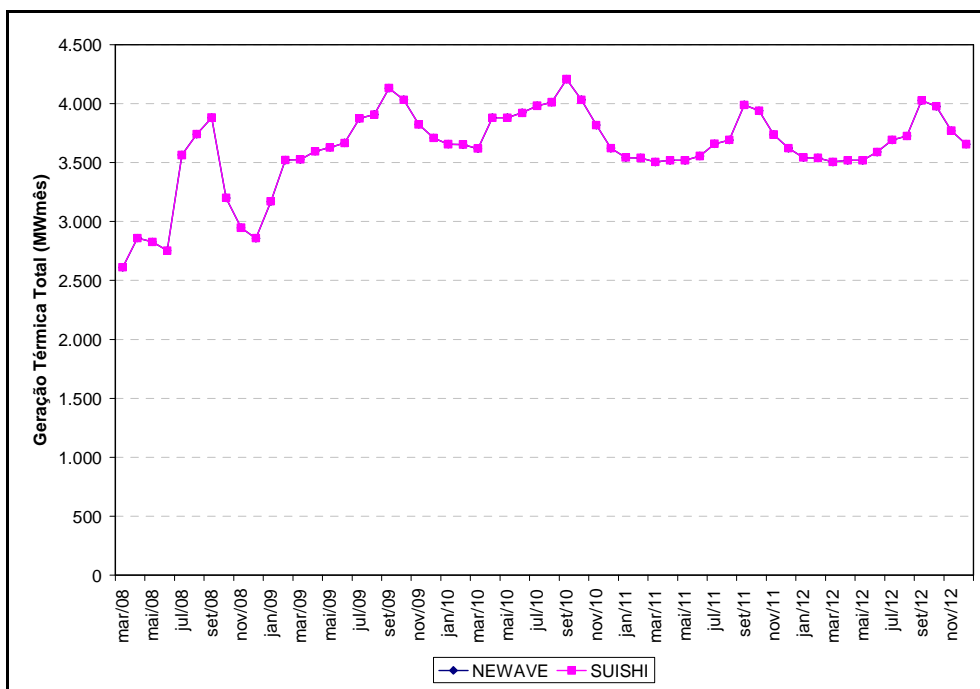


Figura 7.44 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1944

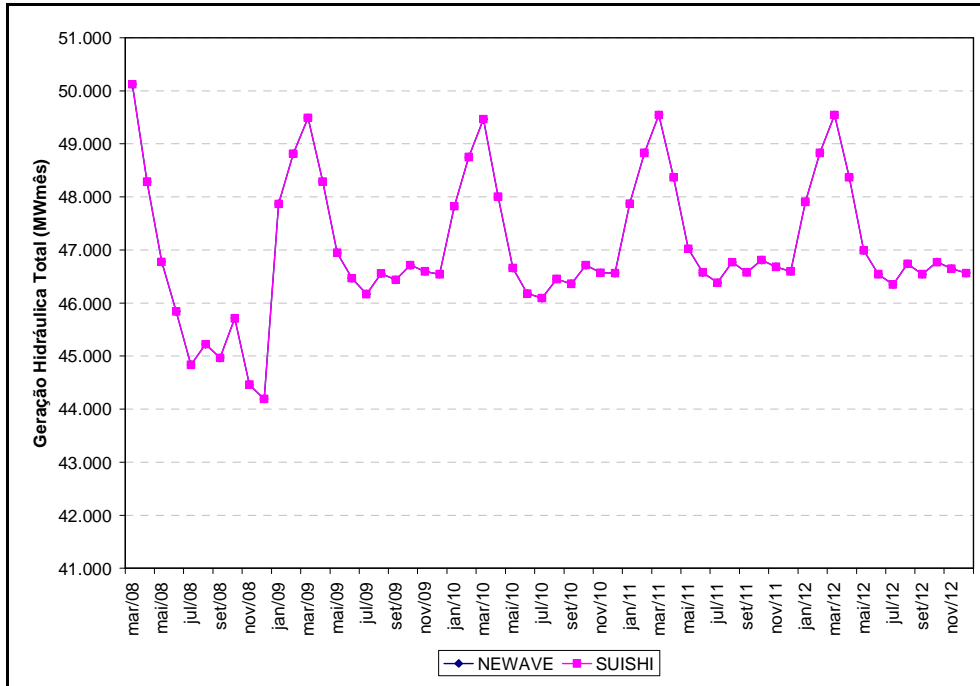


Figura 7.45 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

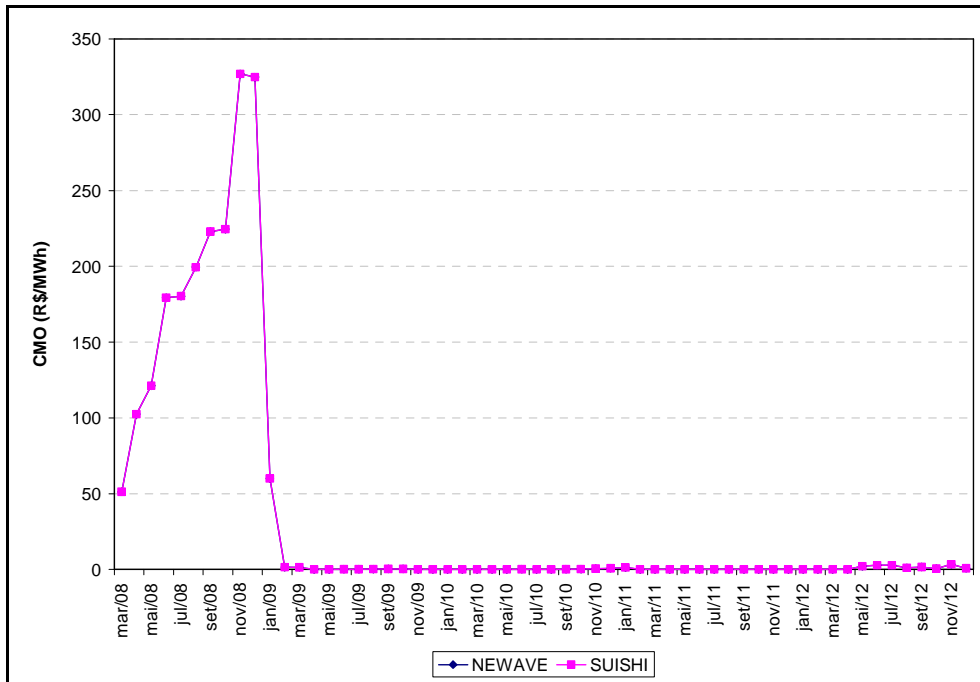


Figura 7.46 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

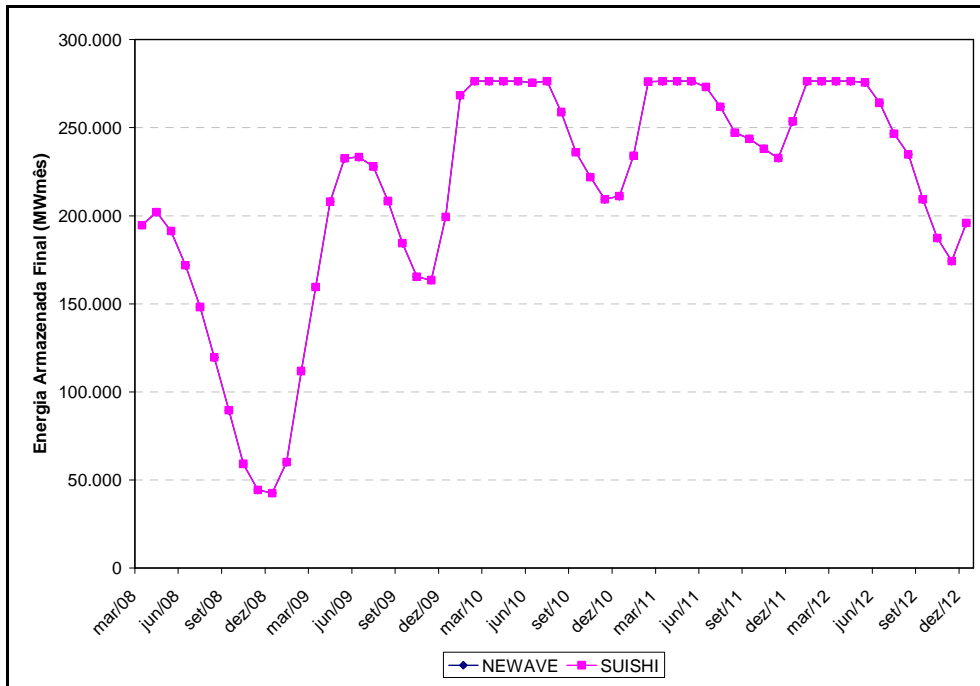


Figura 7.47 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

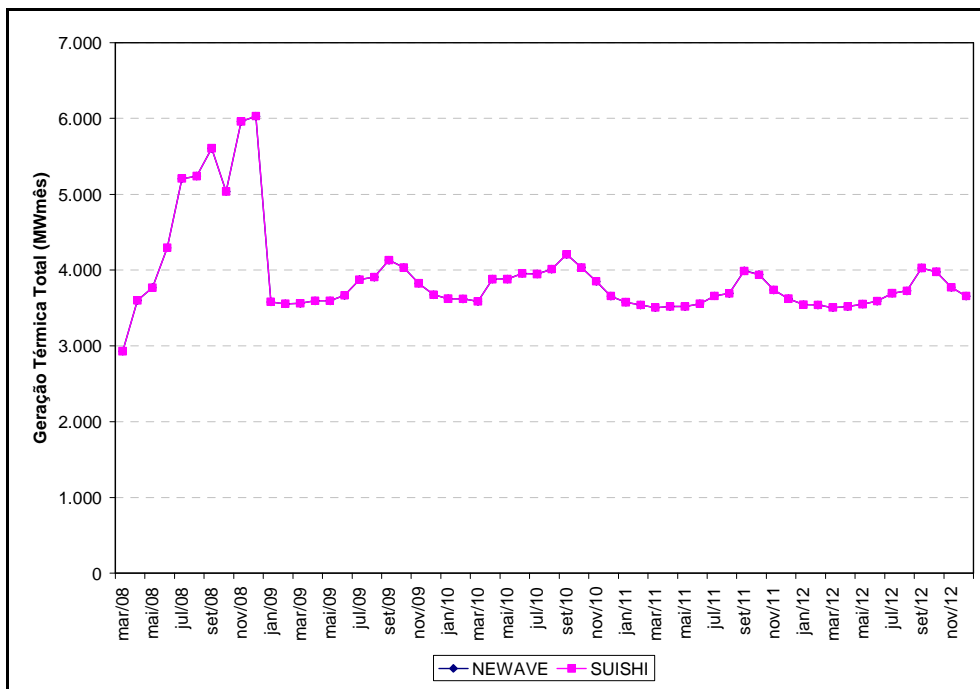


Figura 7.48 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1945

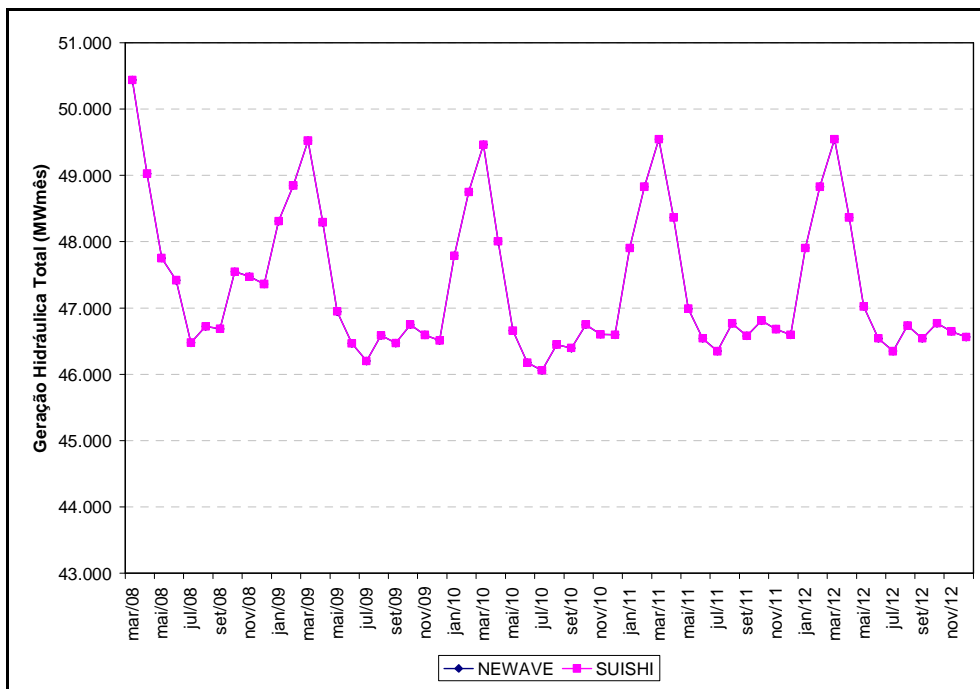


Figura 7.49 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

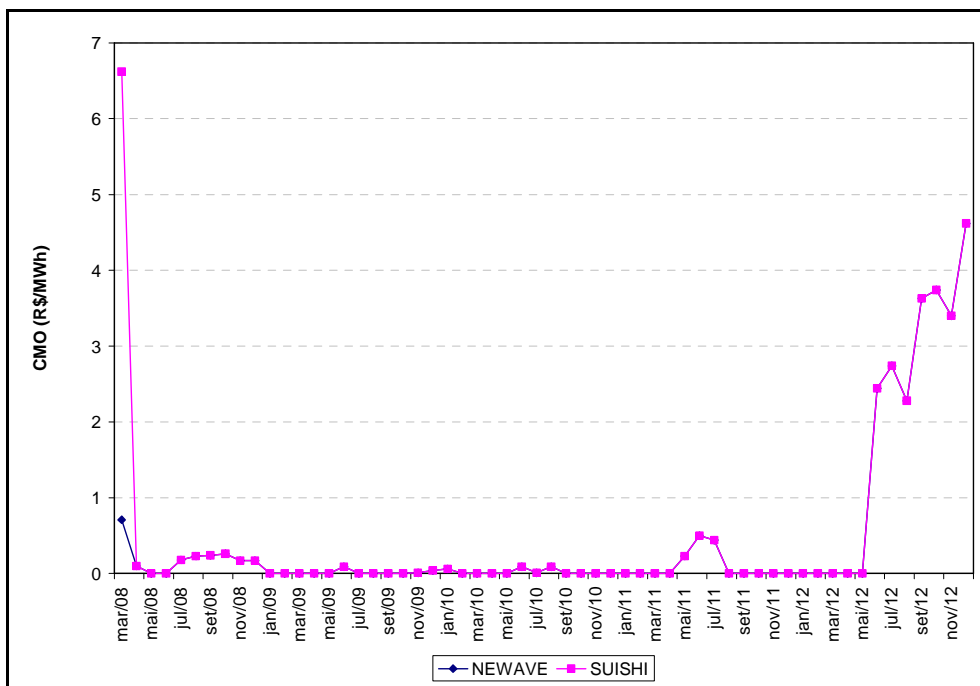


Figura 7.50 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

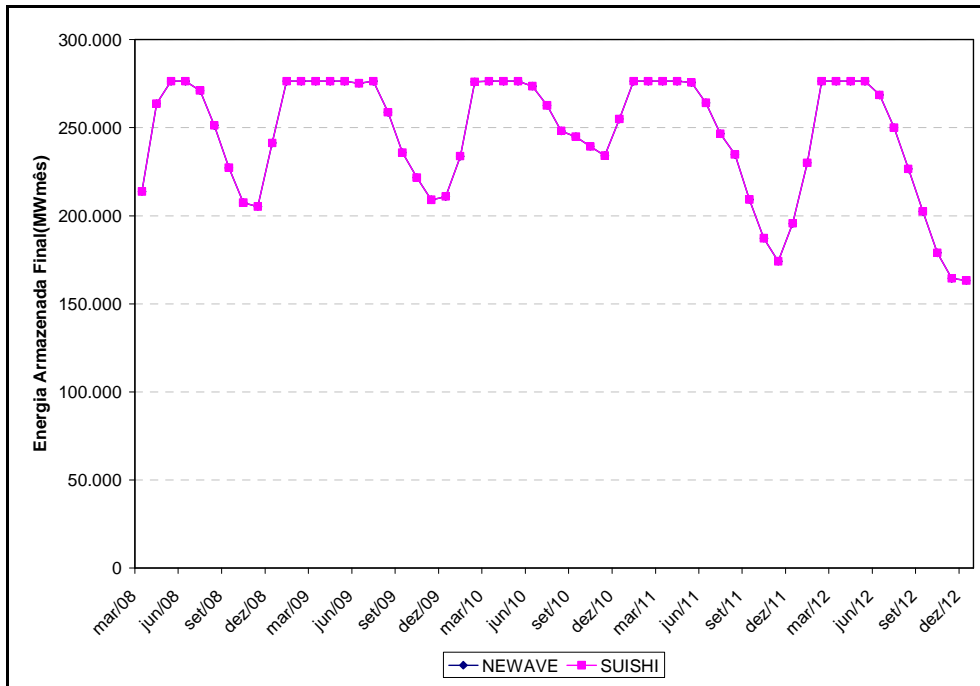


Figura 7.51 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

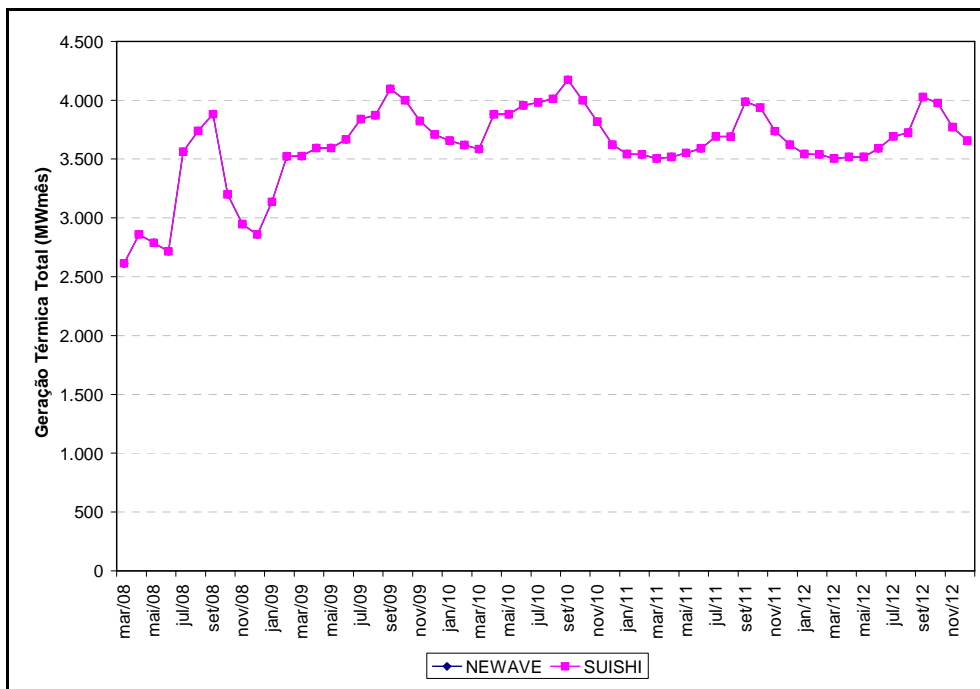


Figura 7.52 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1946

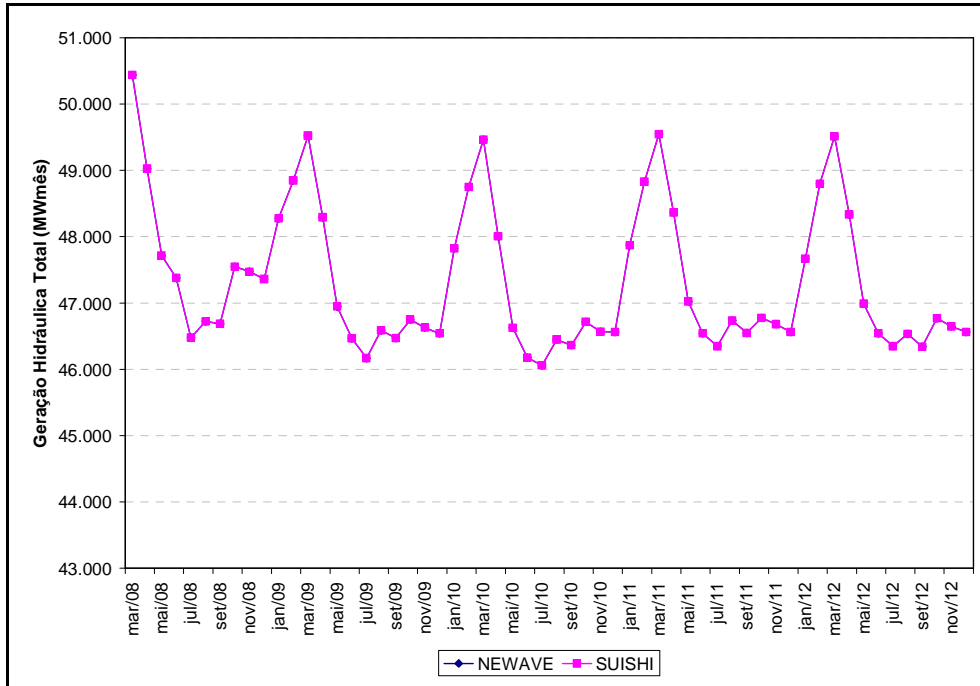


Figura 7.53 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

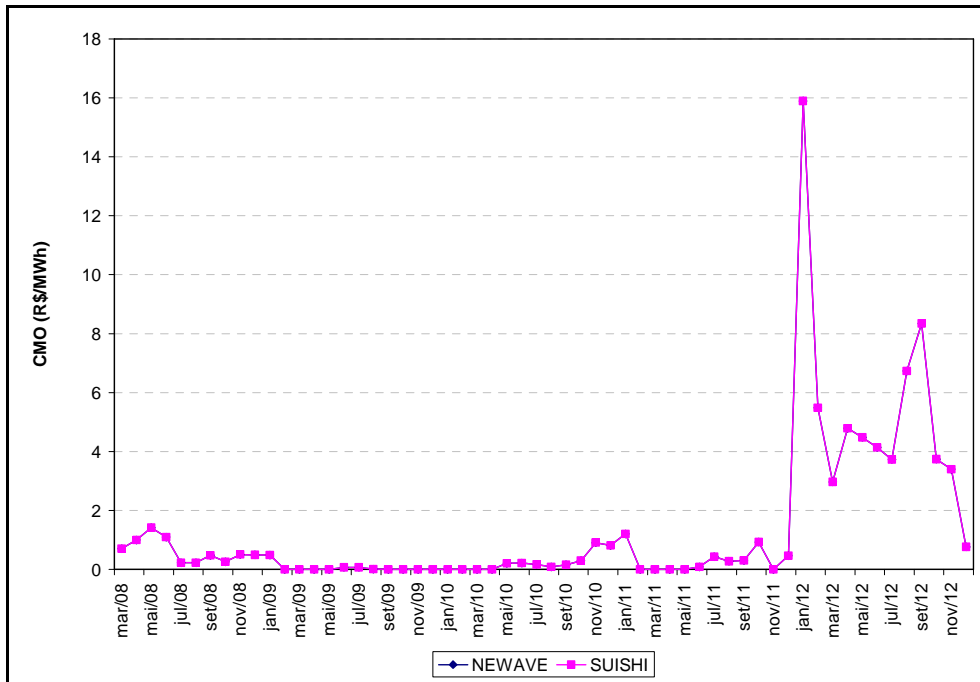


Figura 7.54 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

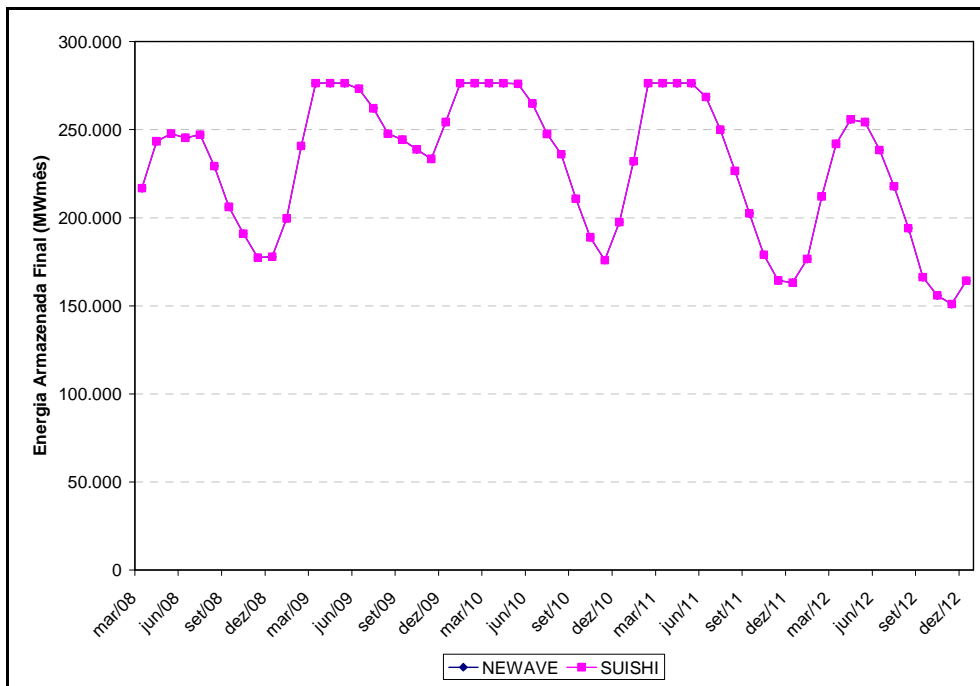


Figura 7.55 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

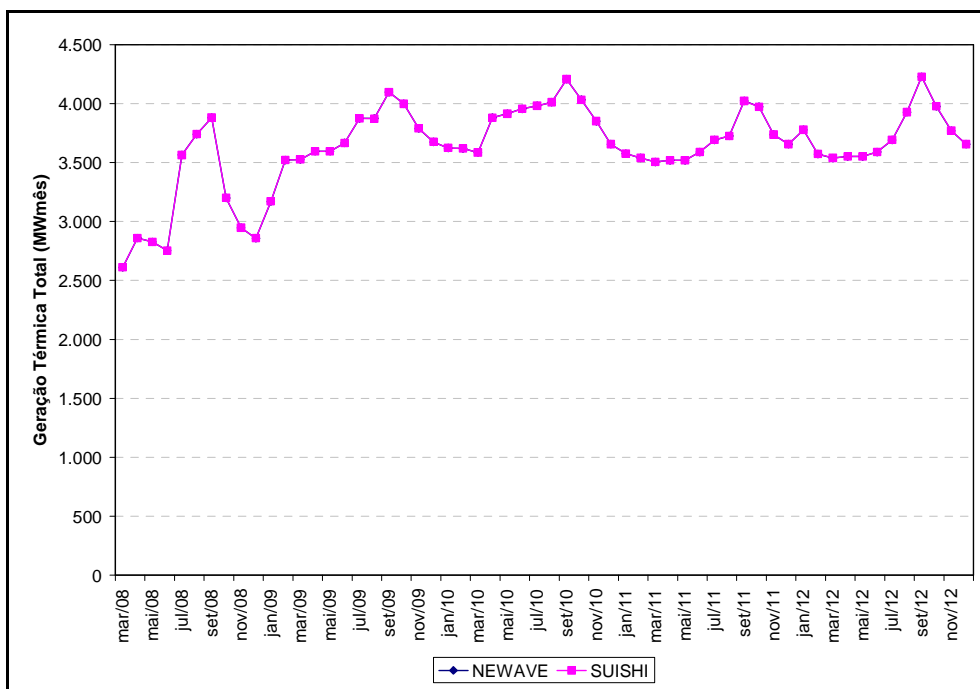


Figura 7.56 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1947

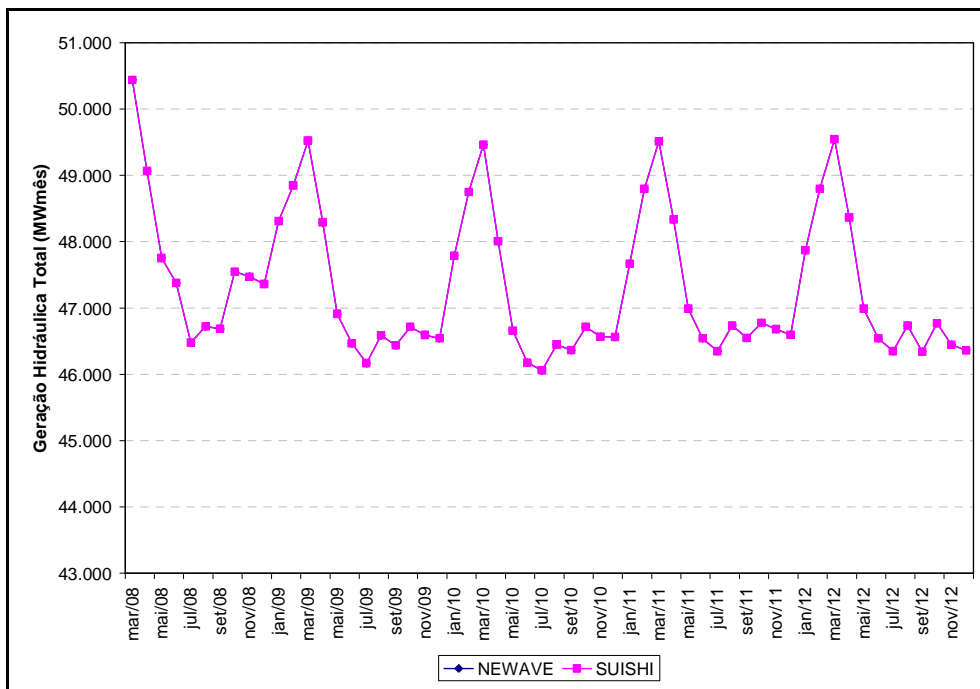


Figura 7.57 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

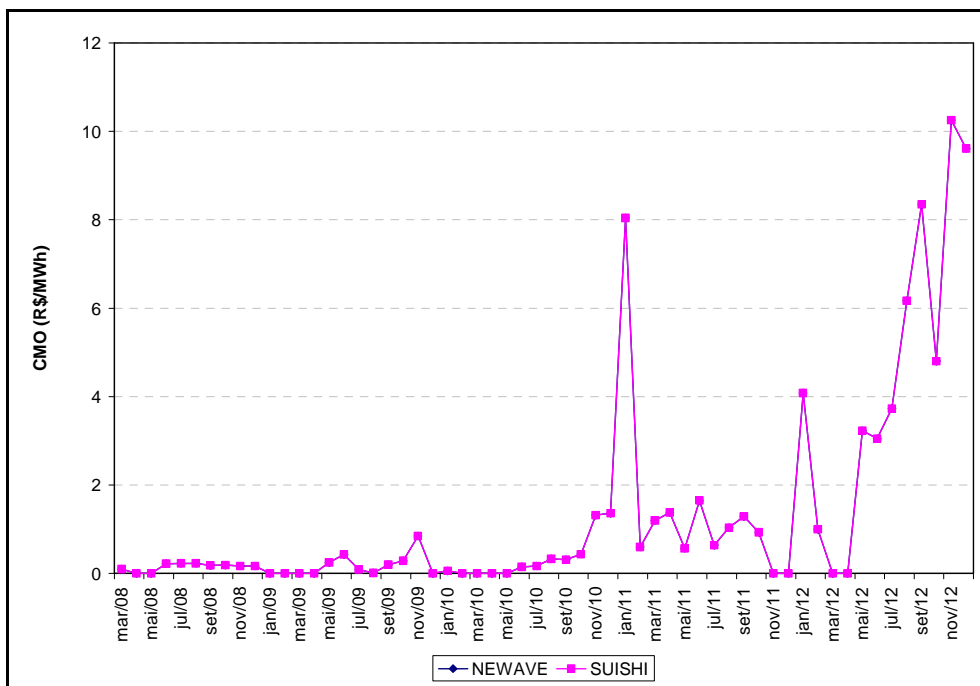


Figura 7.58 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

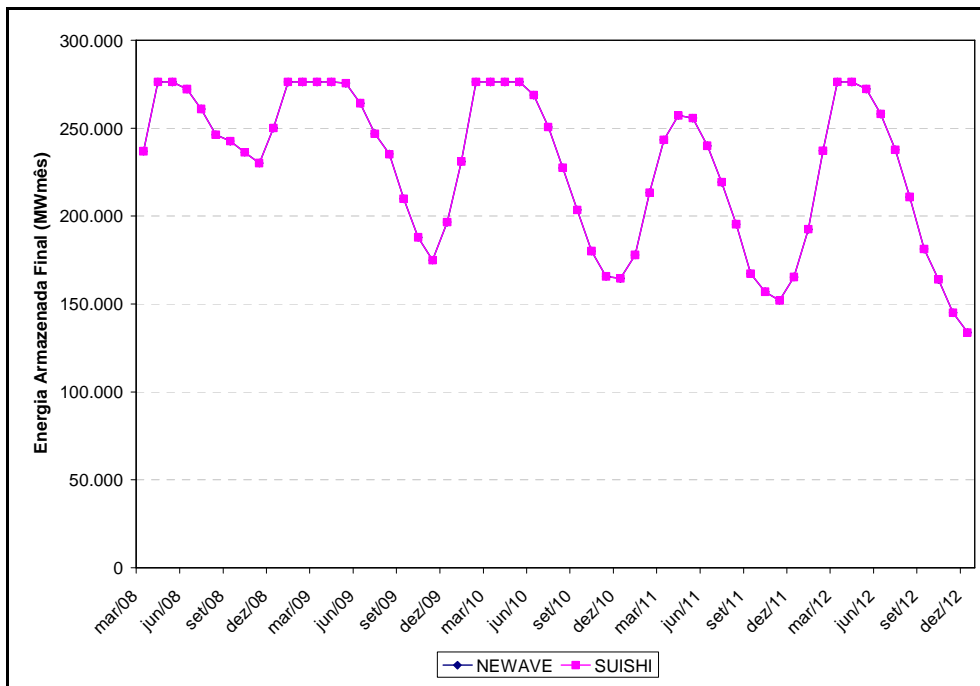


Figura 7.59 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

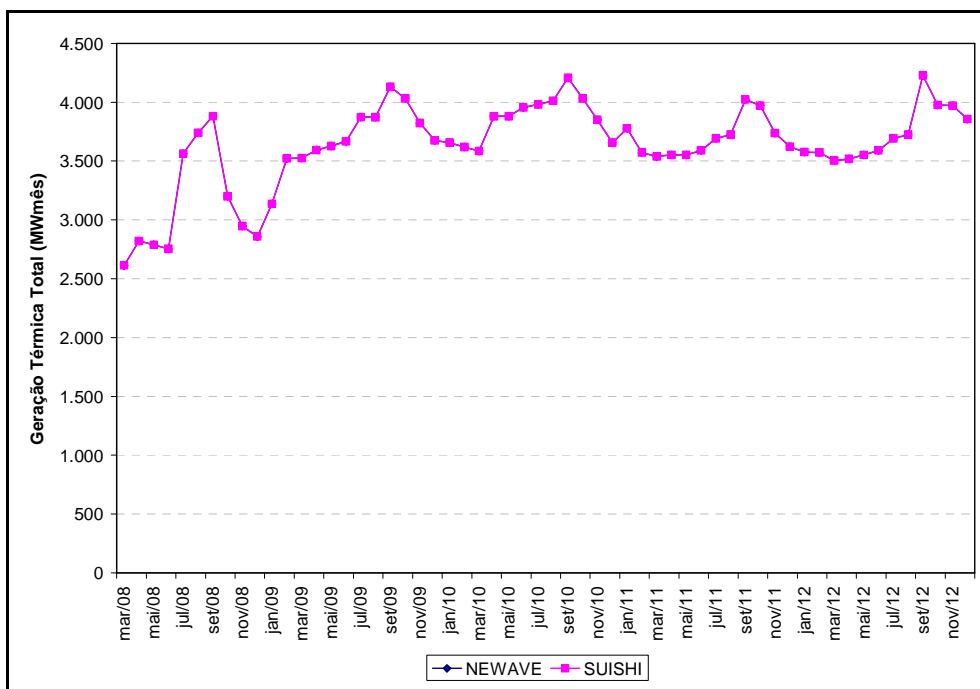


Figura 7.60 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1948

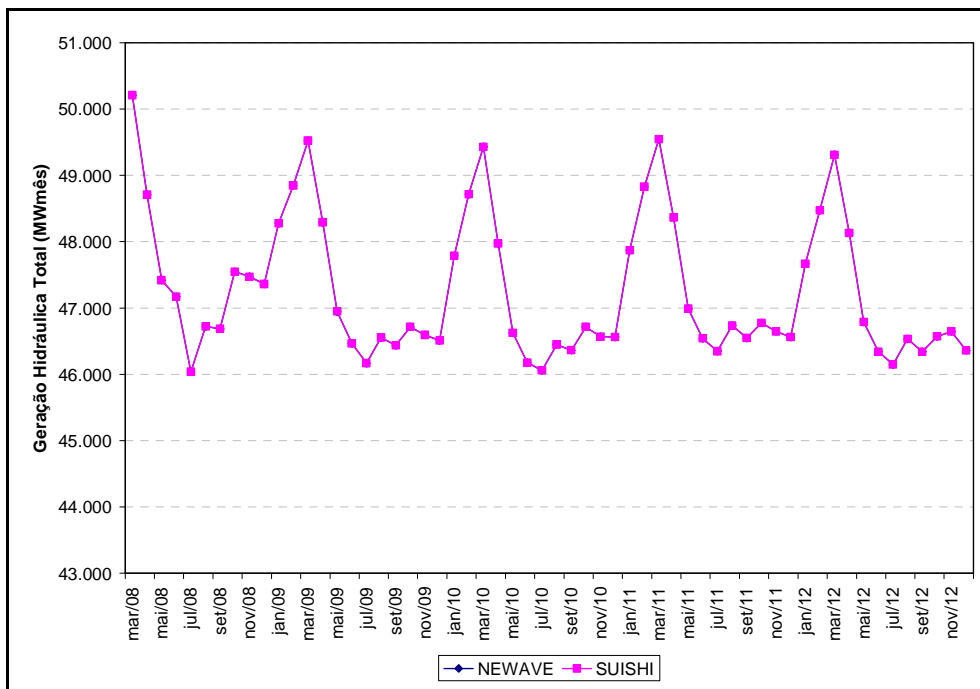


Figura 7.61 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

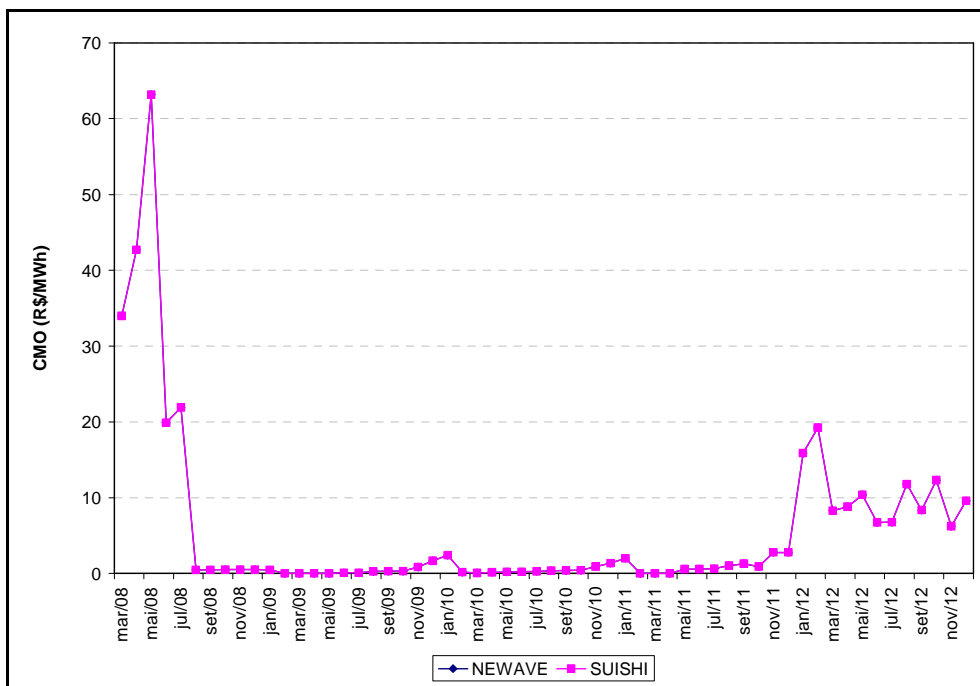


Figura 7.62 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

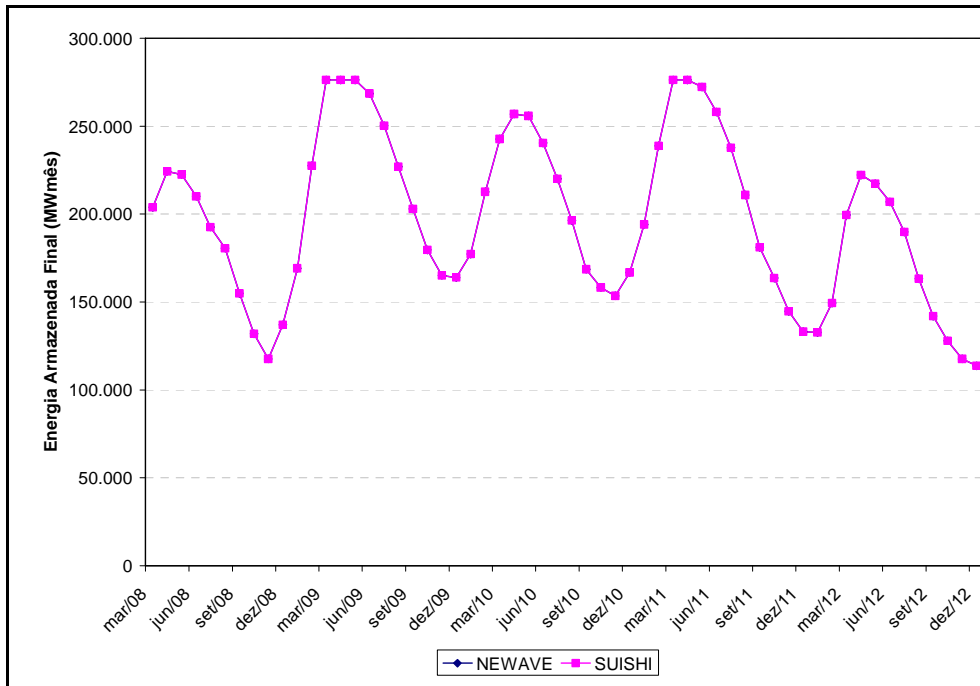


Figura 7.63 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

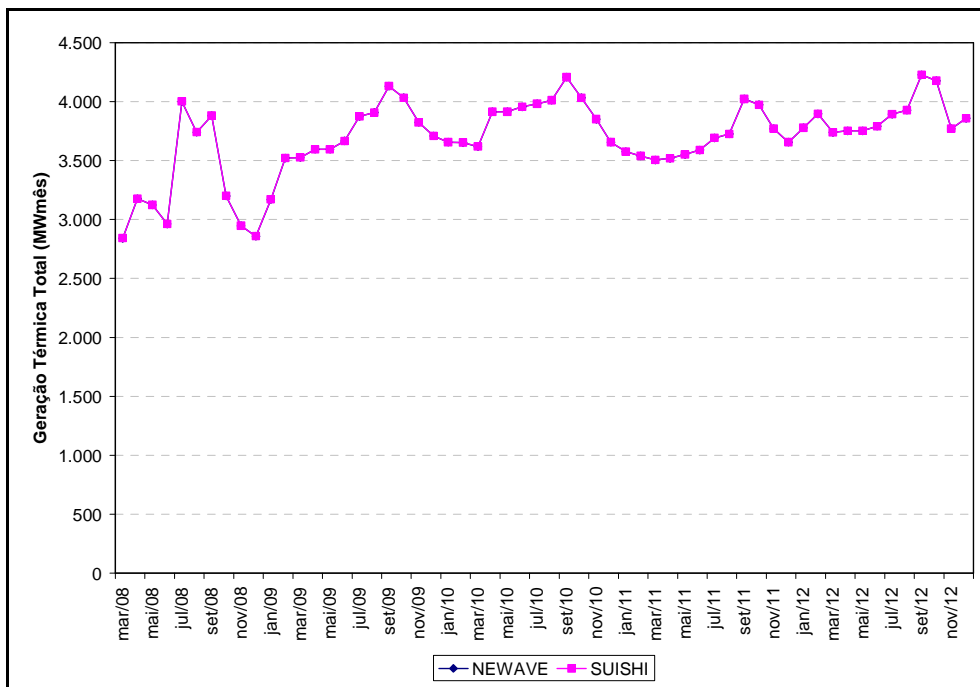


Figura 7.64 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1949

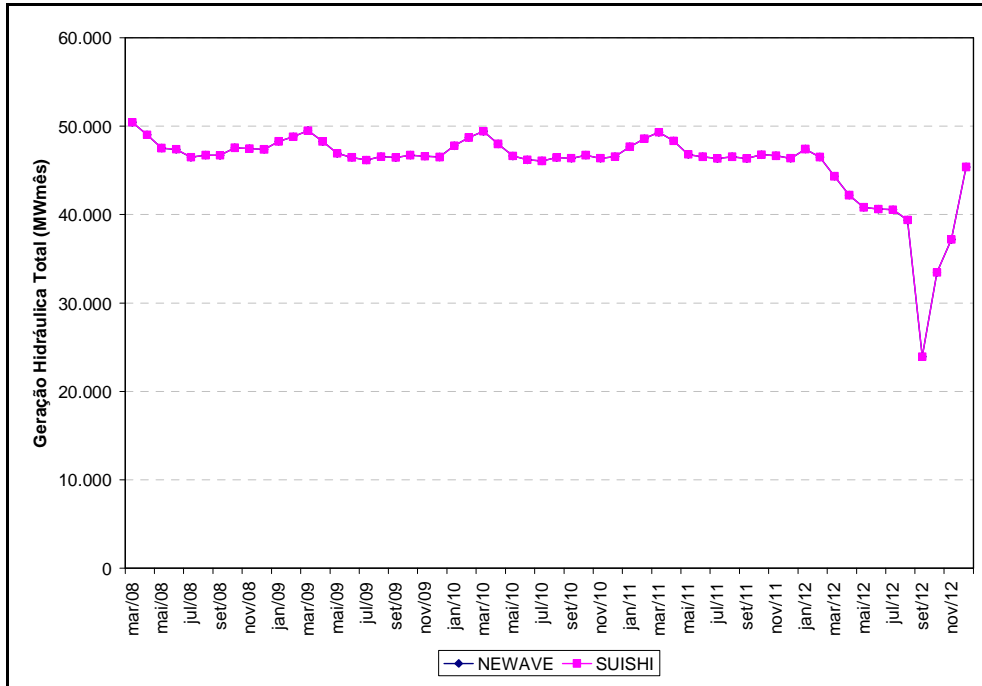


Figura 7.65 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

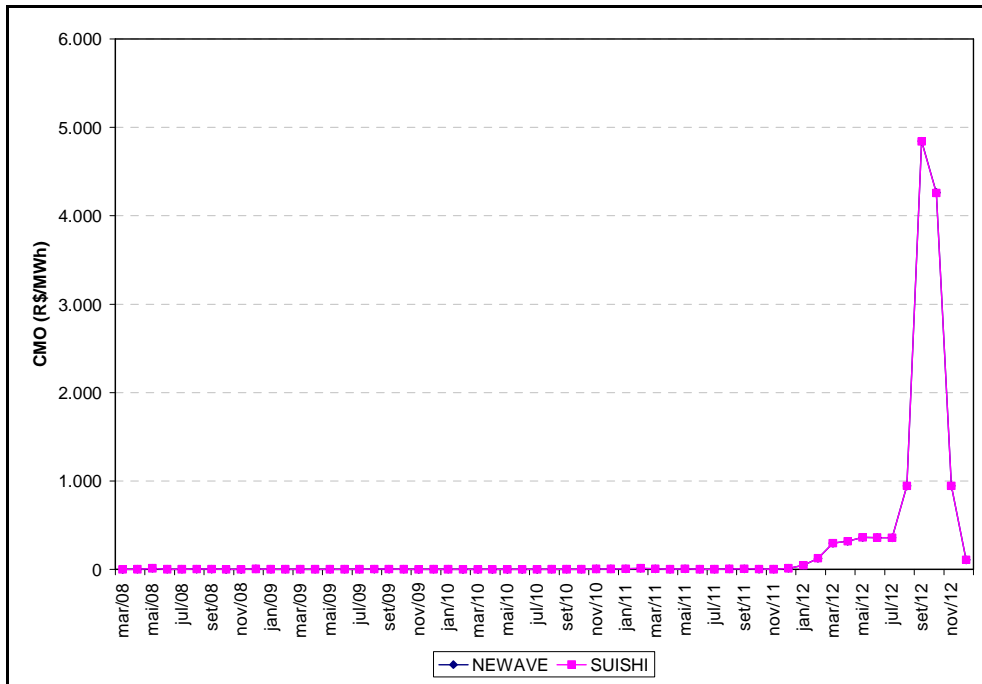


Figura 7.66 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

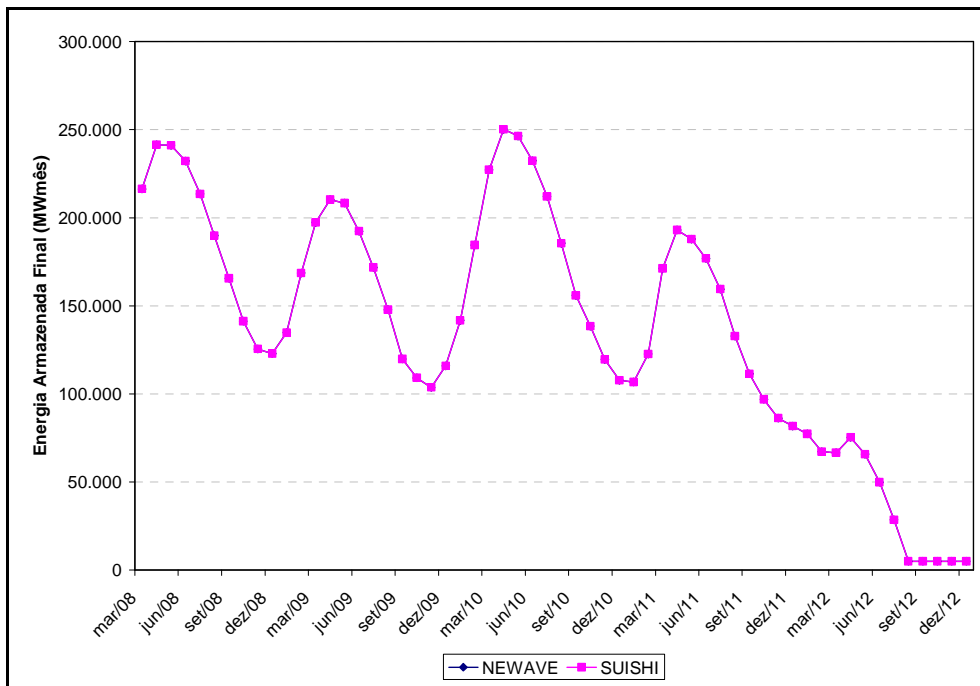


Figura 7.67 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

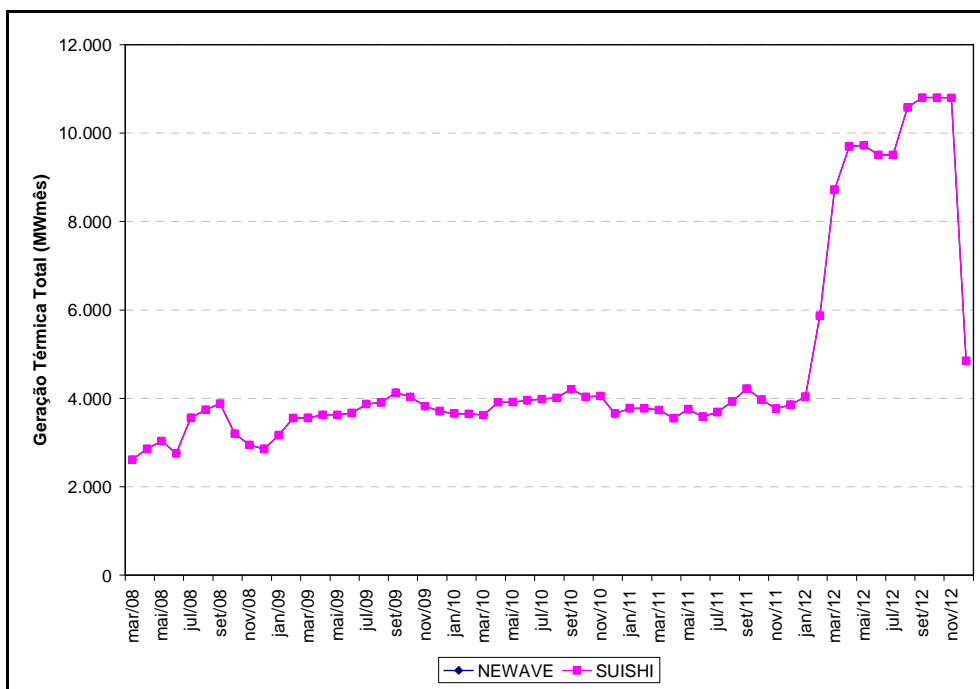


Figura 7.68 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1950

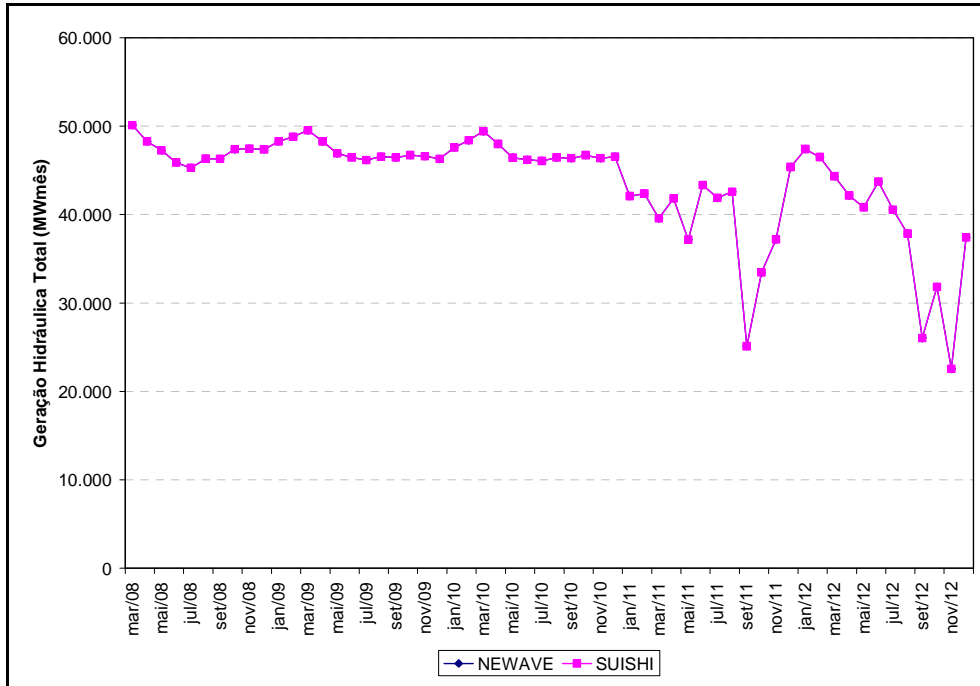


Figura 7.69 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

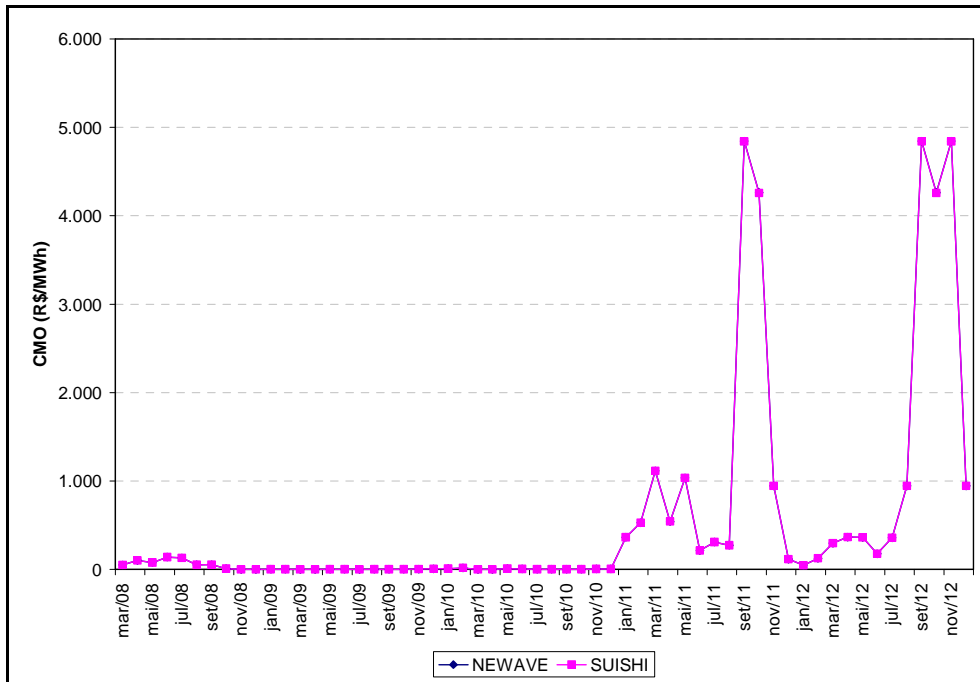


Figura 7.70 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

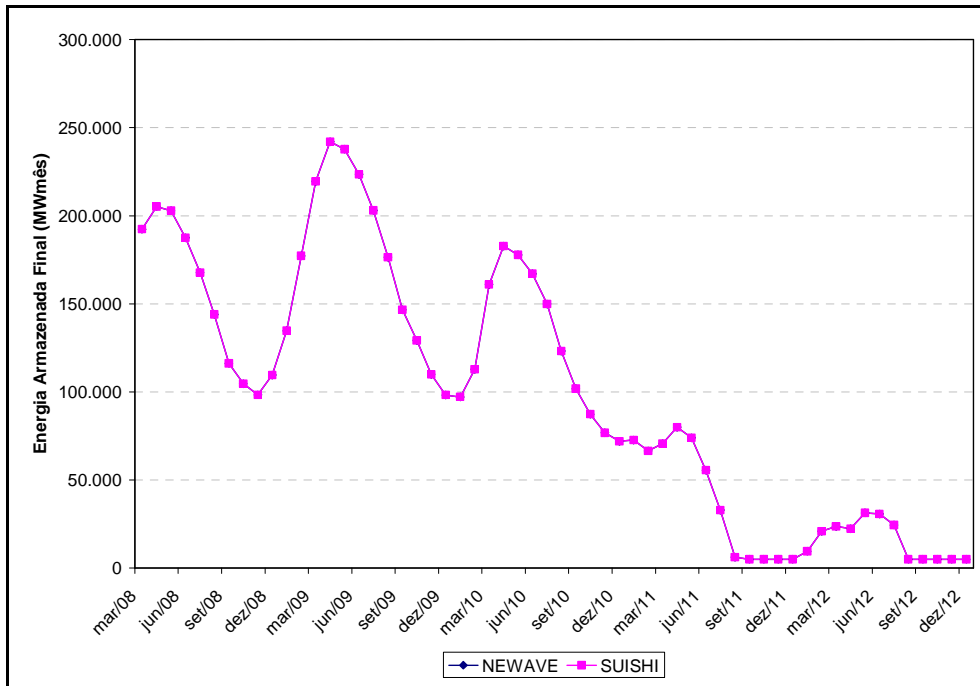


Figura 7.71 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

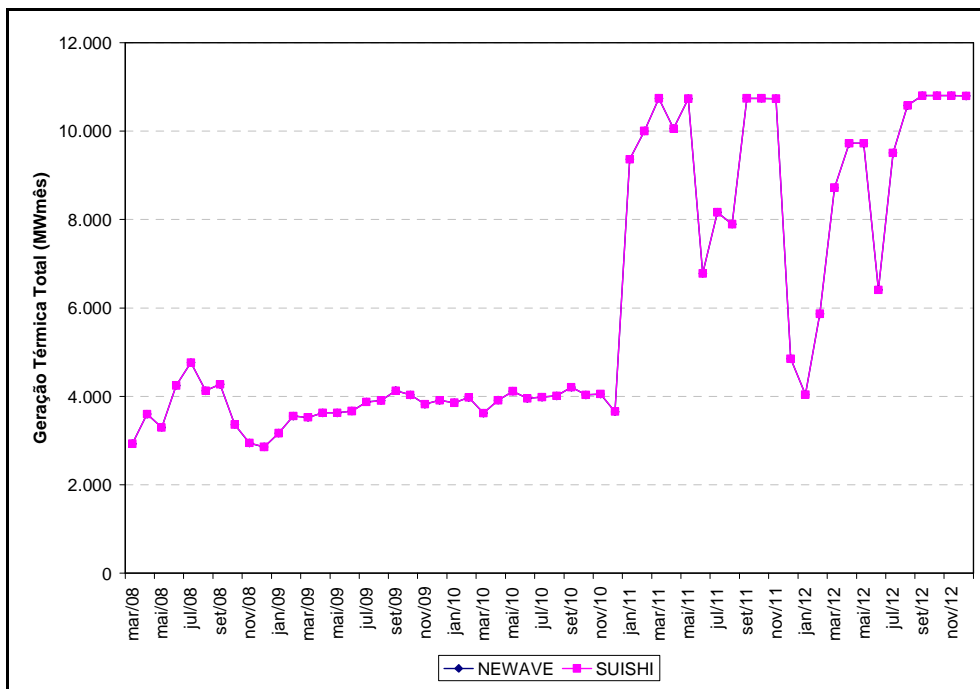


Figura 7.72 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1951

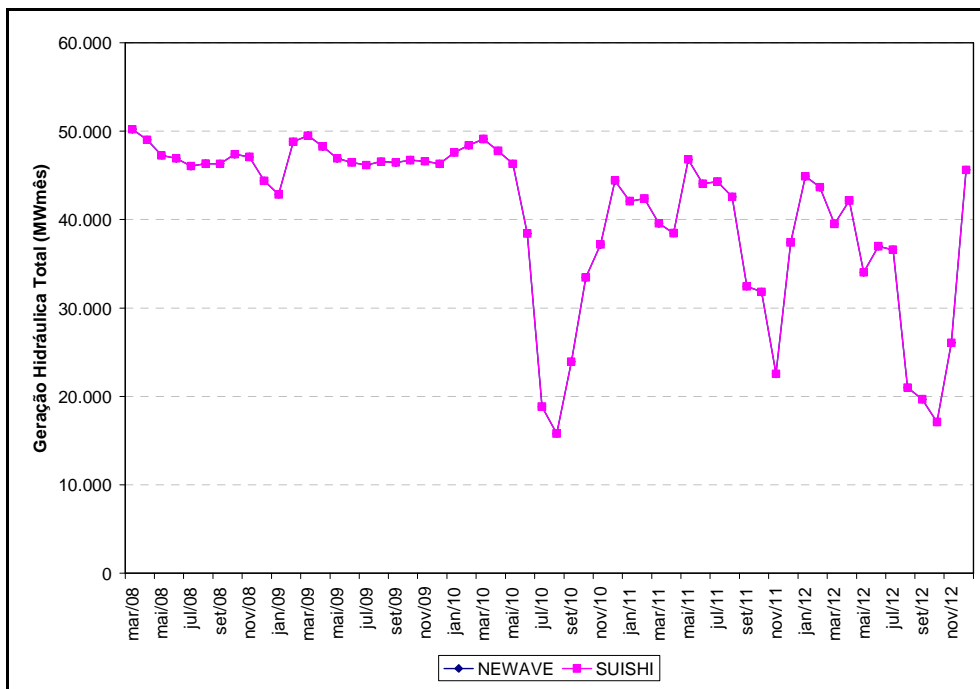


Figura 7.73 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

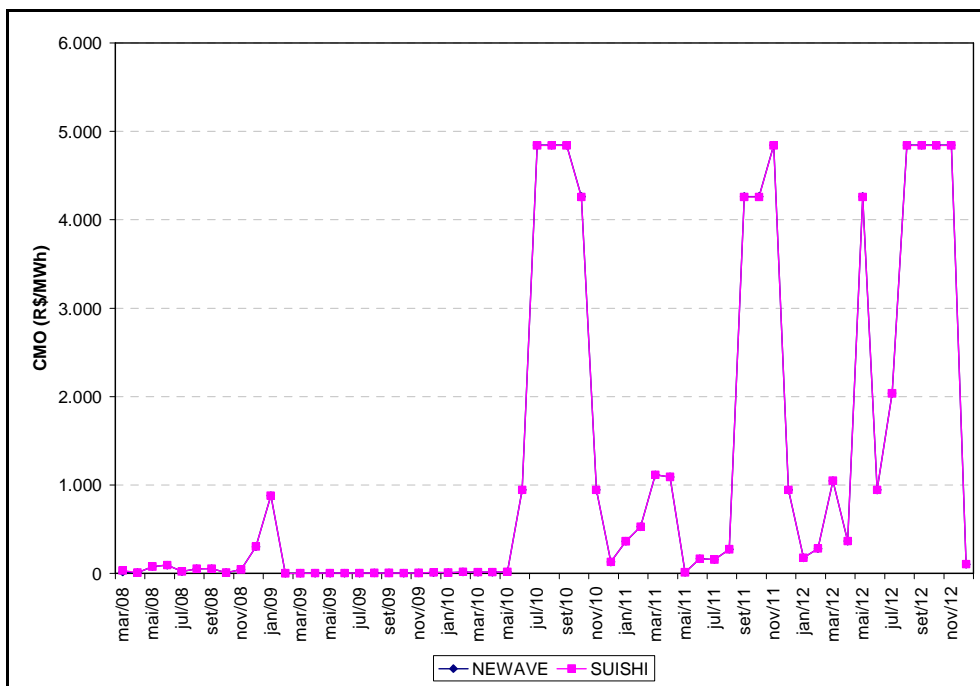


Figura 7.74 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

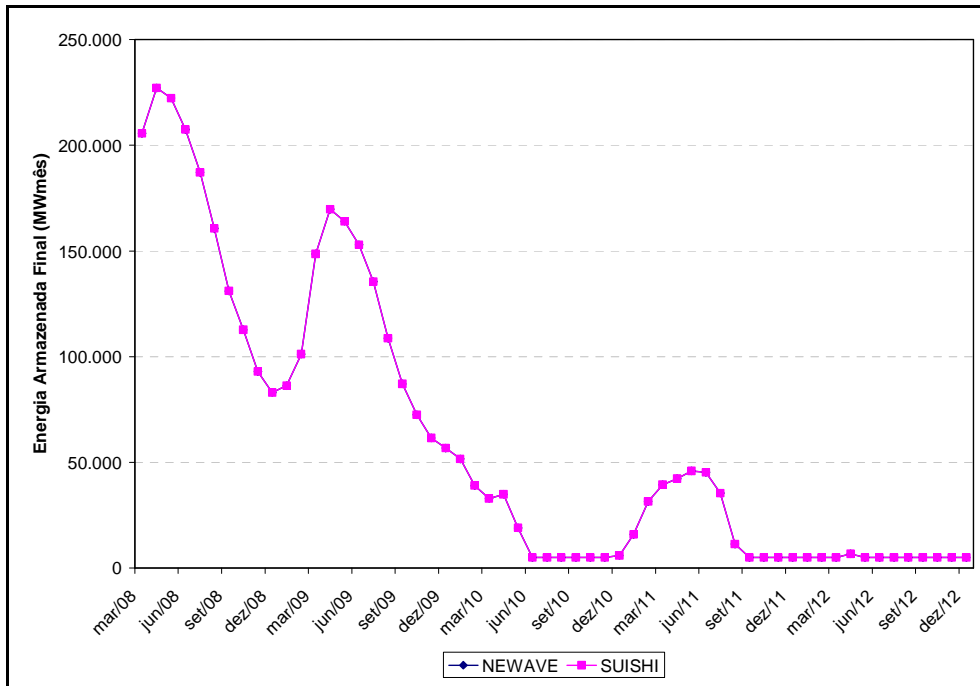


Figura 7.75 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

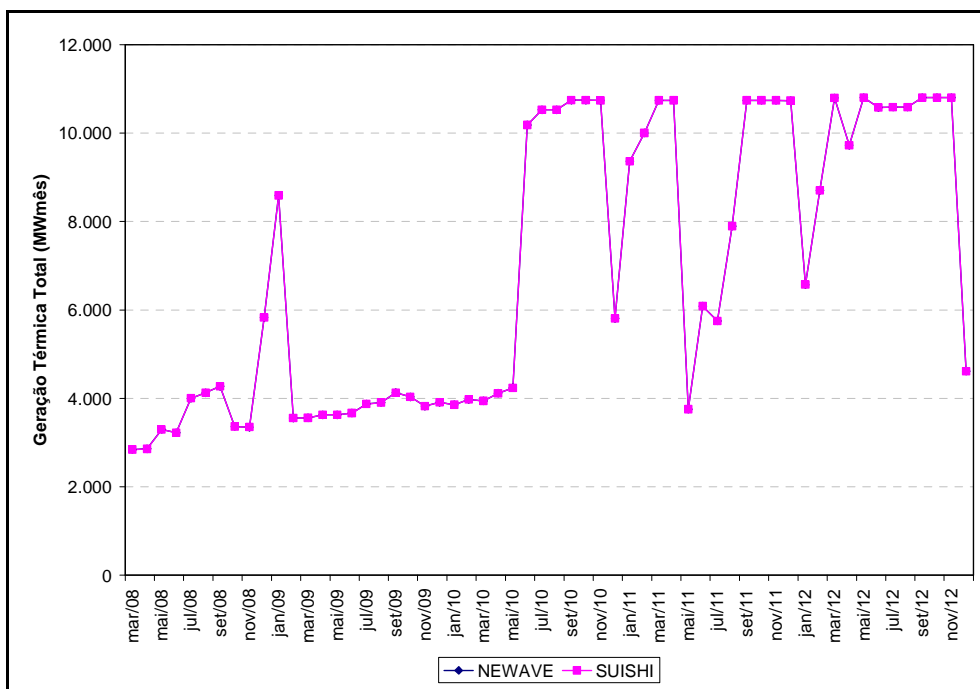


Figura 7.76 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1953

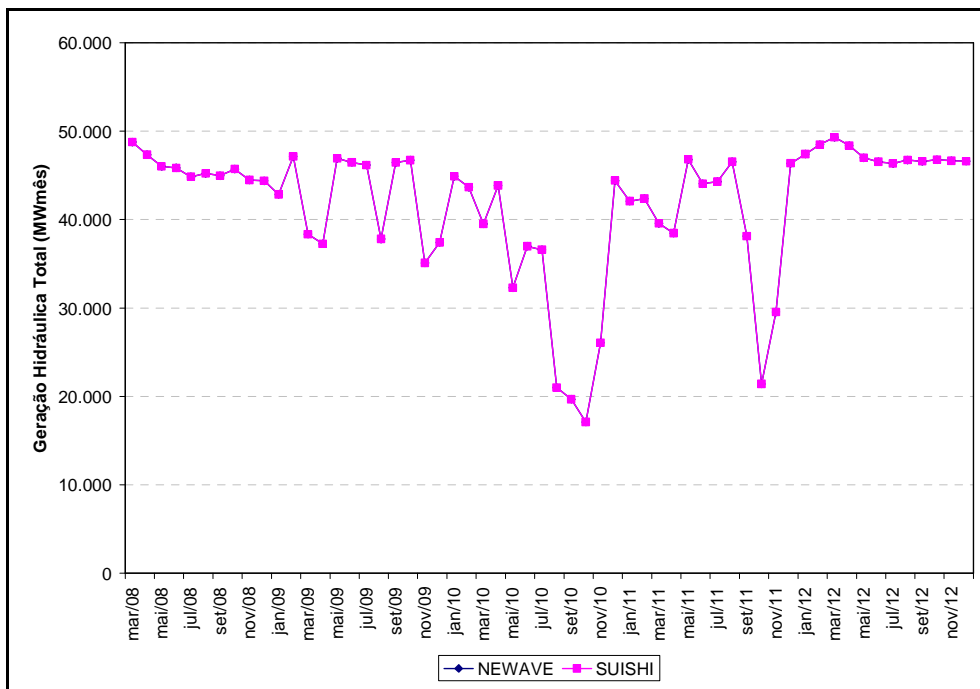


Figura 7.77 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

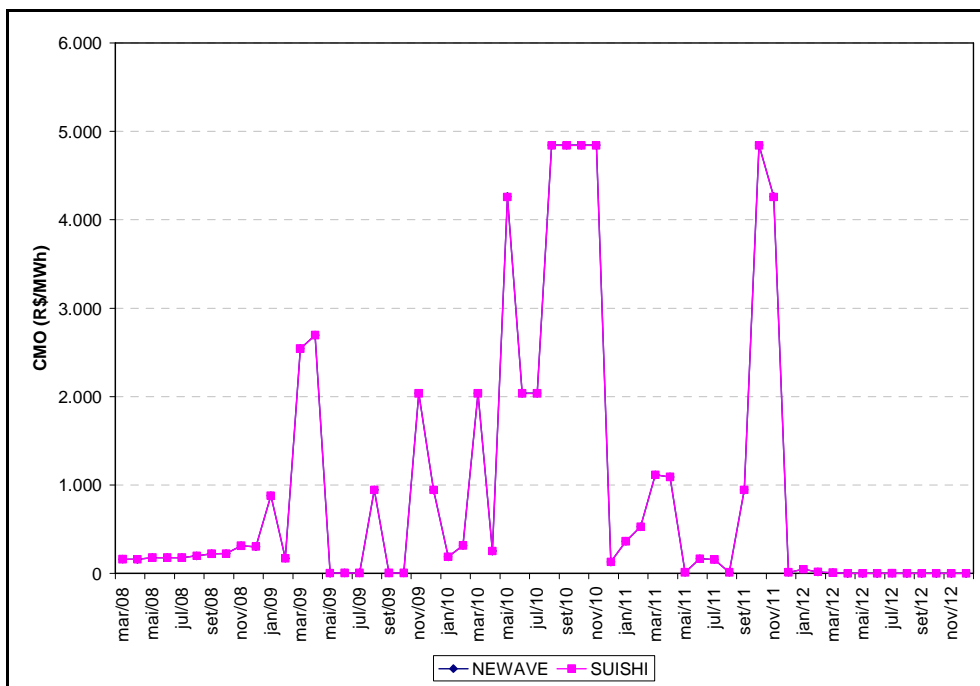


Figura 7.78 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

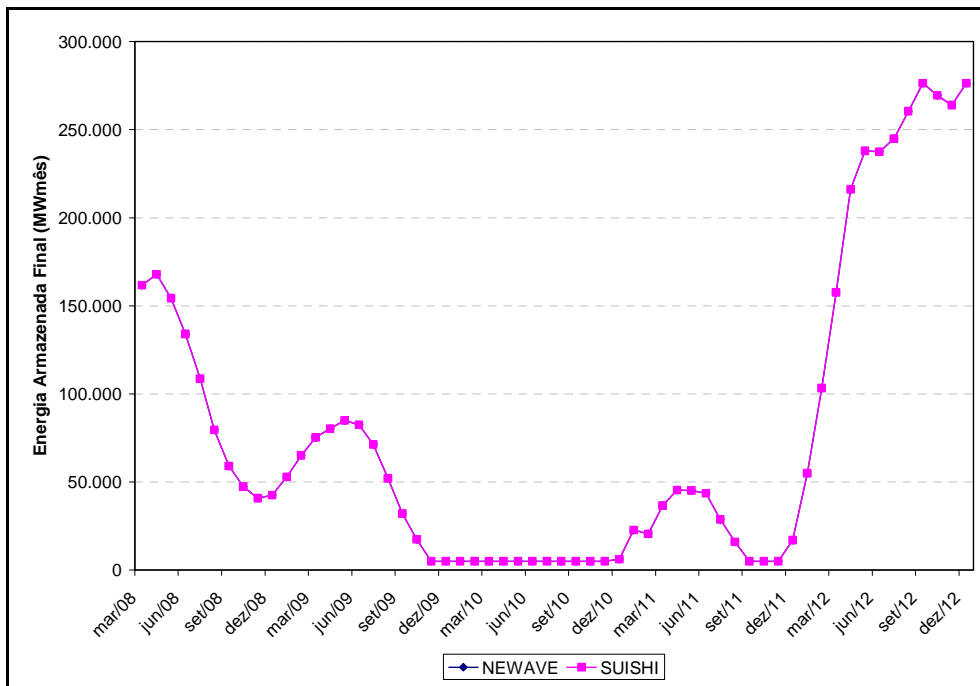


Figura 7.79 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

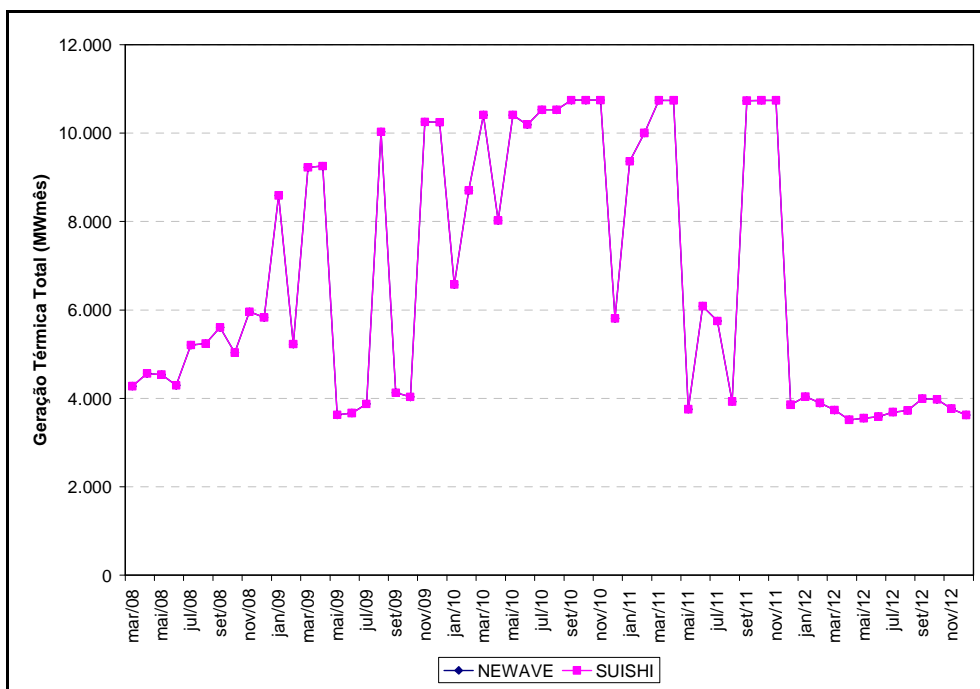


Figura 7.80 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1954

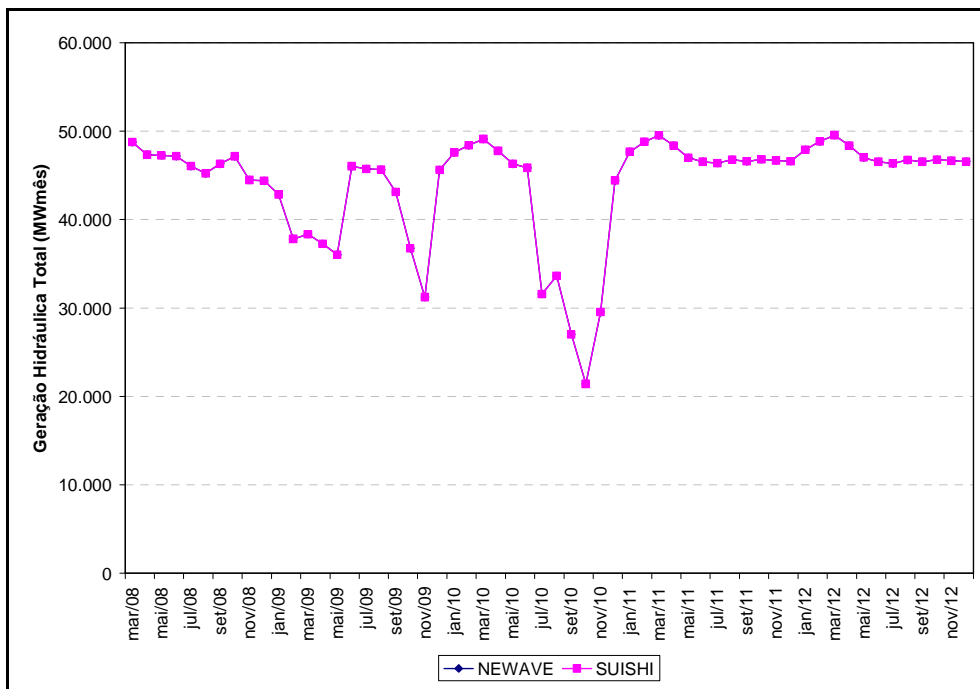


Figura 7.81 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

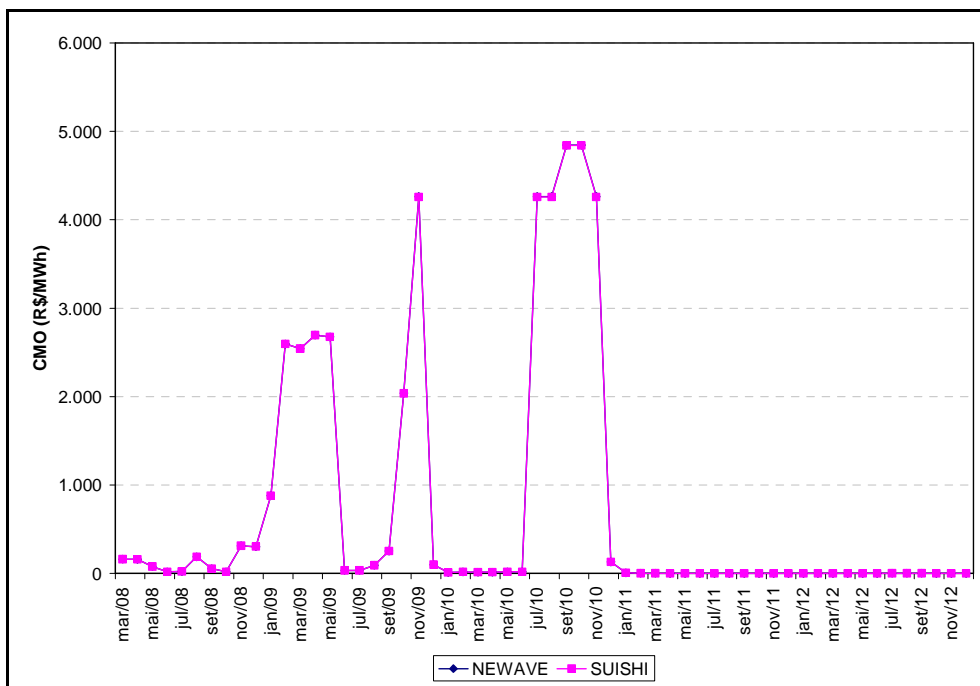


Figura 7.82 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

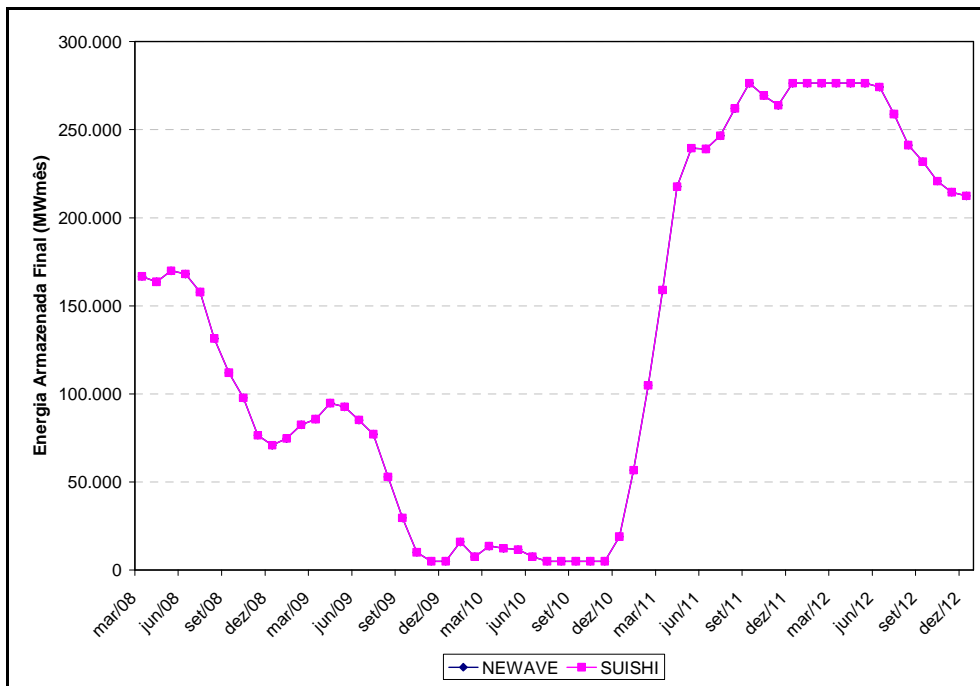


Figura 7.83 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

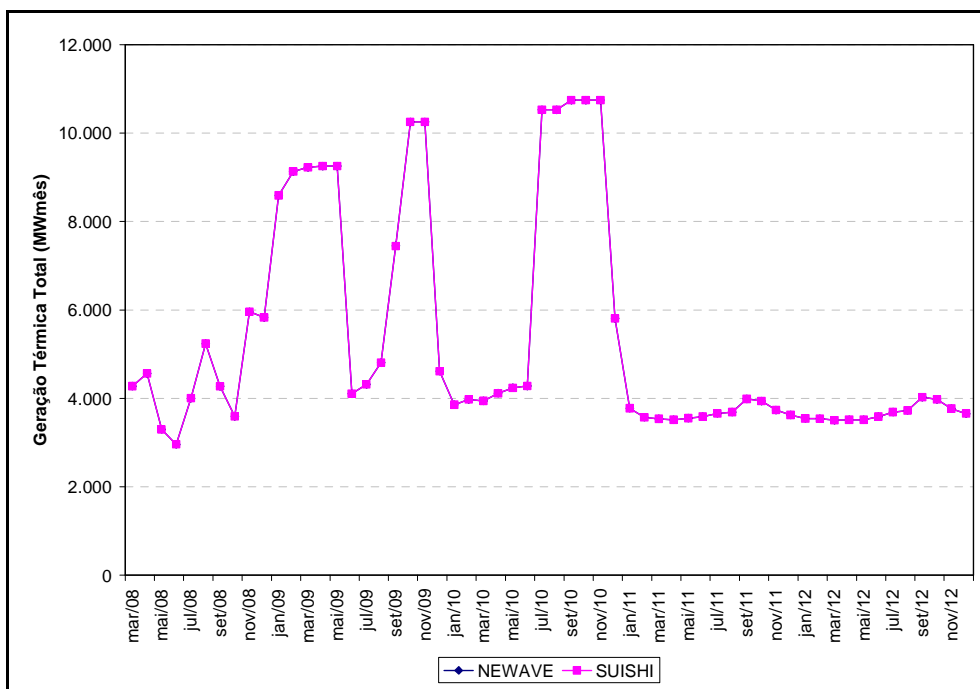


Figura 7.84 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1955

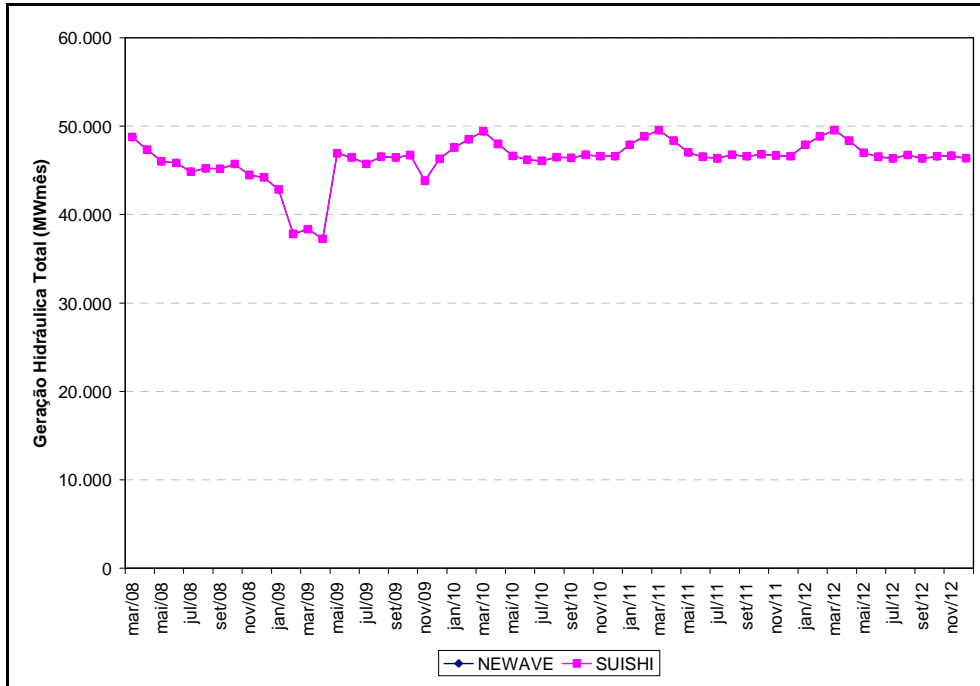


Figura 7.85 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

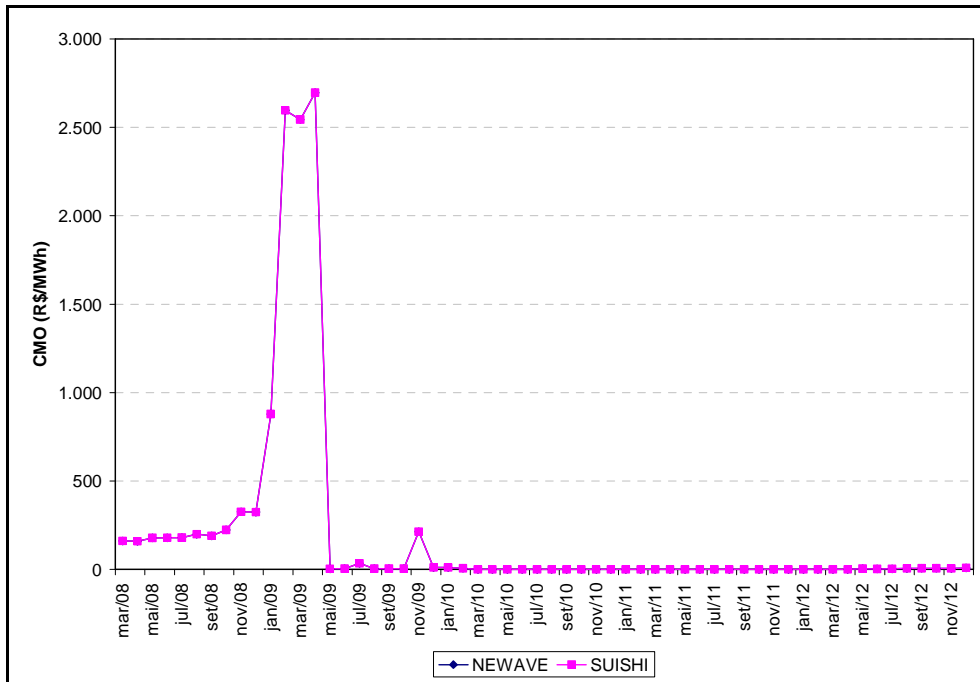


Figura 7.86 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

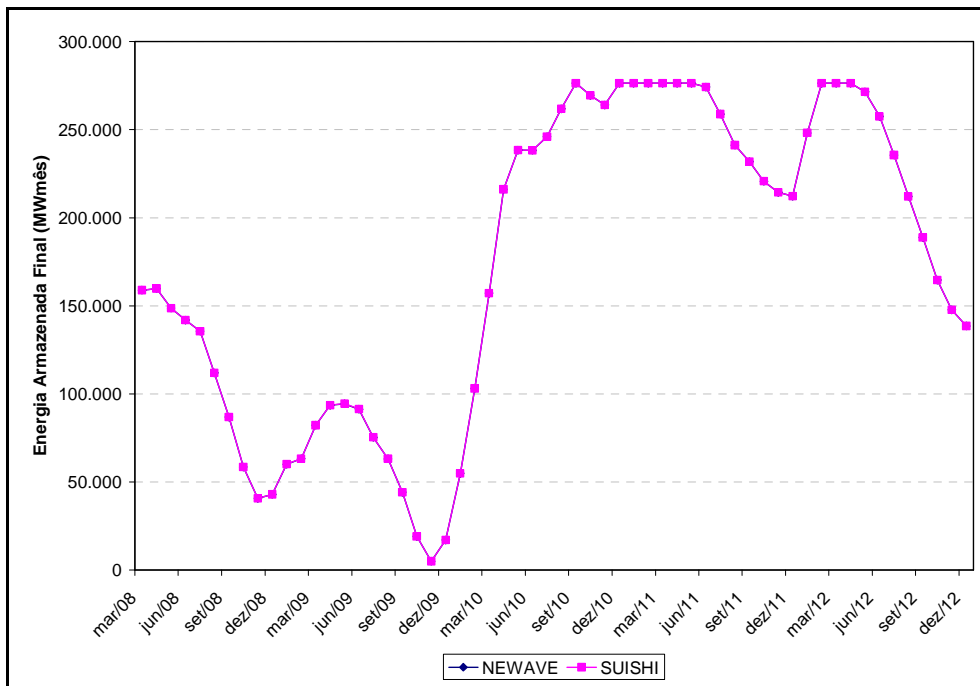


Figura 7.87 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

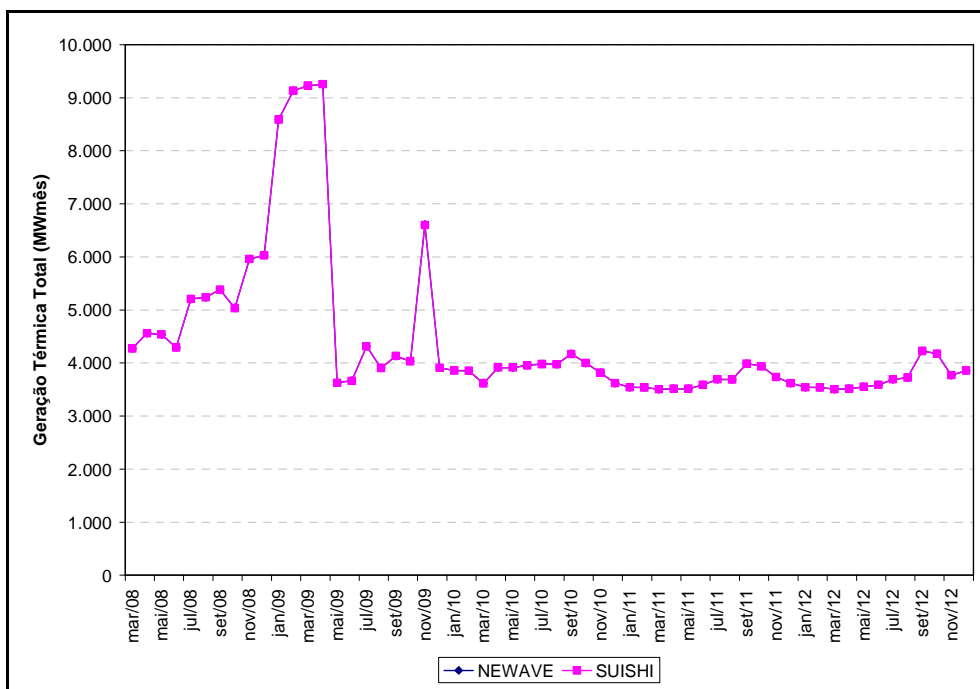


Figura 7.88 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1956

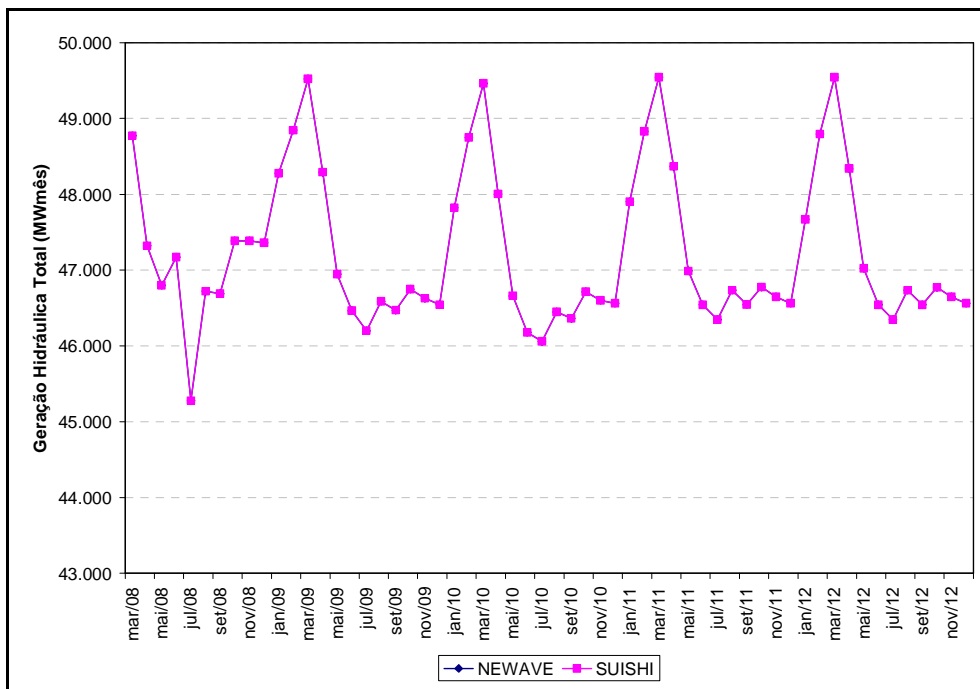


Figura 7.89 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

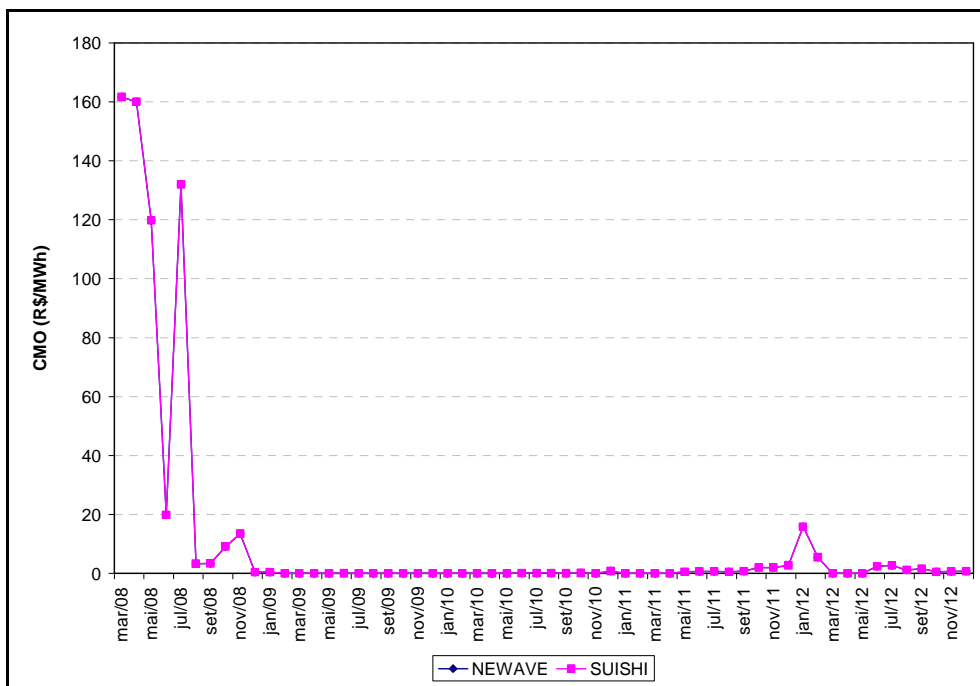


Figura 7.90 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

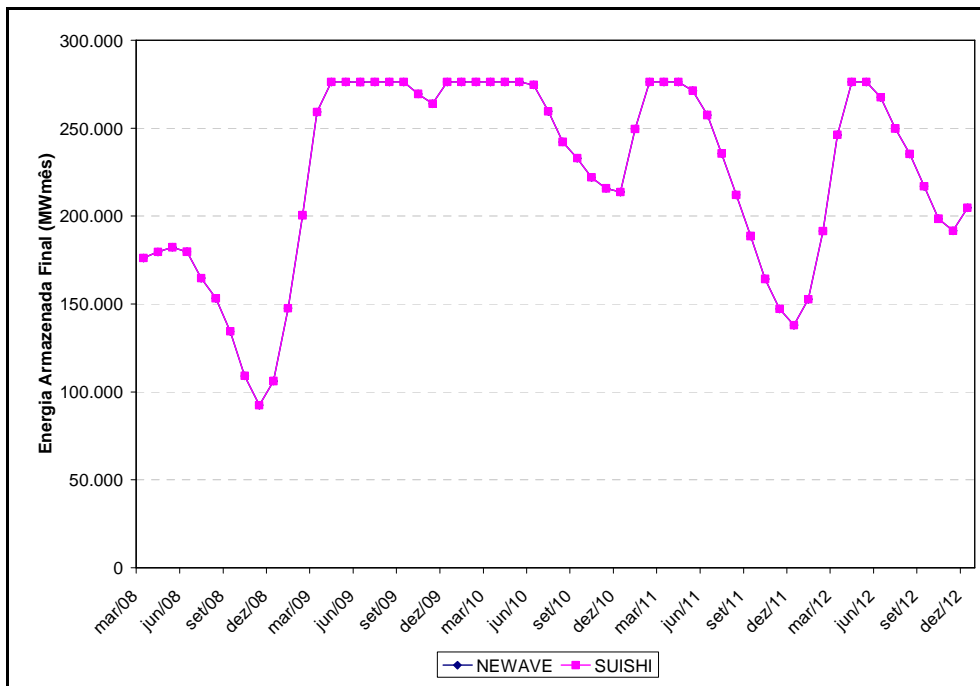


Figura 7.91 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

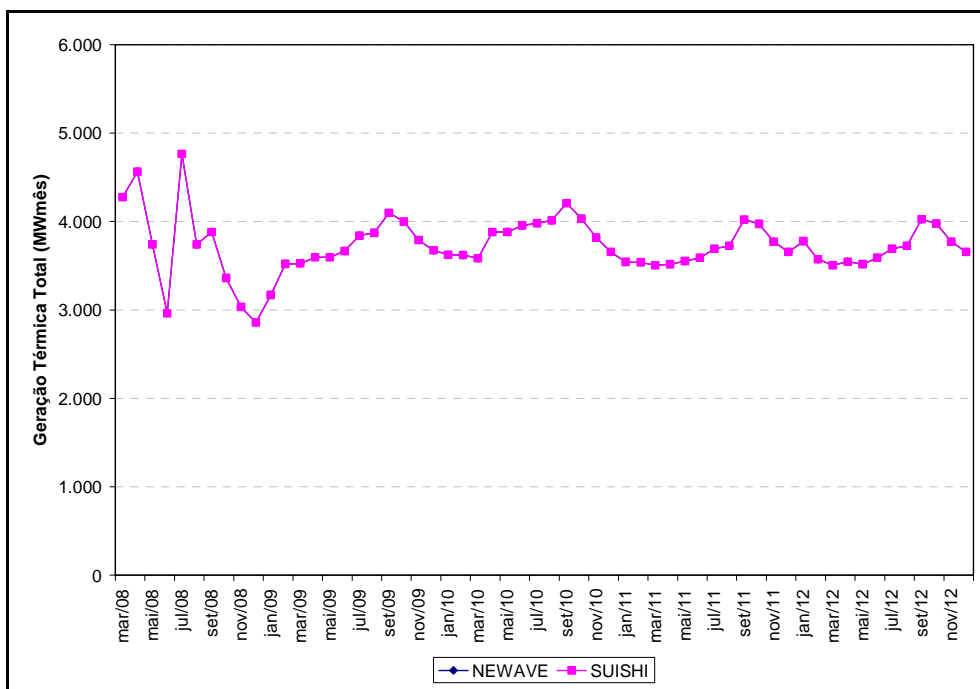


Figura 7.92 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1957

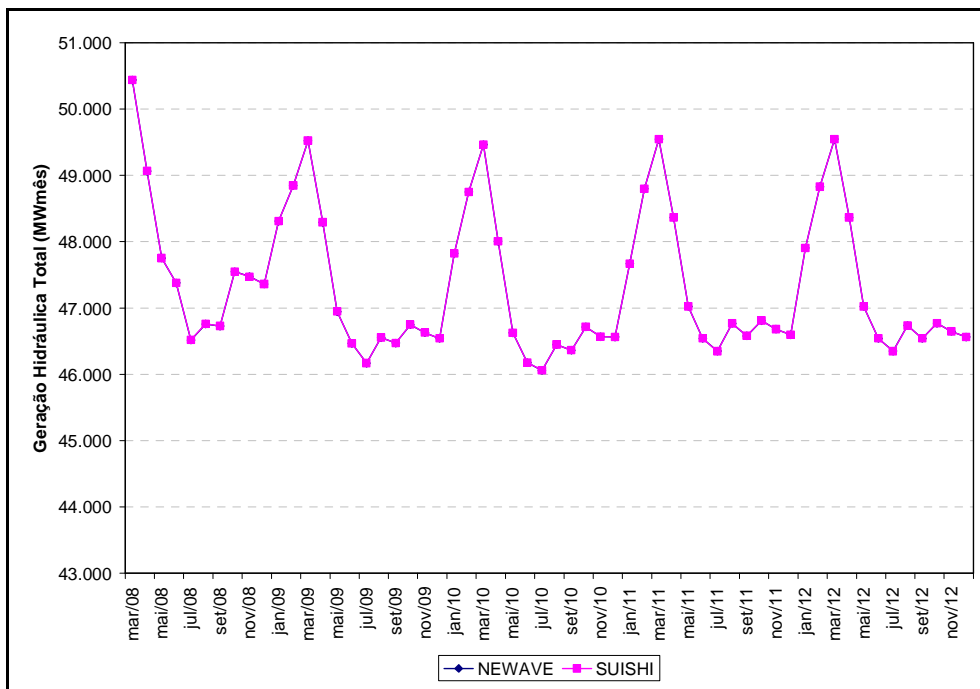


Figura 7.93 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

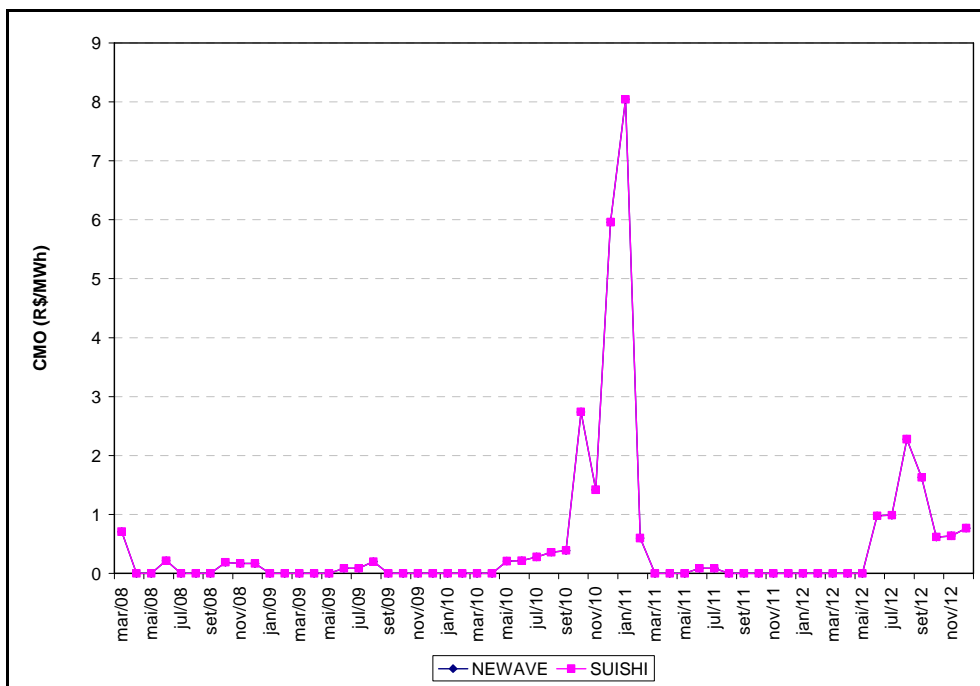


Figura 7.94 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

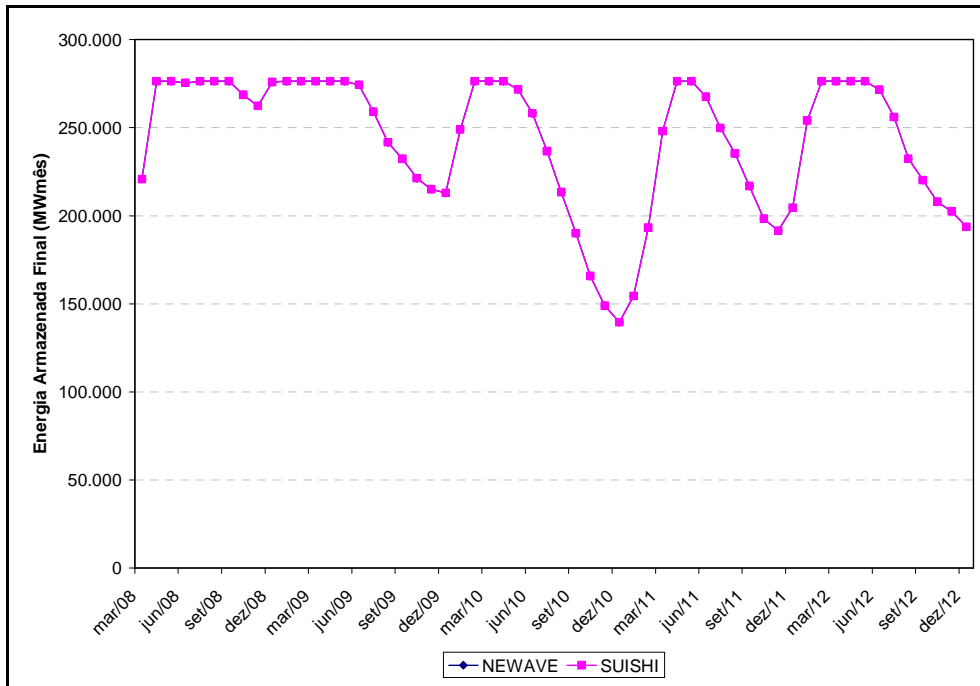


Figura 7.95 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

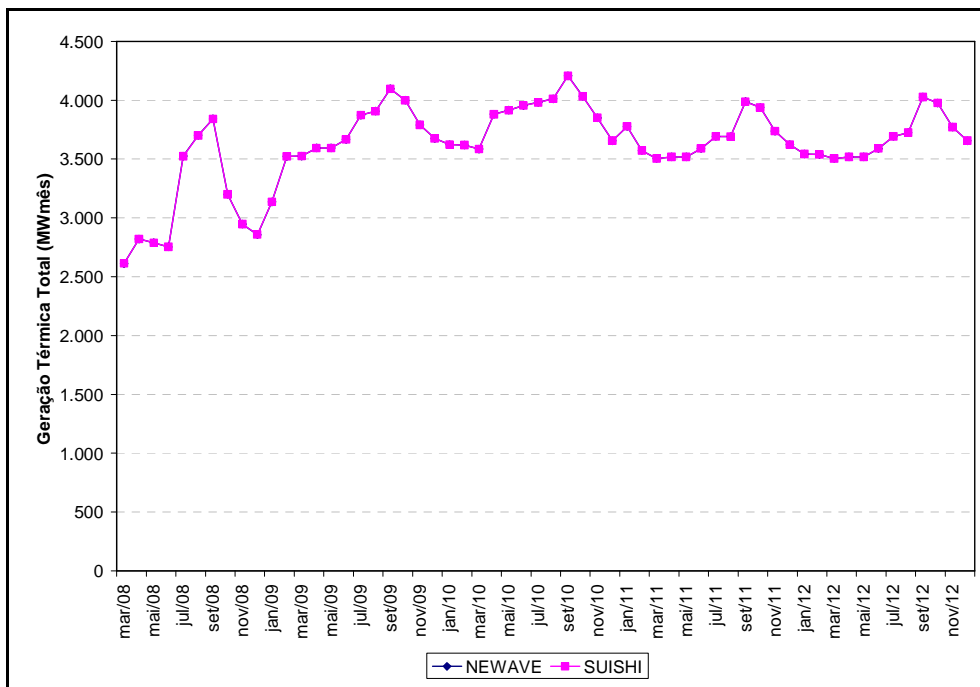


Figura 7.96 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1958

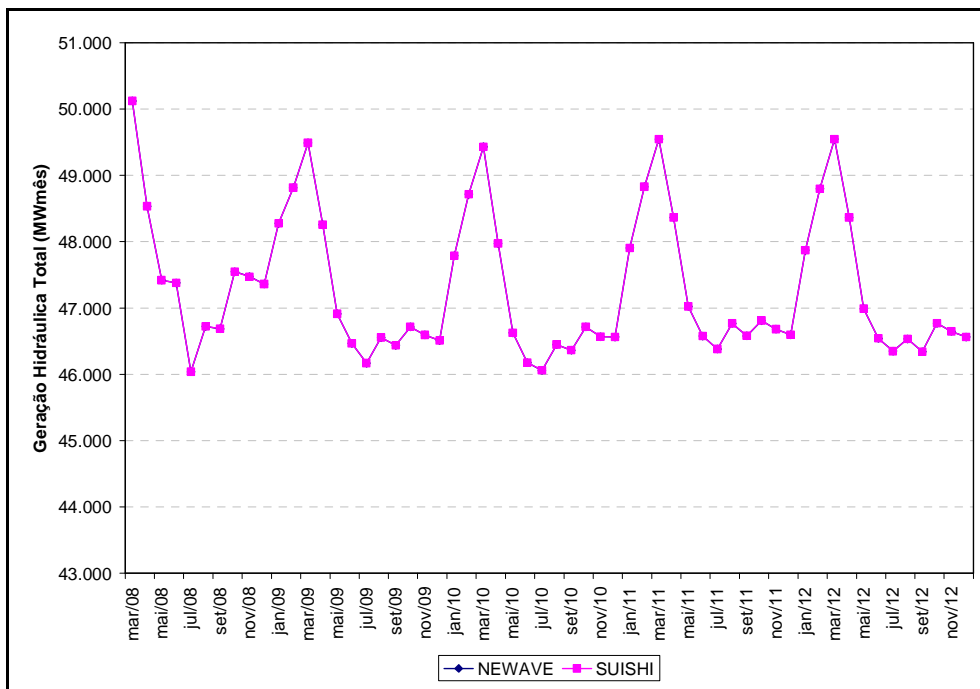


Figura 7.97 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

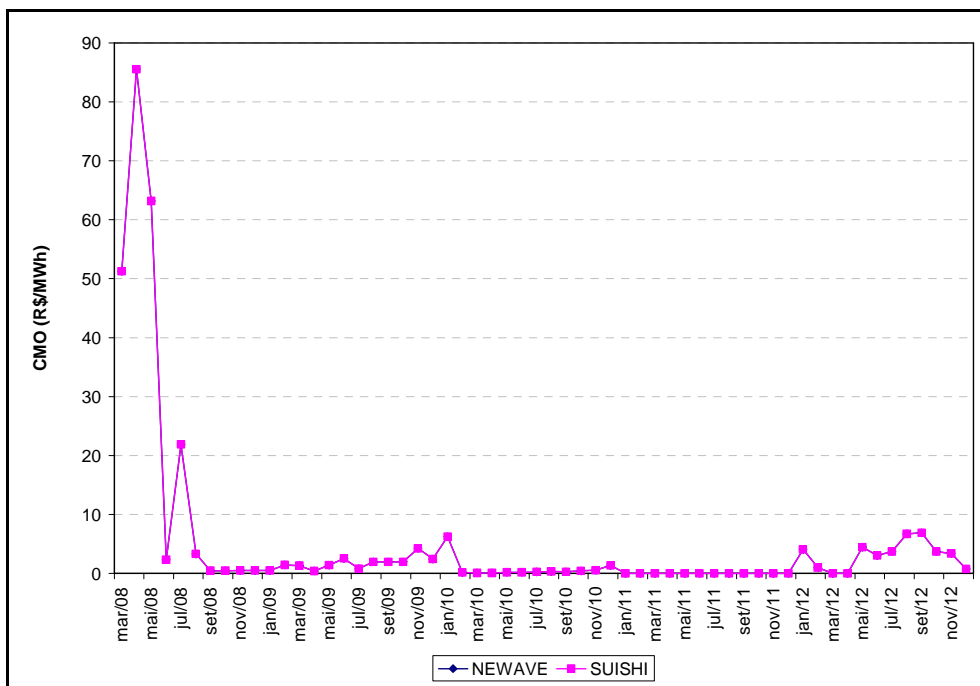


Figura 7.98 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

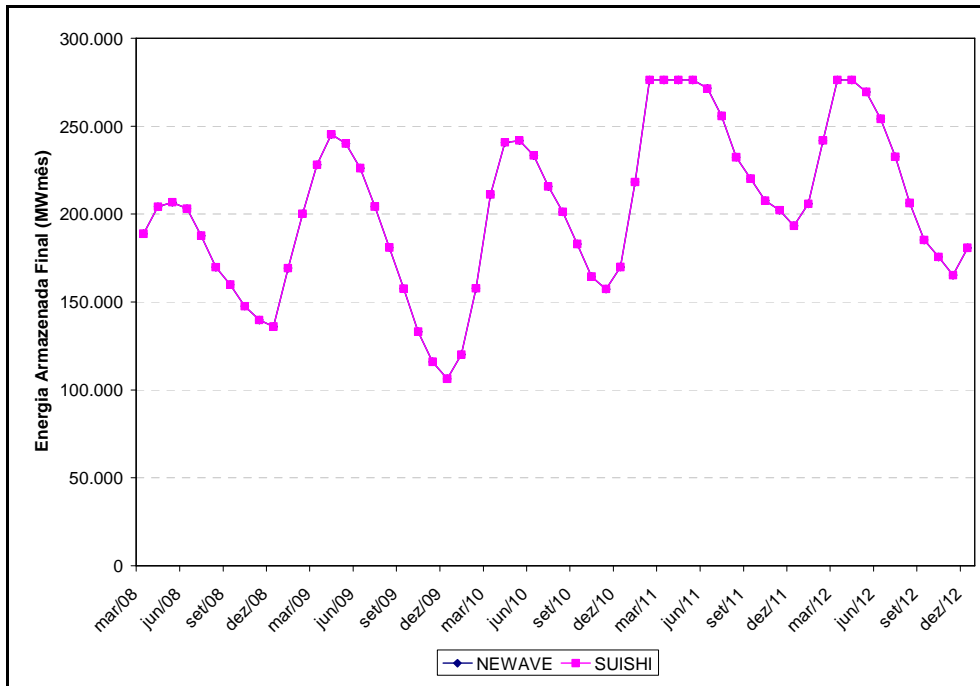


Figura 7.99 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

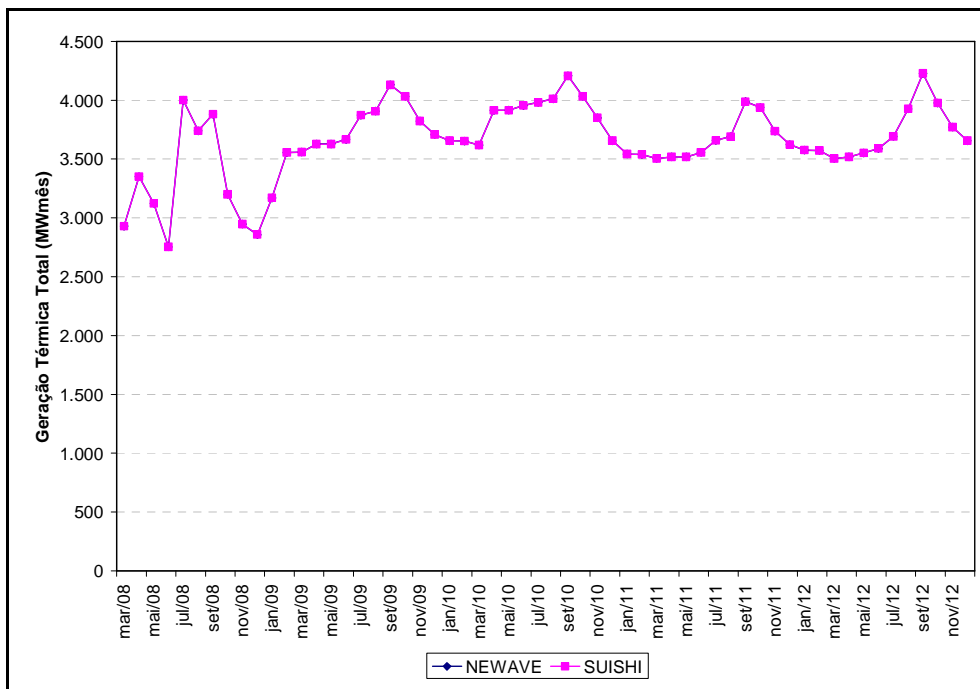


Figura 7.100 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1959

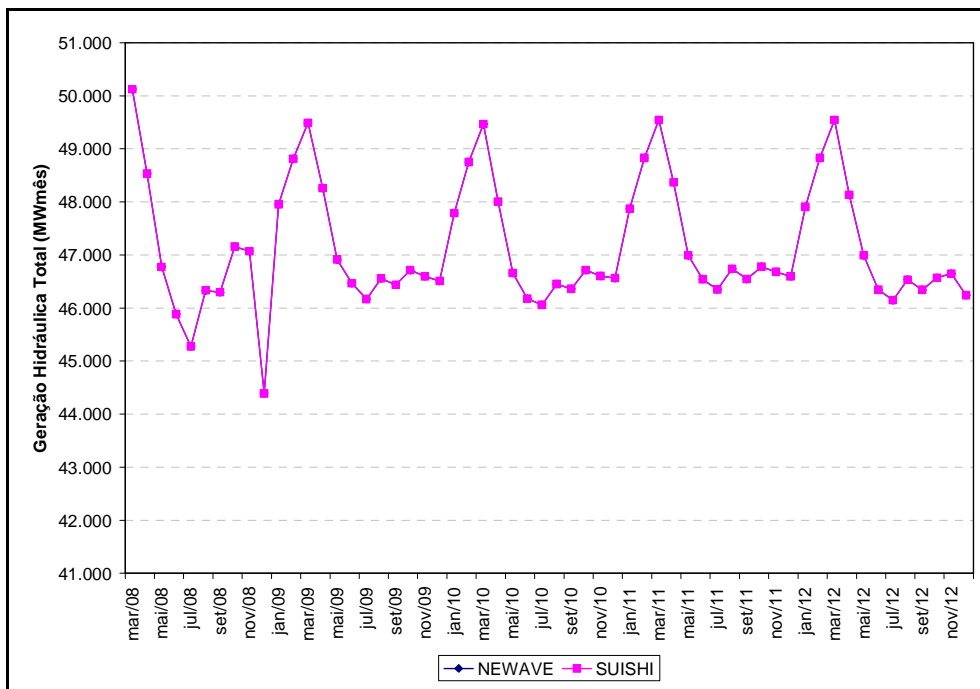


Figura 7.101 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

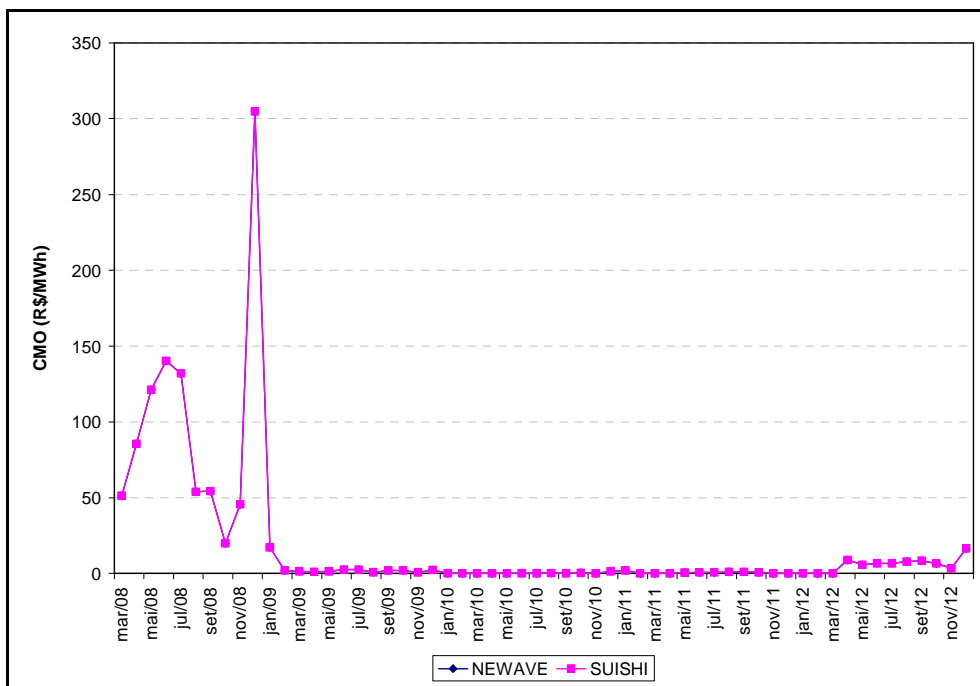


Figura 7.102 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

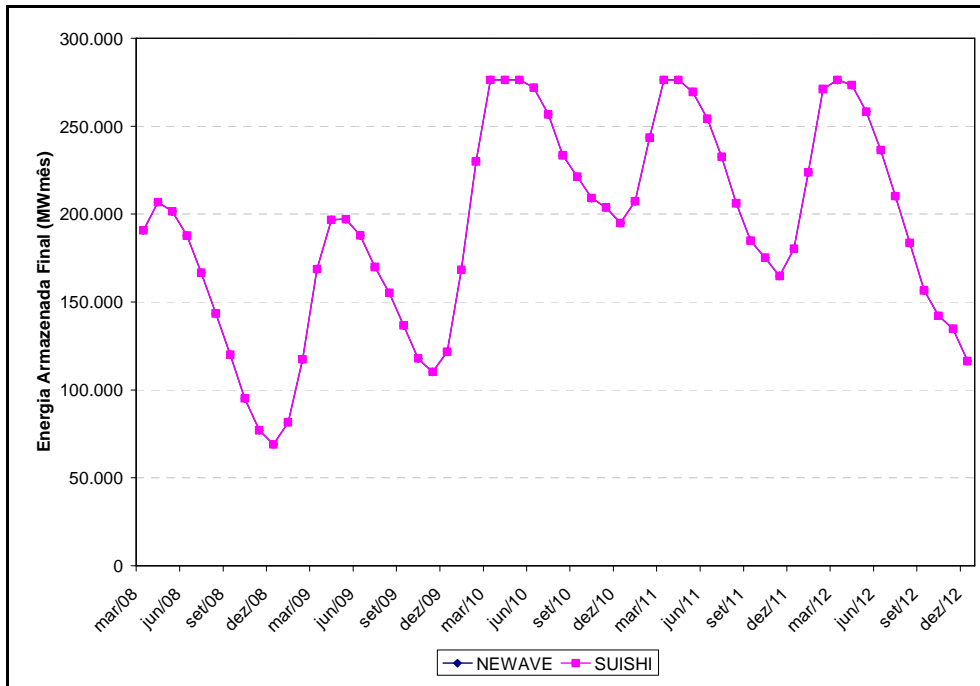


Figura 7.103 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

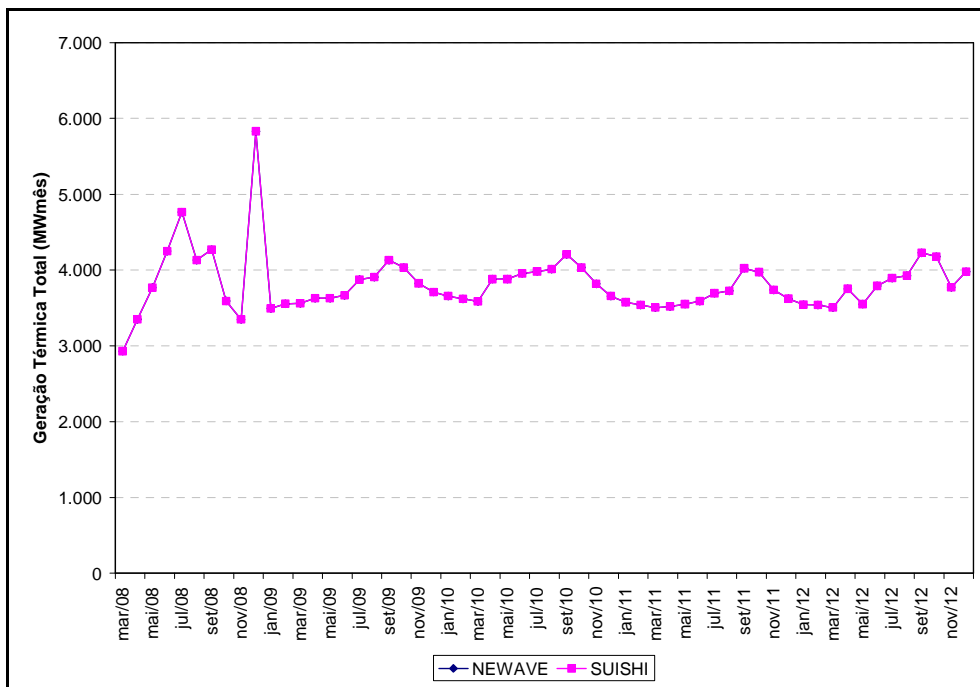


Figura 7.104 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1960

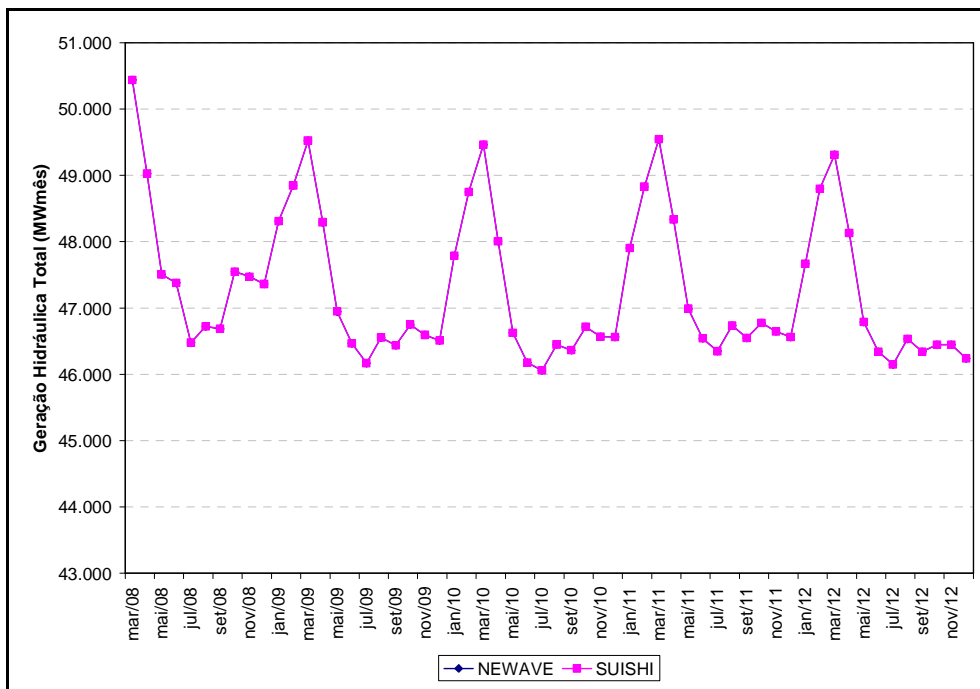


Figura 7.105 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

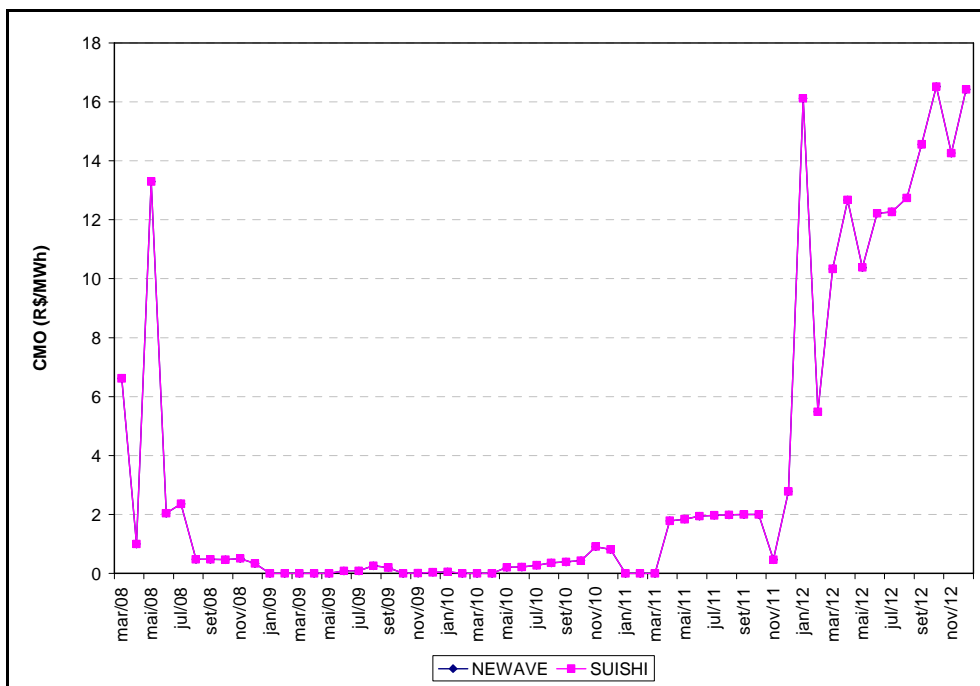


Figura 7.106 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

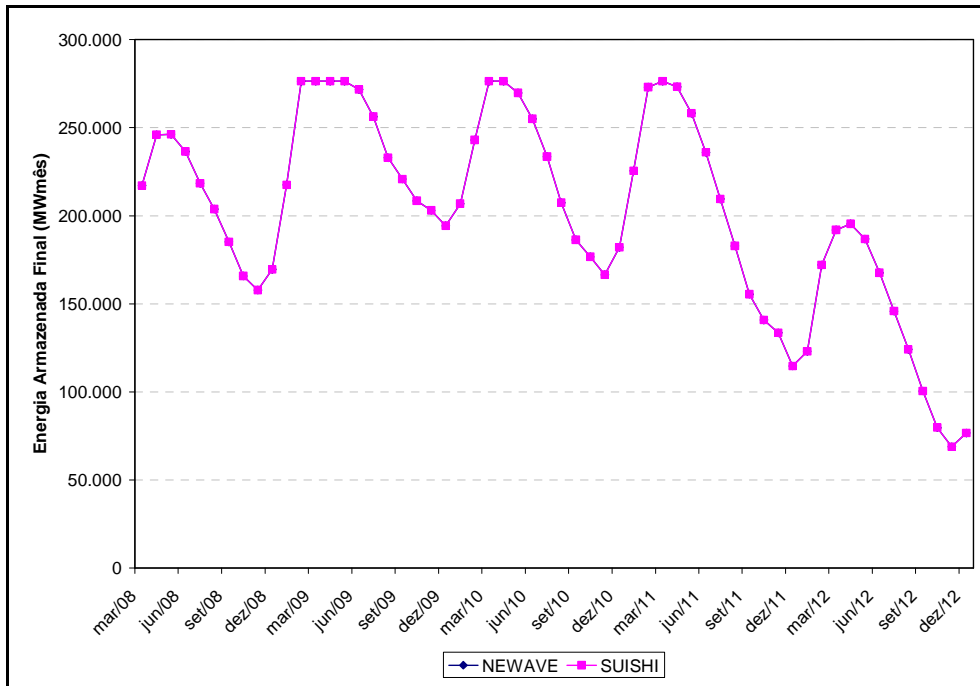


Figura 7.107 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

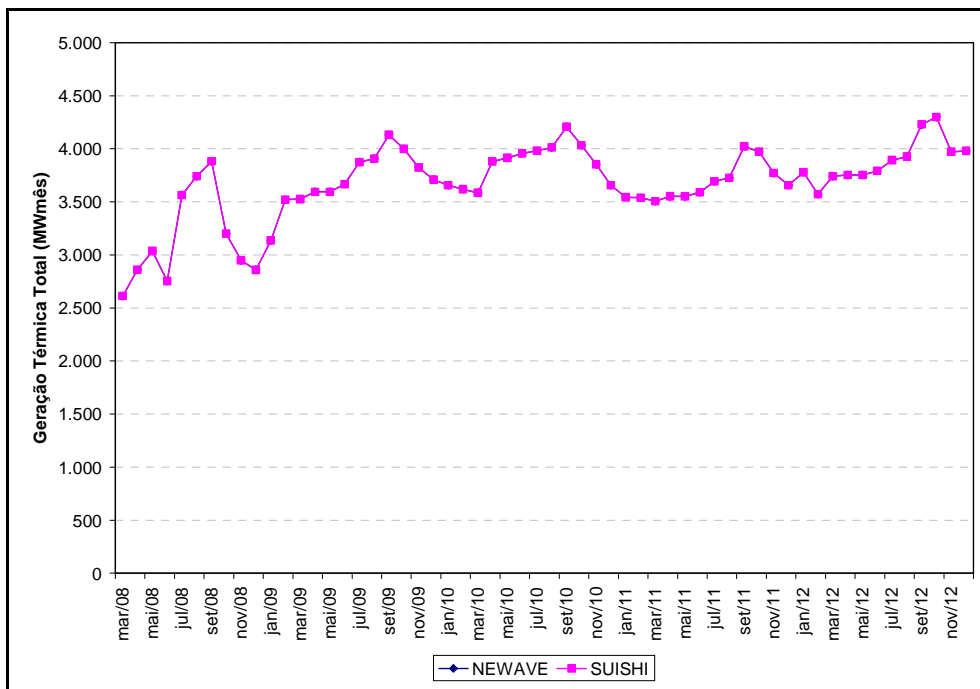


Figura 7.108 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1961

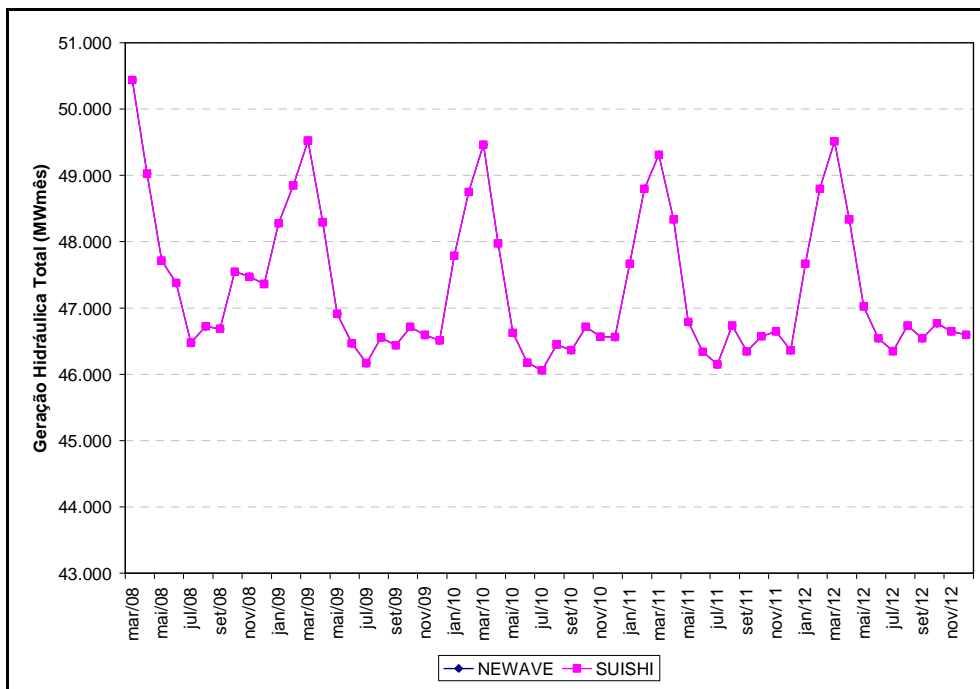


Figura 7.109 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

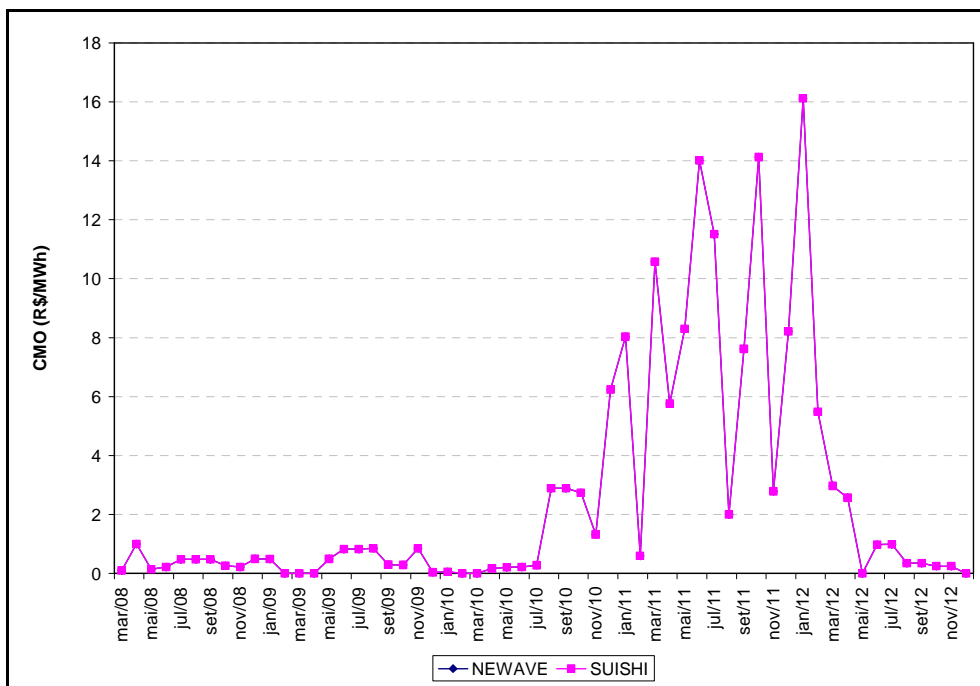


Figura 7.110 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

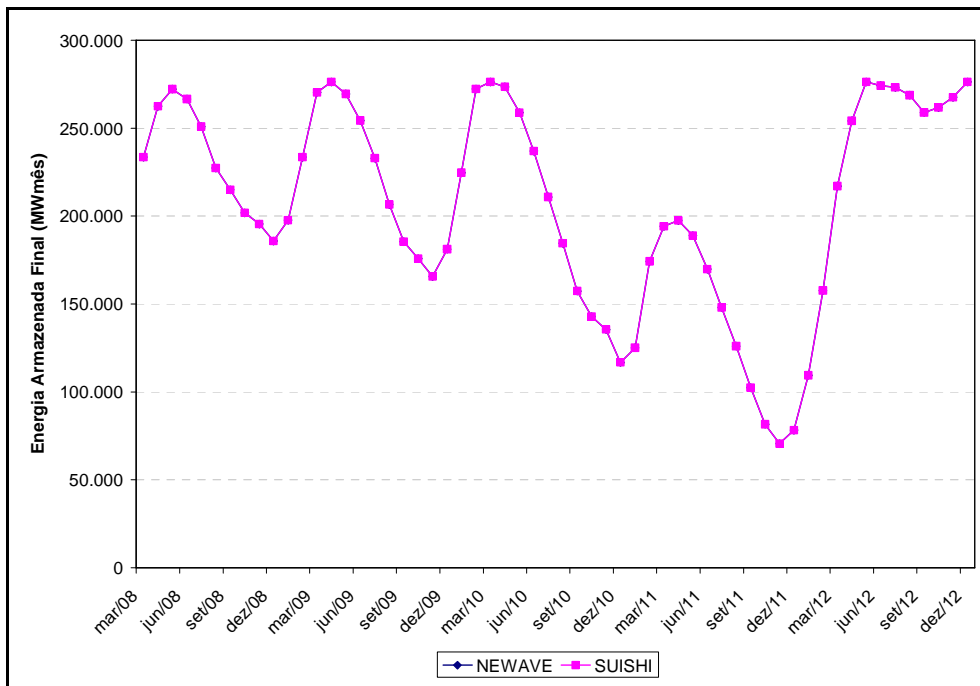


Figura 7.111 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

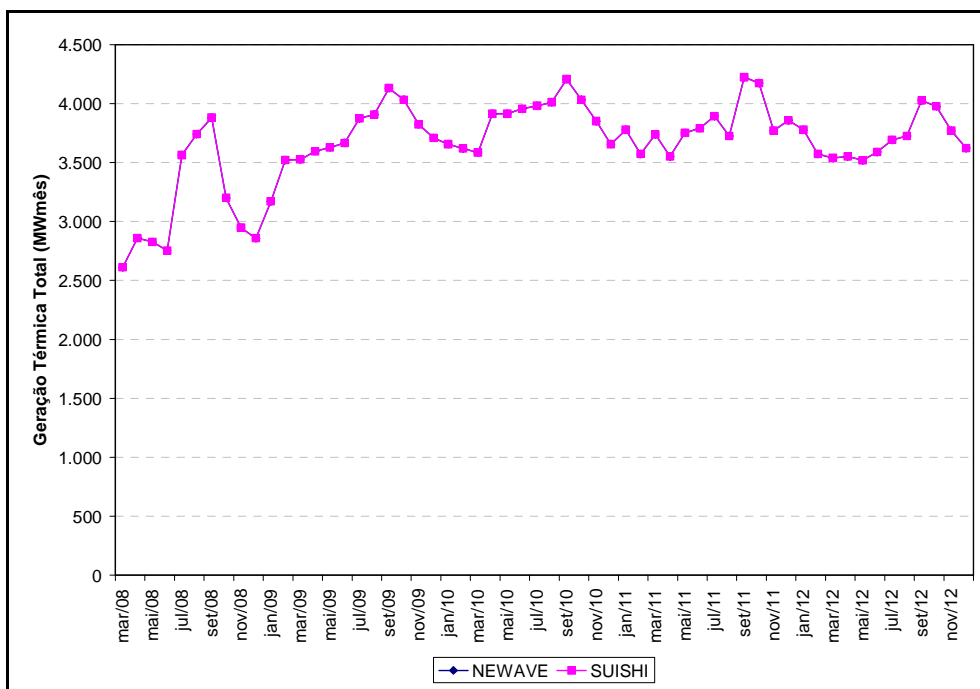


Figura 7.112 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1962

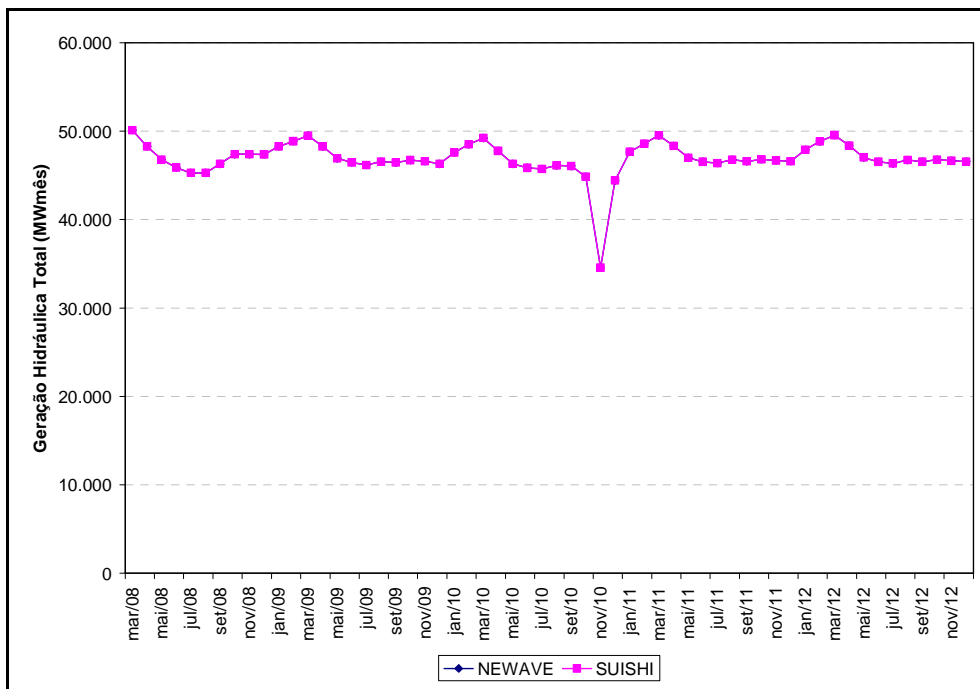


Figura 7.113 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

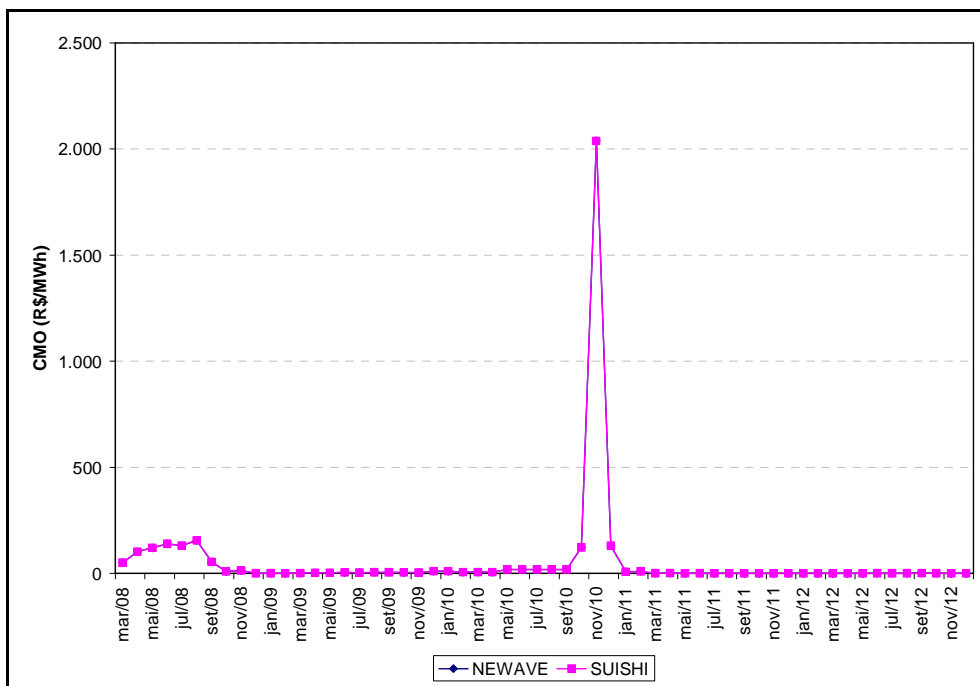


Figura 7.114 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

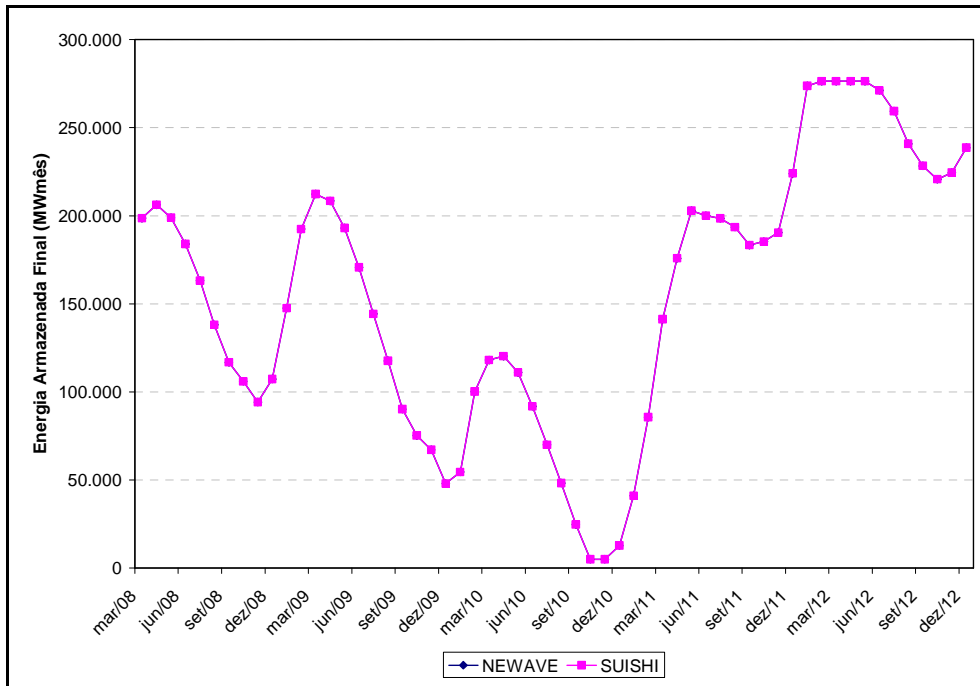


Figura 7.115 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

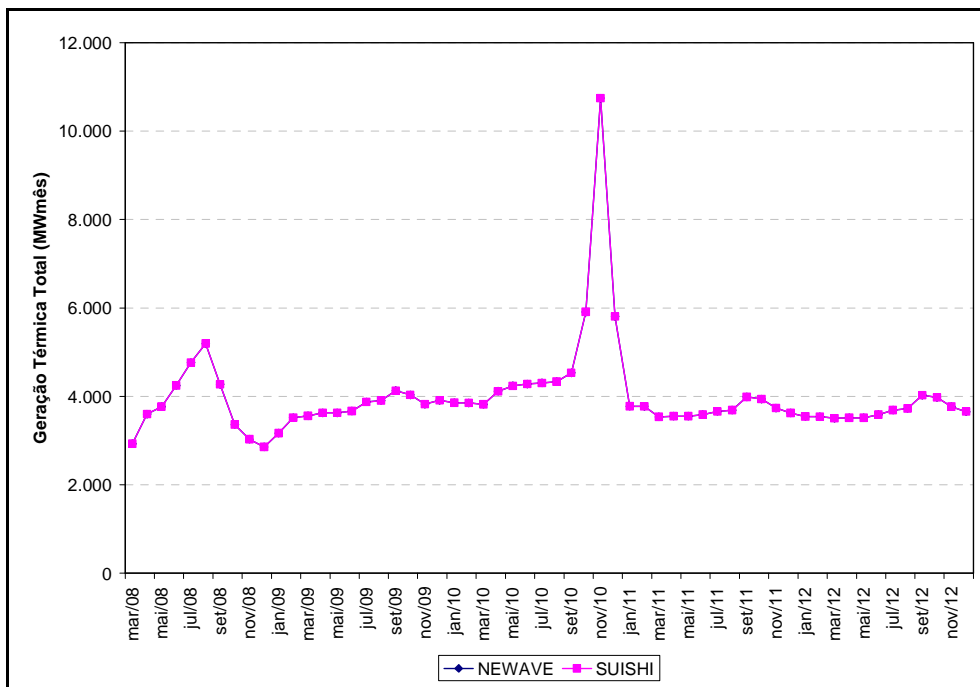


Figura 7.116 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1963

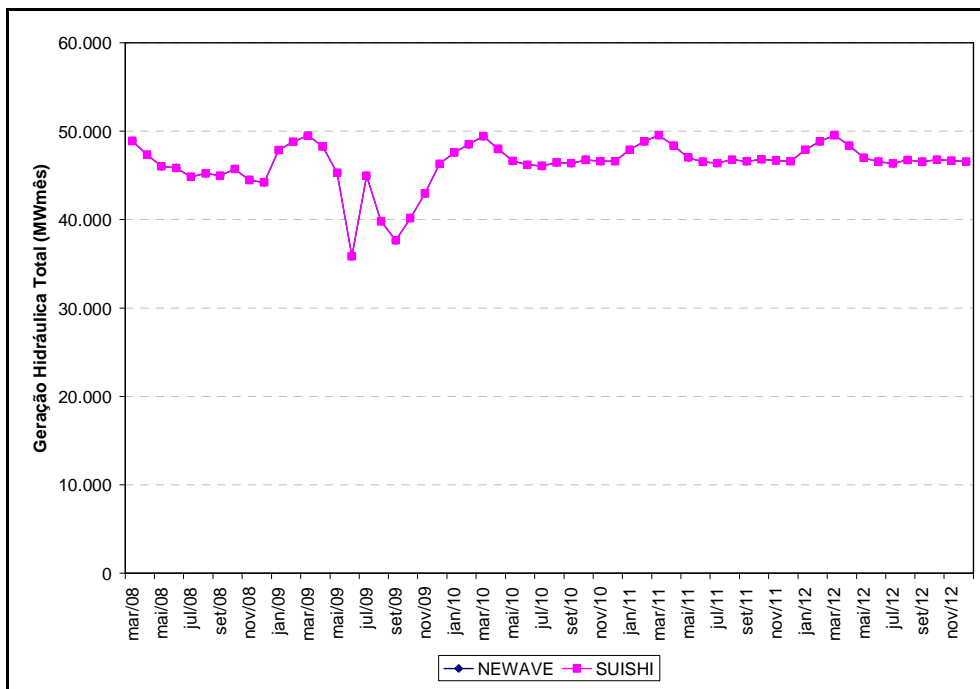


Figura 7.117 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

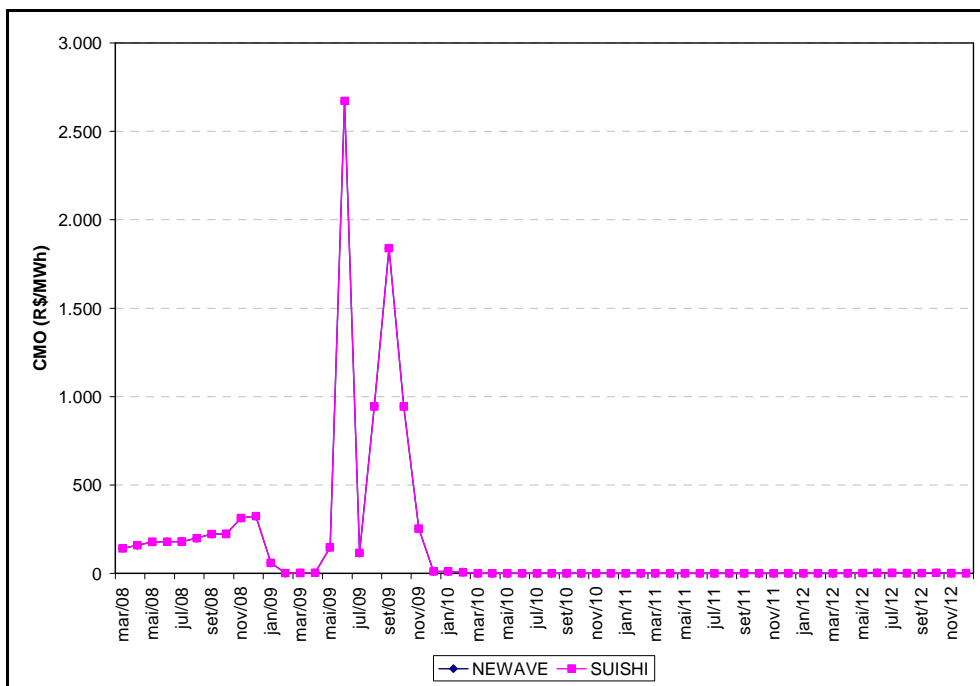


Figura 7.118 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

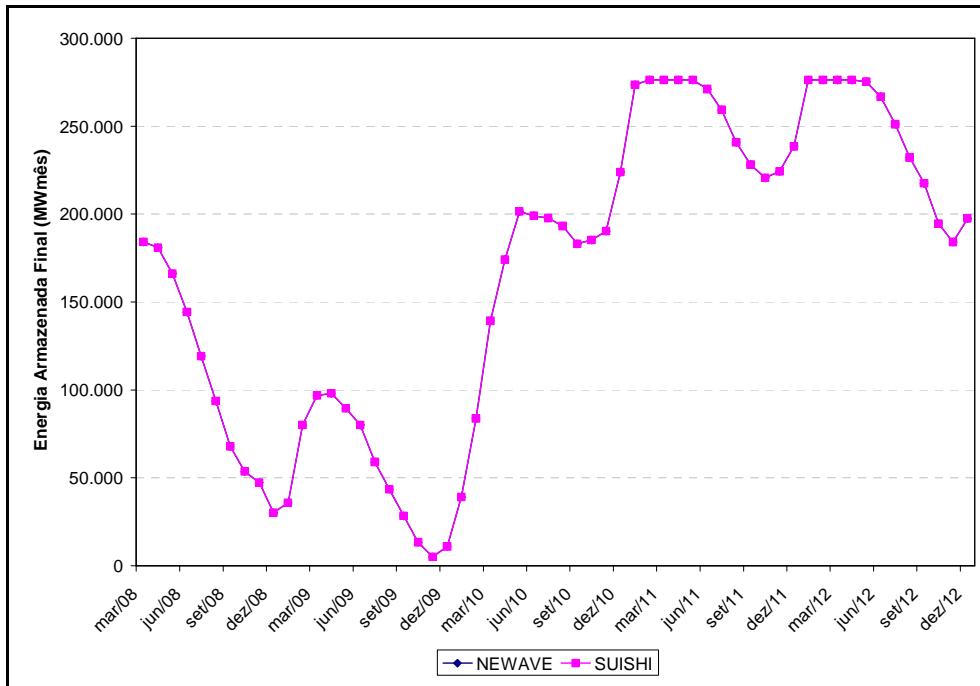


Figura 7.119 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

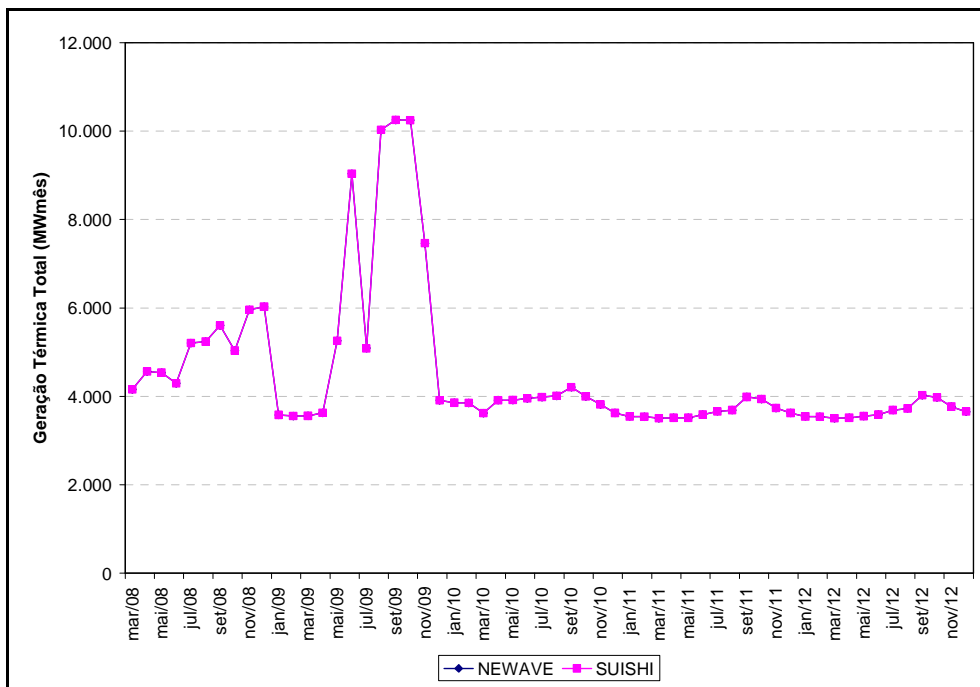


Figura 7.120 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1964

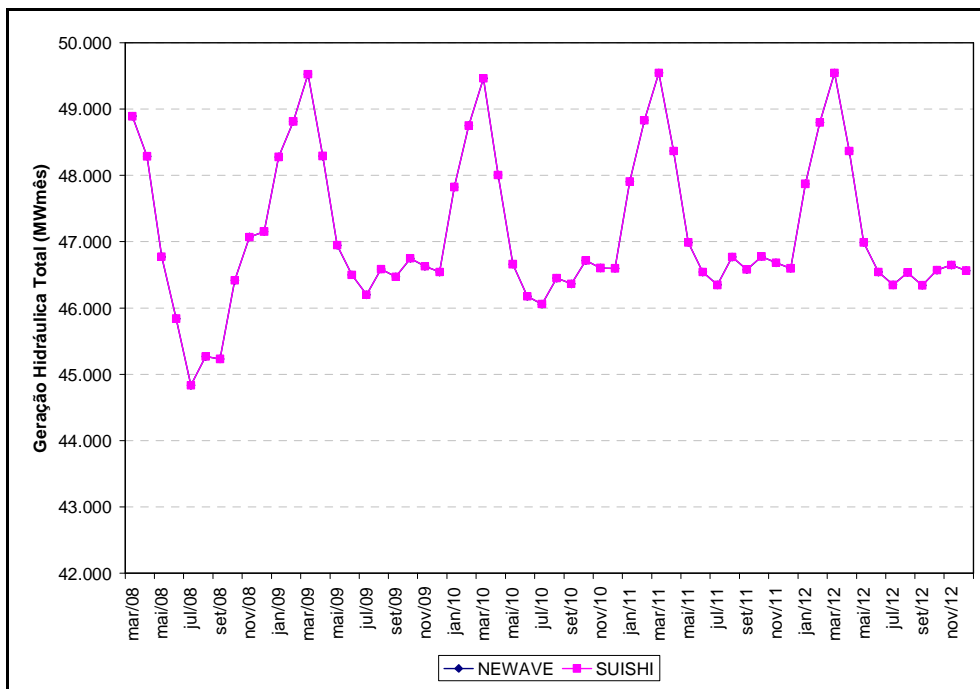


Figura 7.121 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

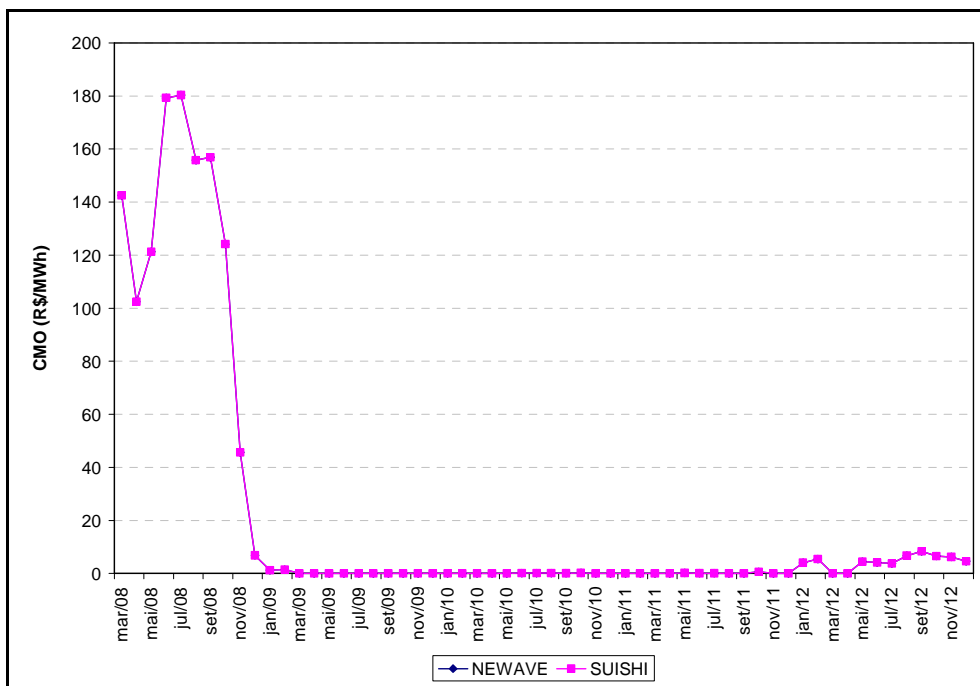


Figura 7.122 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

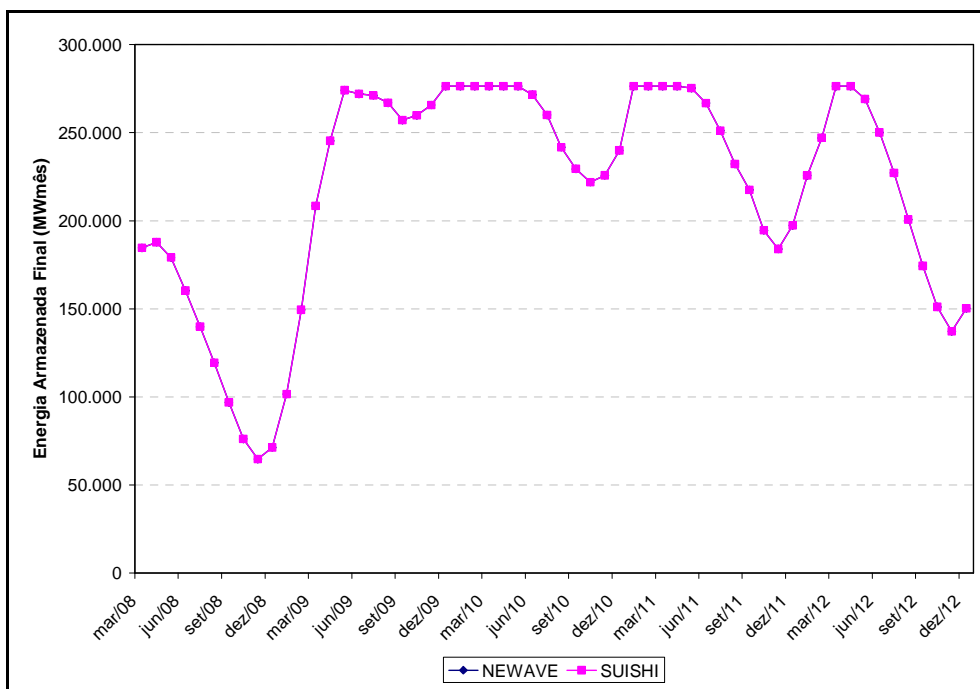


Figura 7.123 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

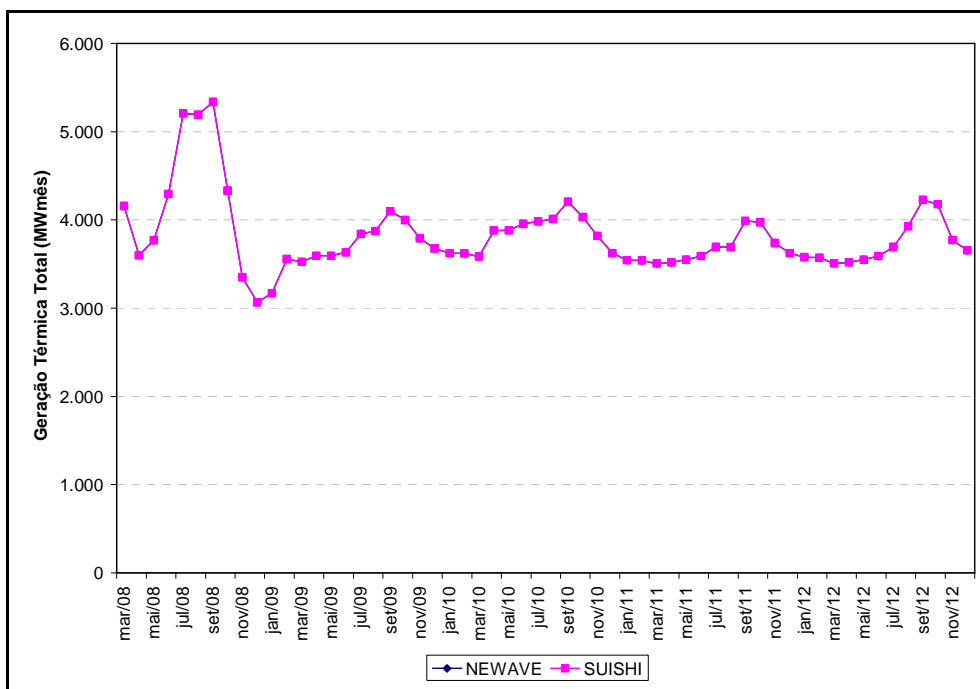


Figura 7.124 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1965

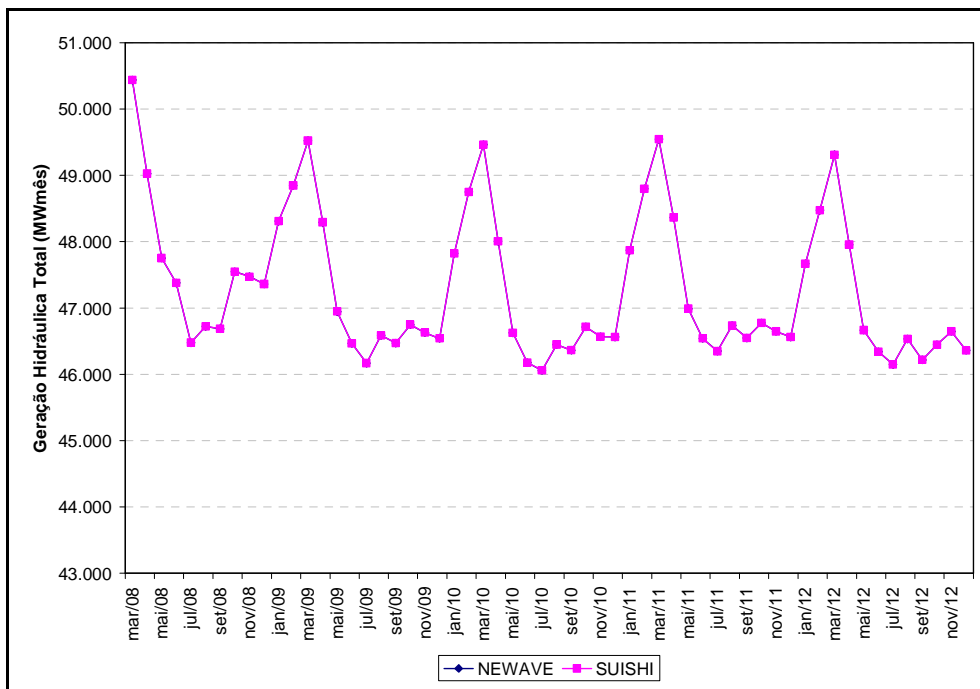


Figura 7.125 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

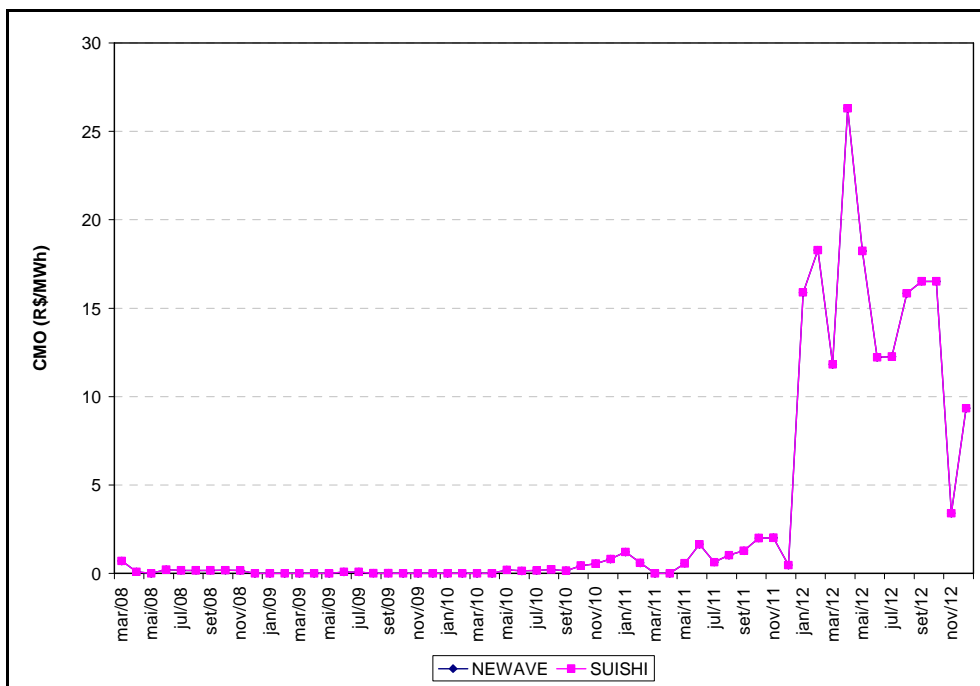


Figura 7.126 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

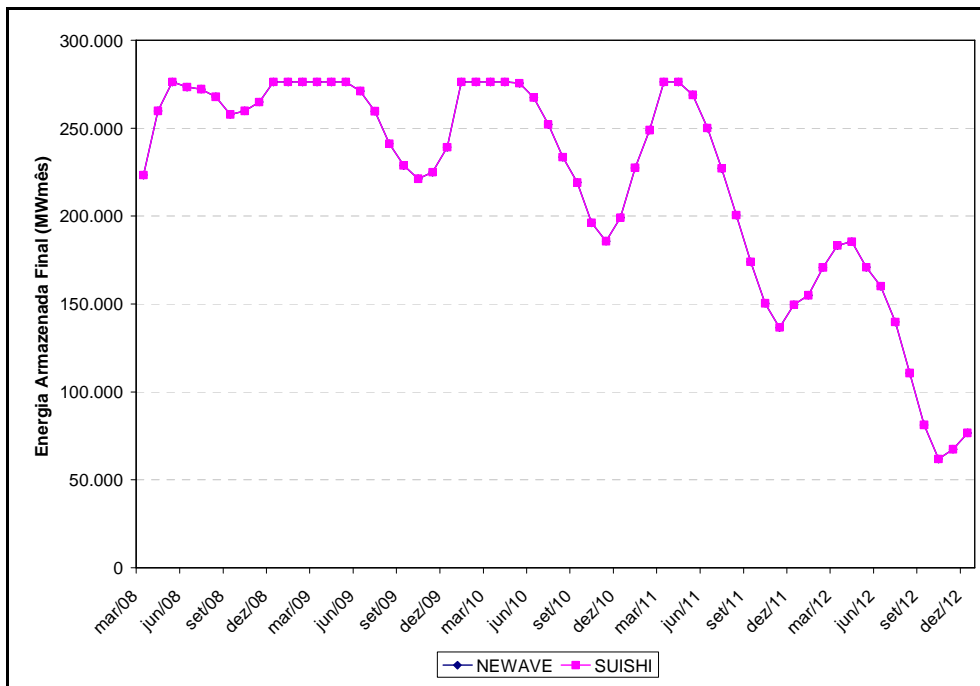


Figura 7.127 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

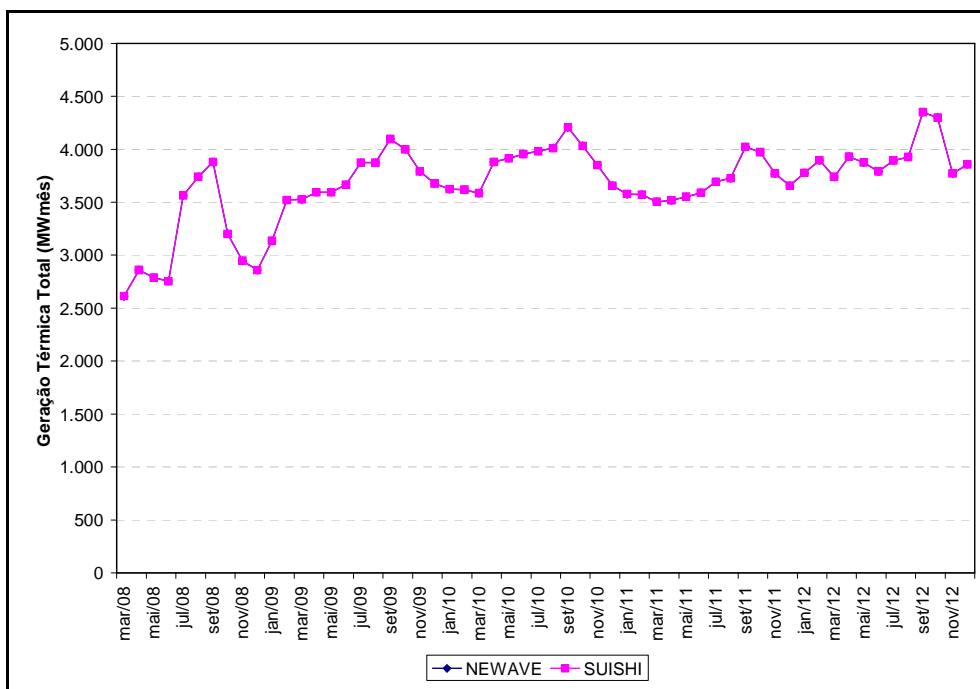


Figura 7.128 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1966

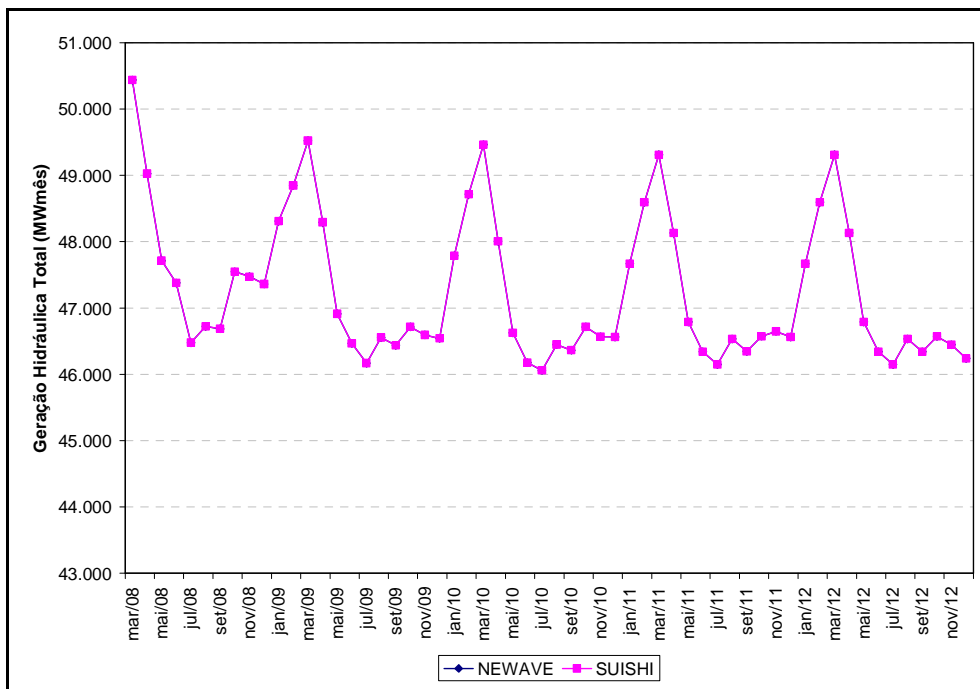


Figura 7.129 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

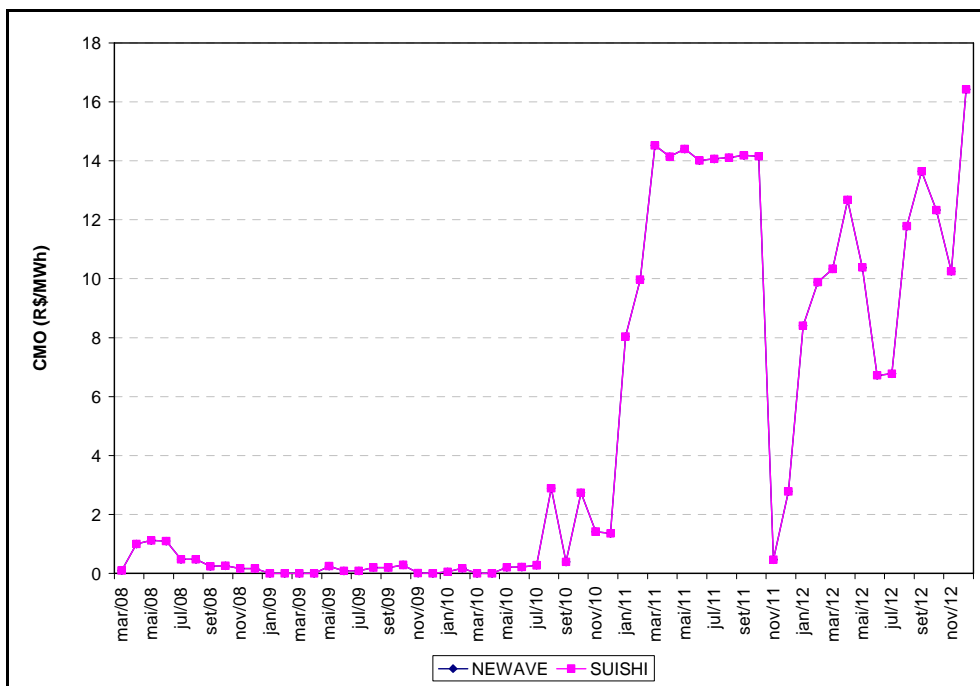


Figura 7.130 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

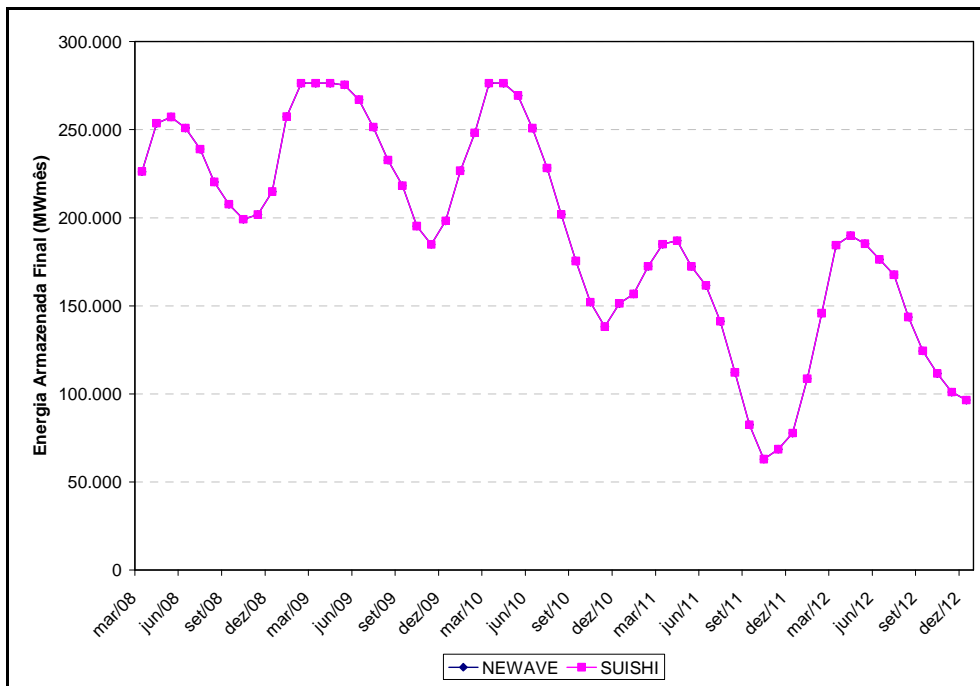


Figura 7.131 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

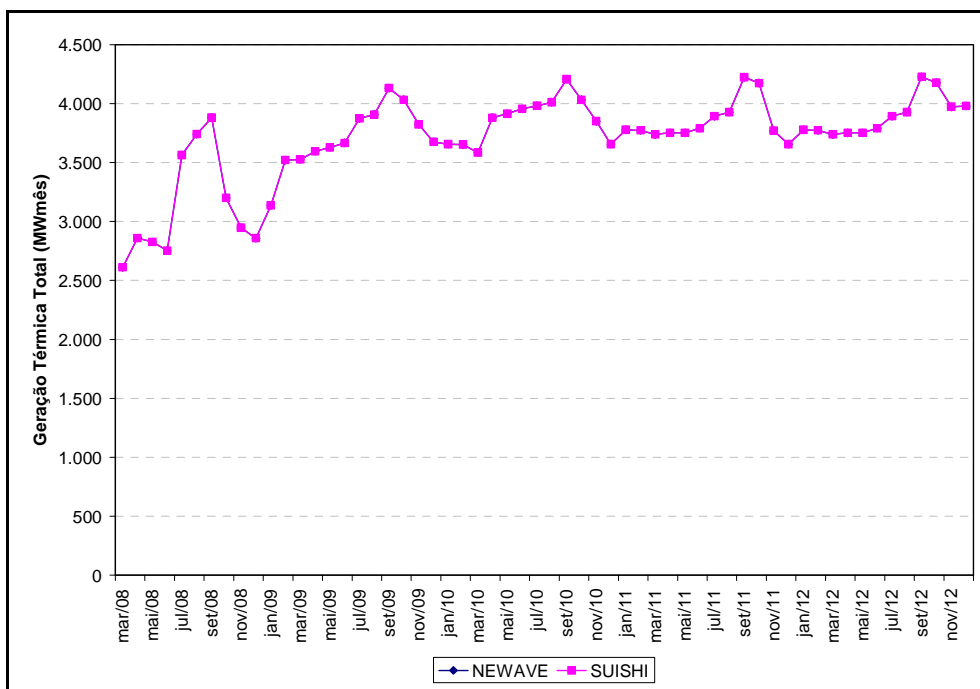


Figura 7.132 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1967

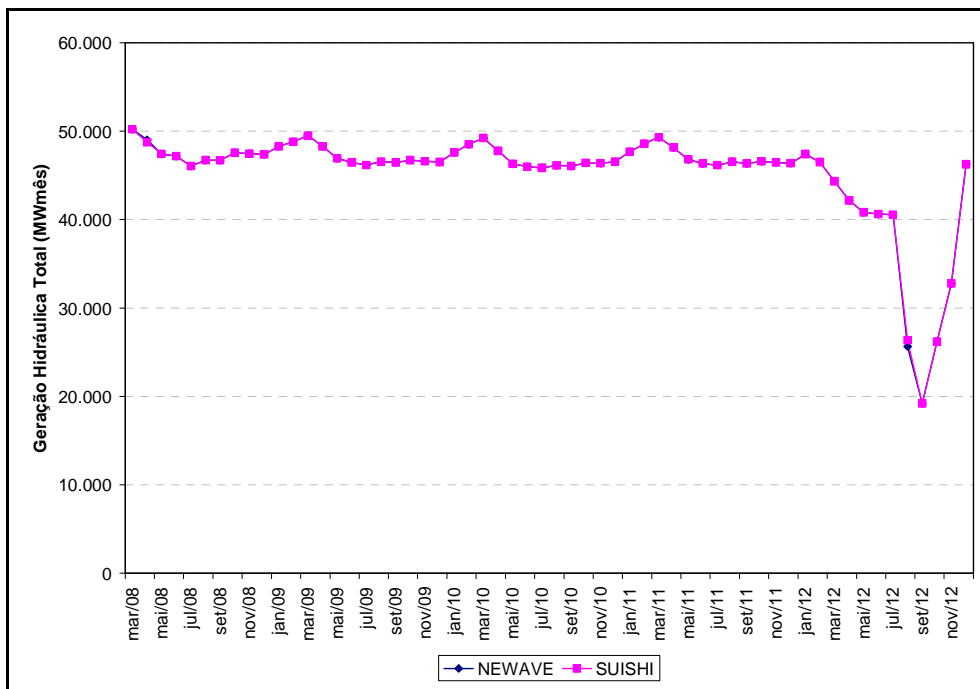


Figura 7.133 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

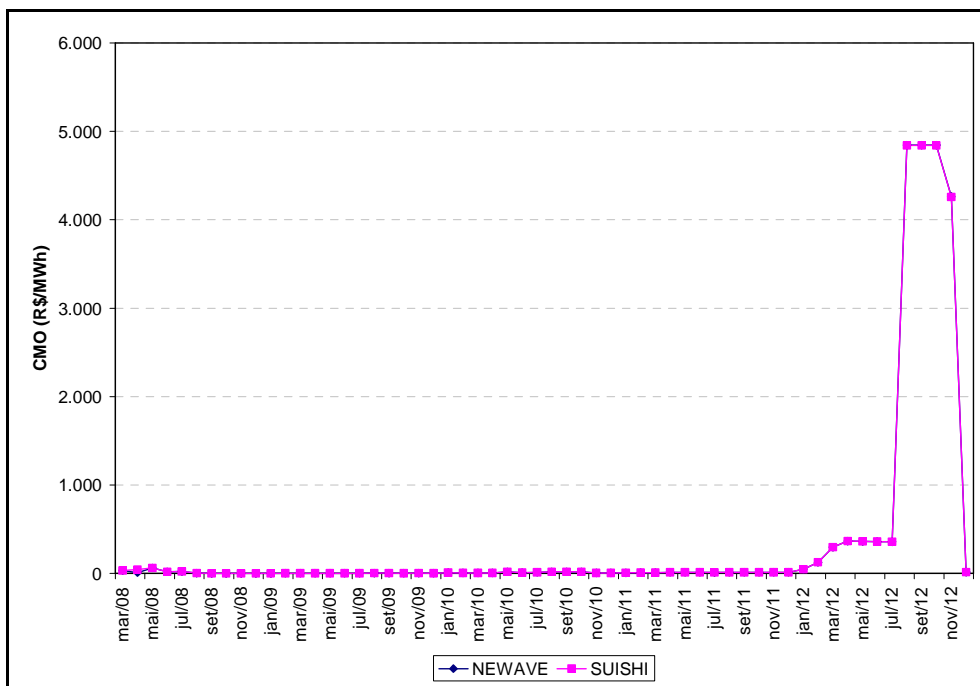


Figura 7.134 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

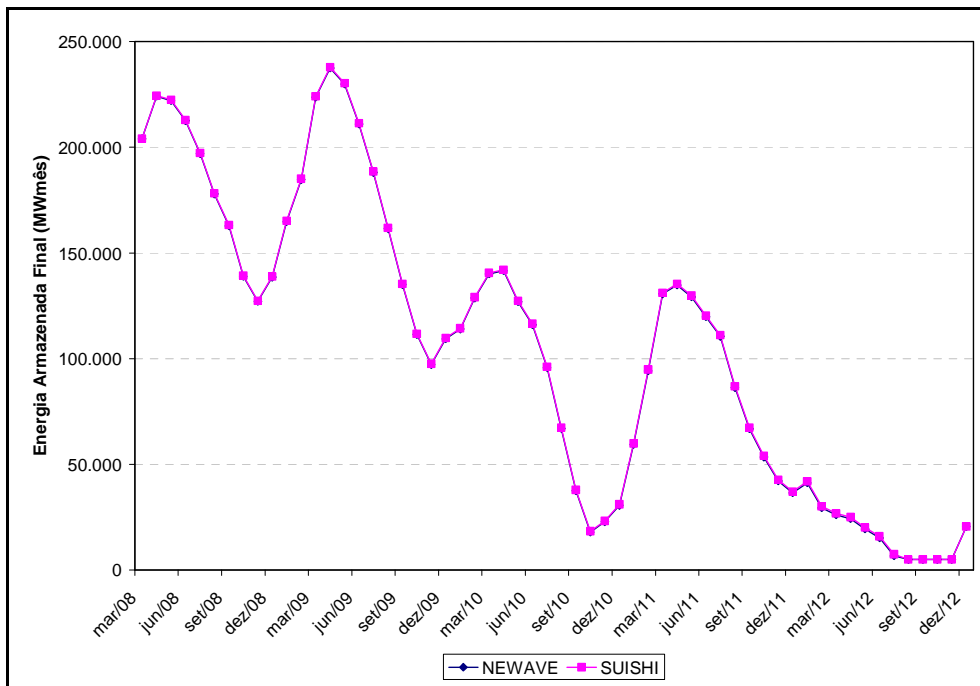


Figura 7.135 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

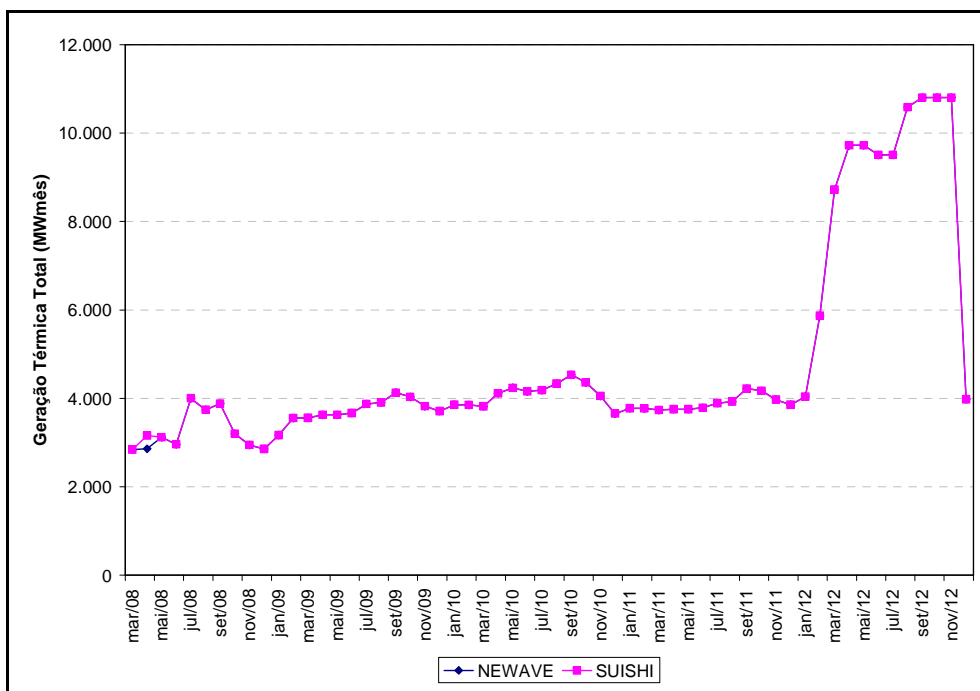


Figura 7.136 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1968

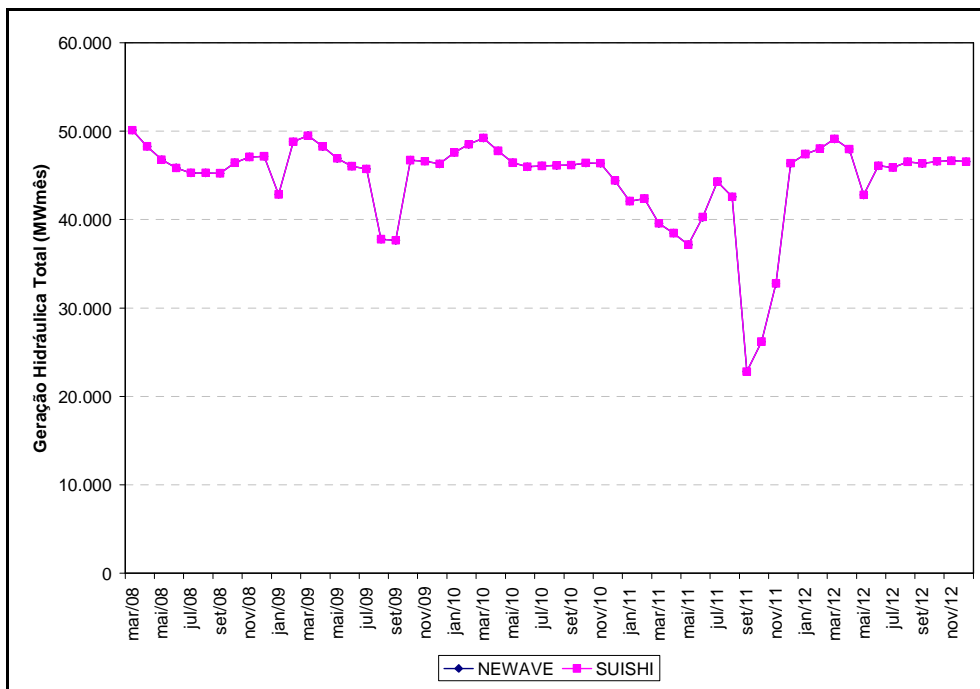


Figura 7.137 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

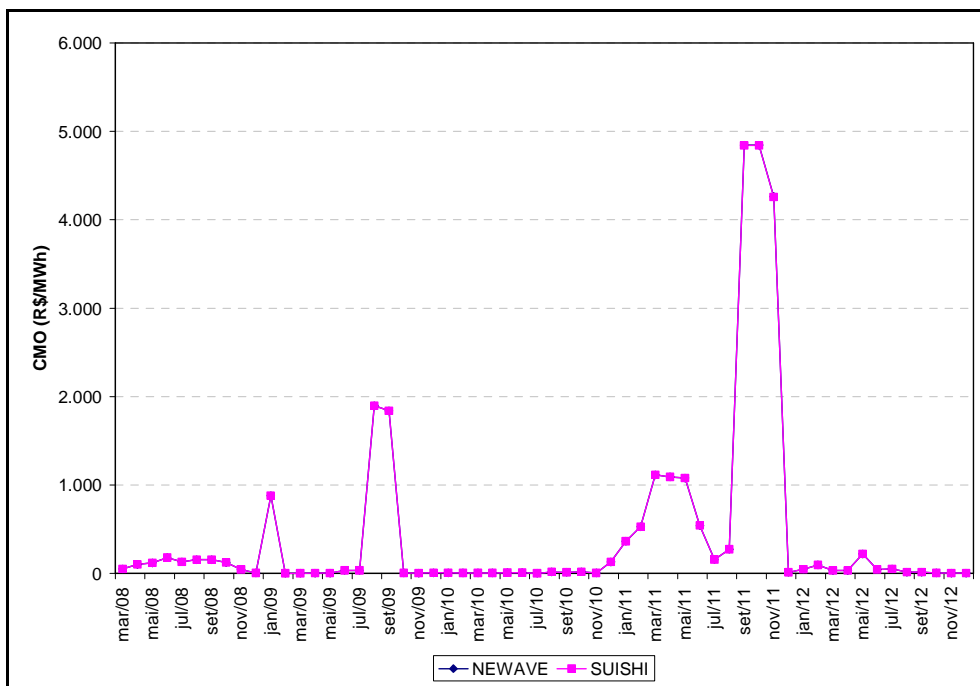


Figura 7.138 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

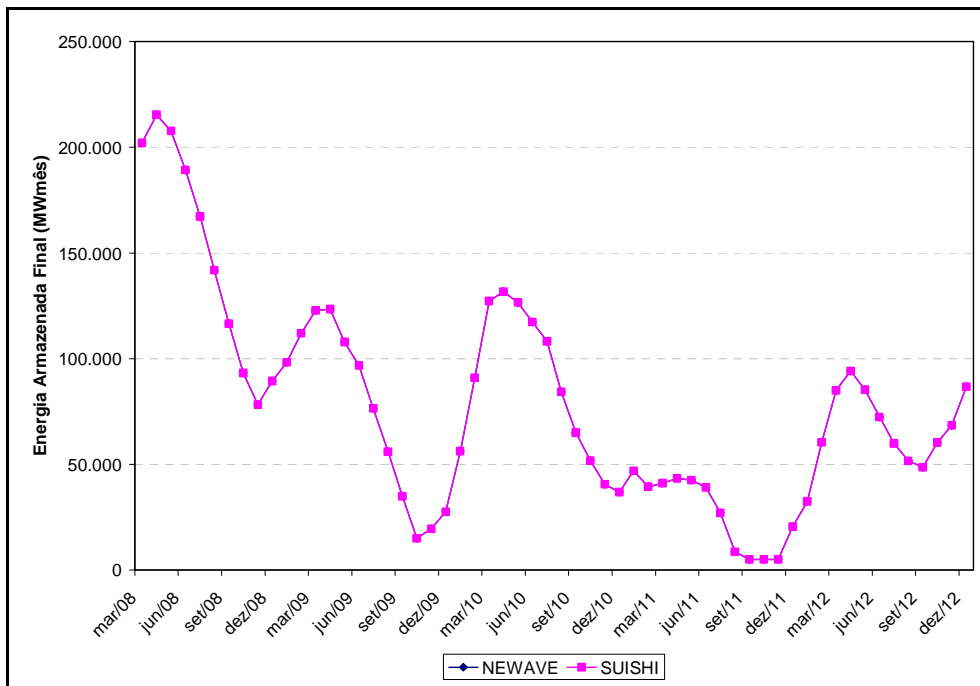


Figura 7.139 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

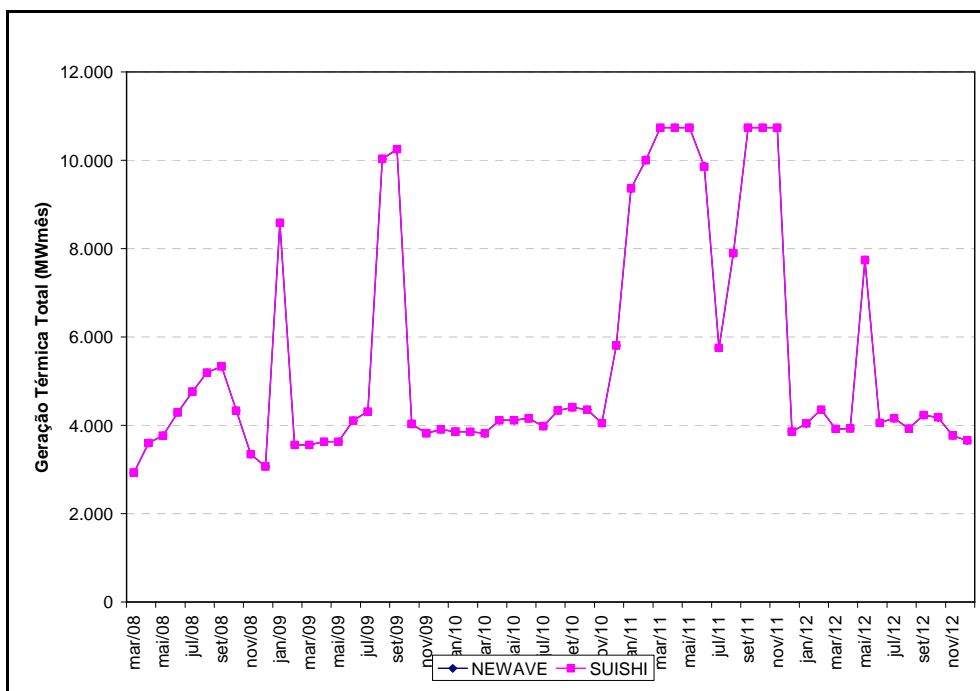


Figura 7.140 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1969

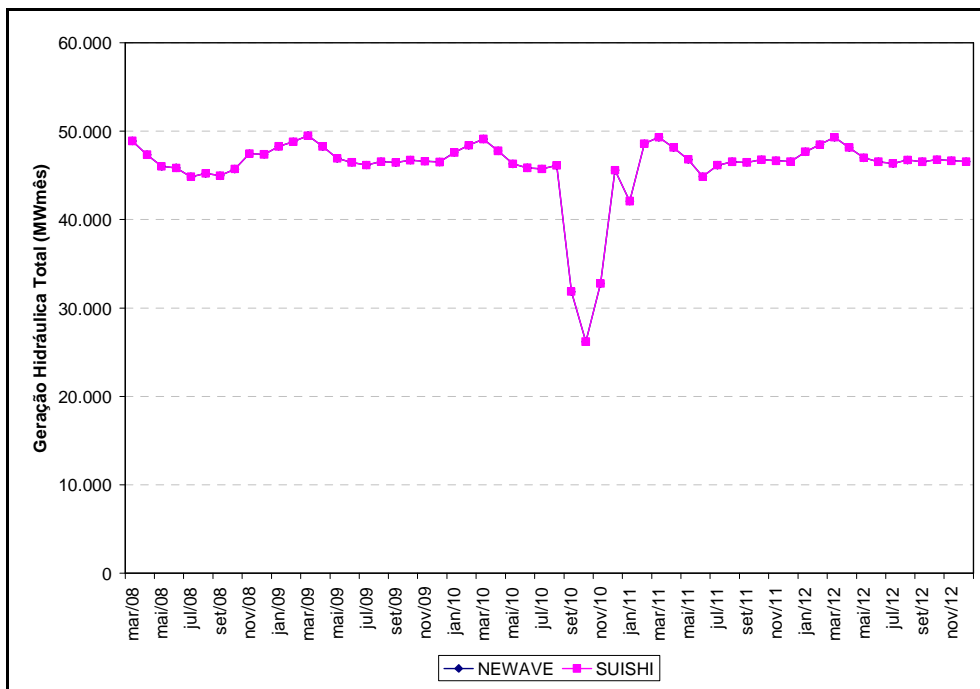


Figura 7.141 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

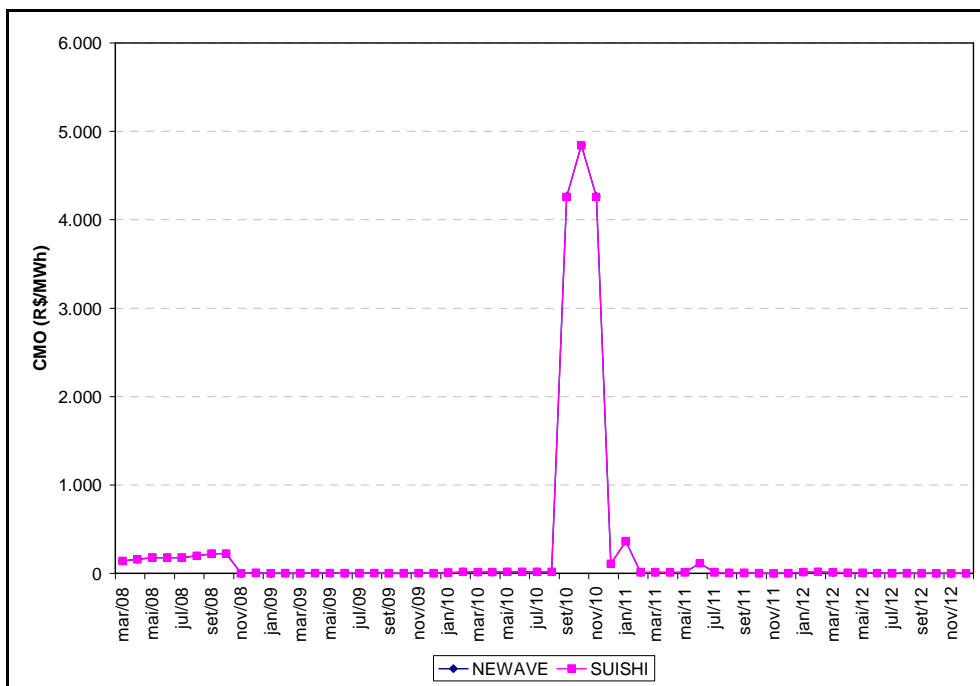


Figura 7.142 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

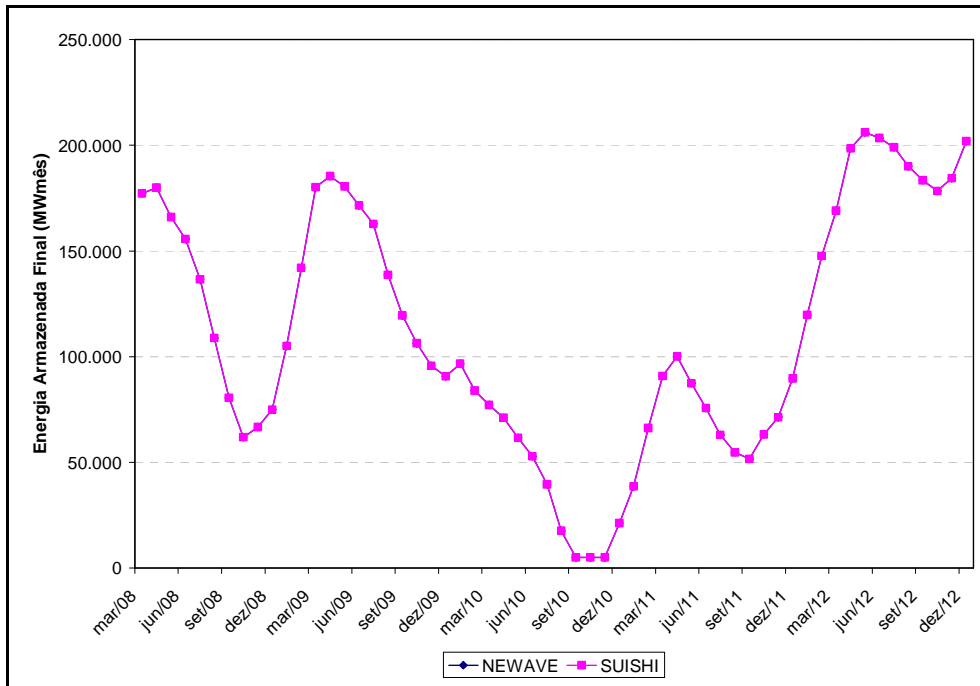


Figura 7.143 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

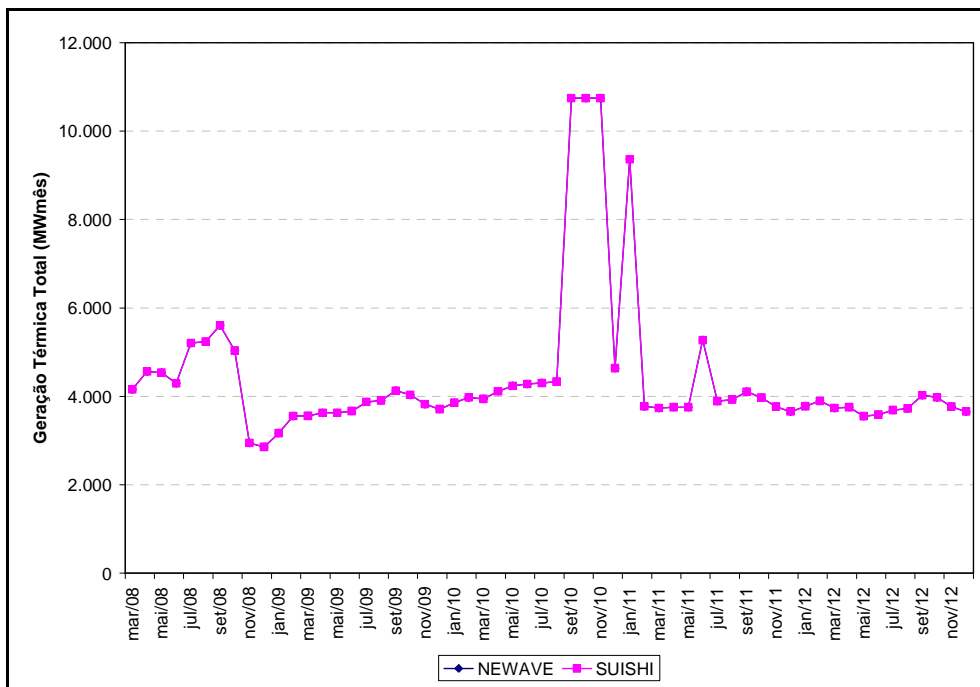


Figura 7.144 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1970

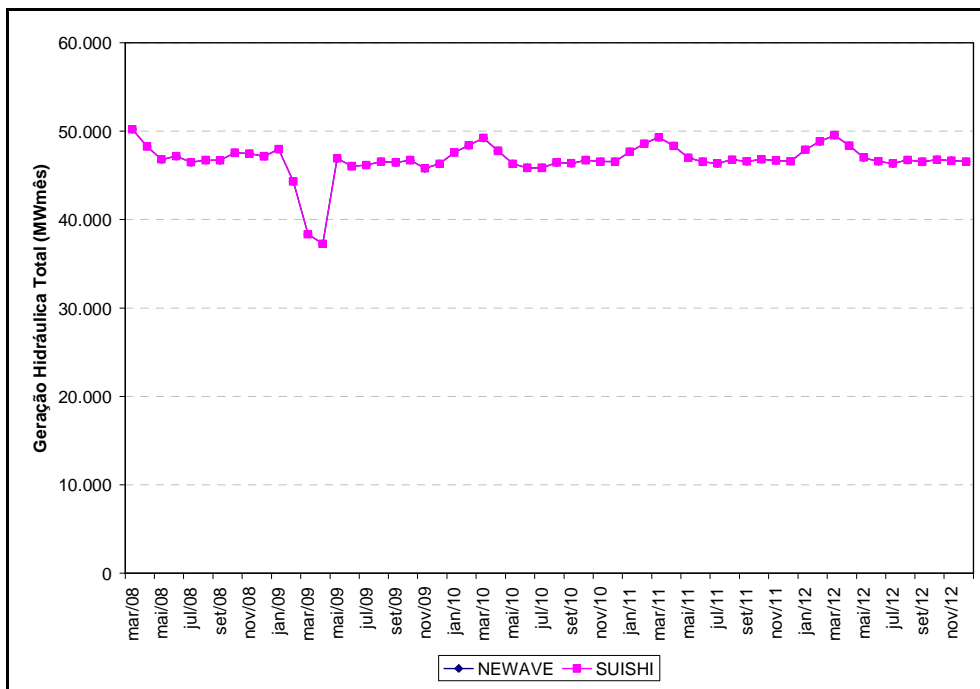


Figura 7.145 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

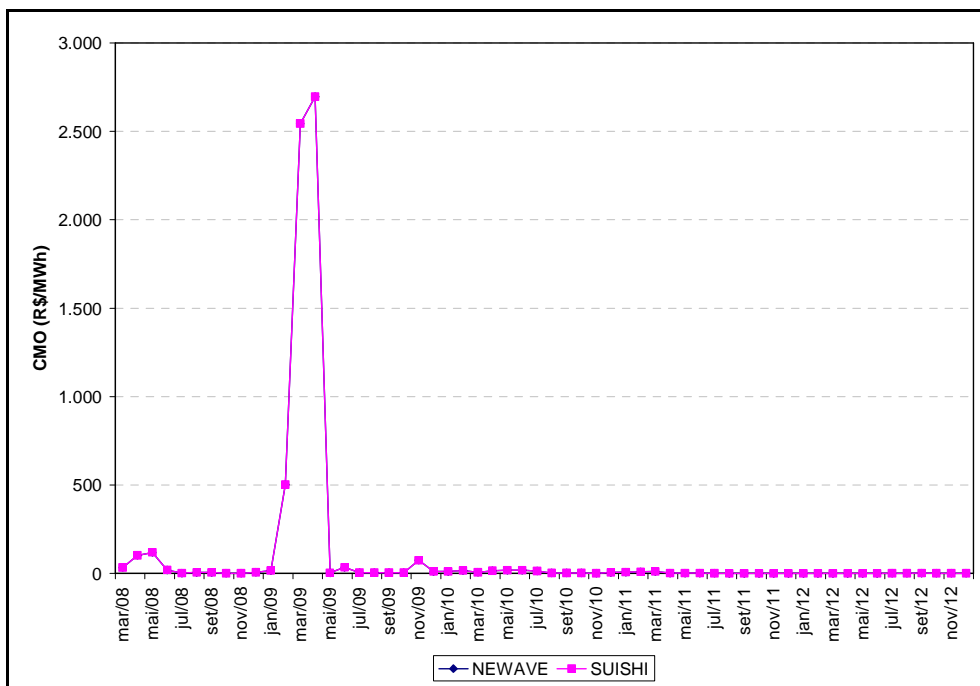


Figura 7.146 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

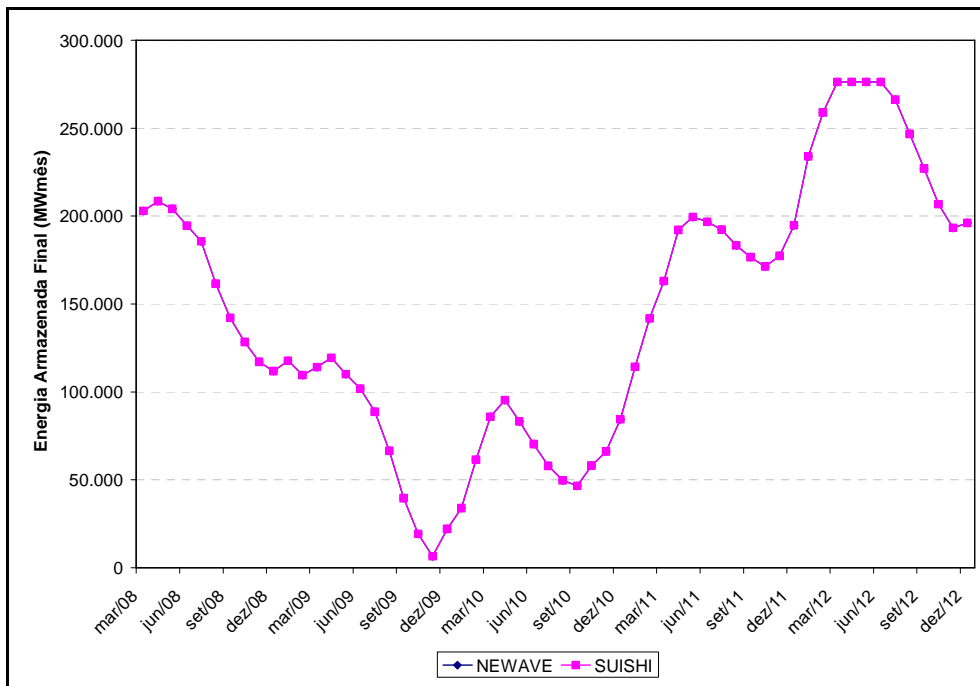


Figura 7.147 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

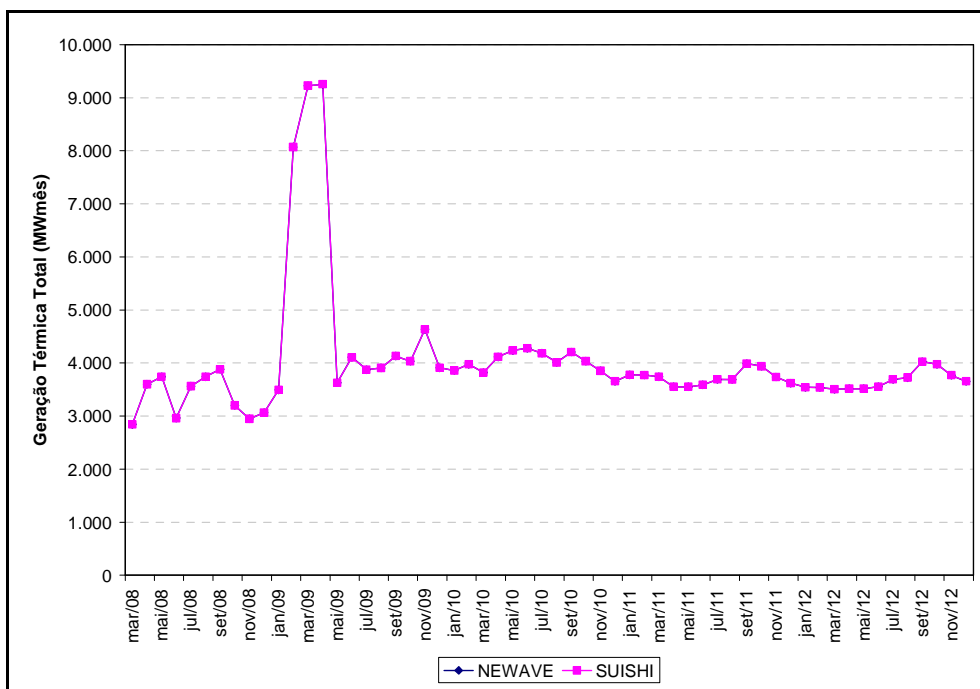


Figura 7.148 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1971

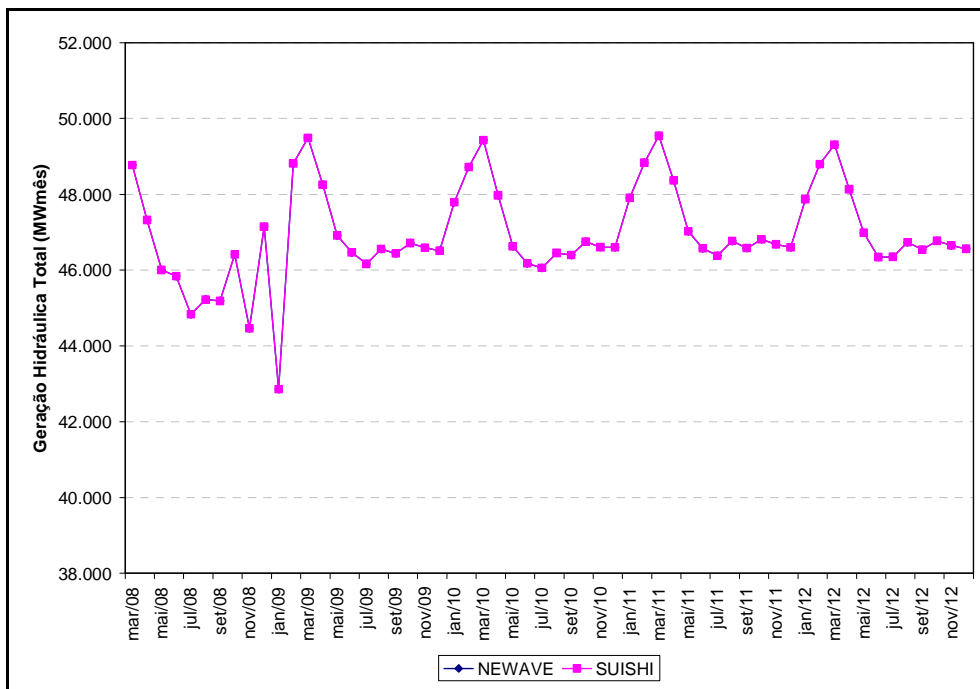


Figura 7.149 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

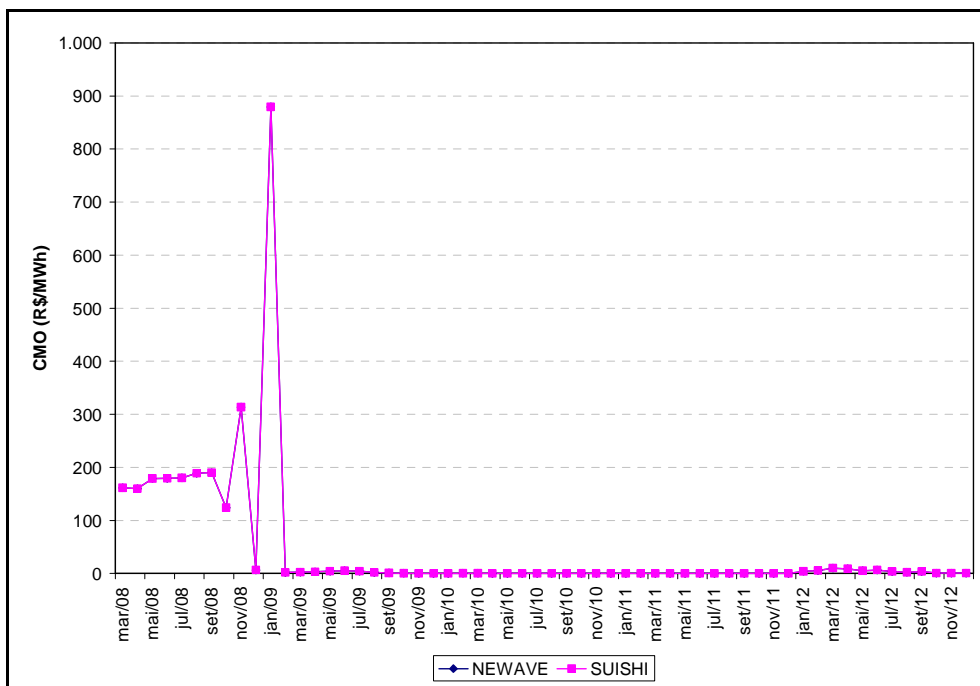


Figura 7.150 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

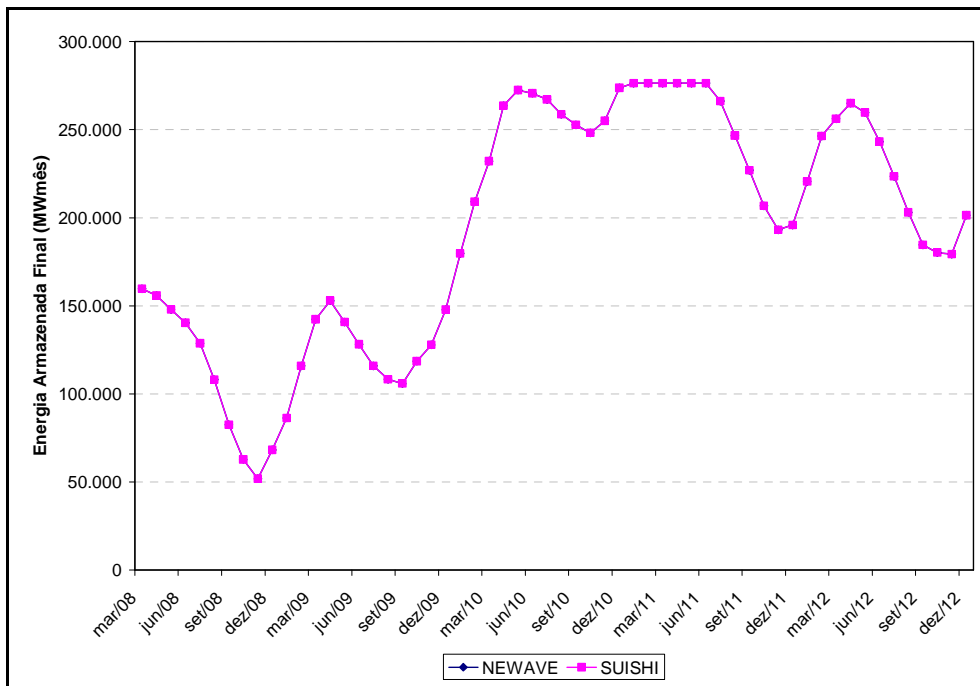


Figura 7.151 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

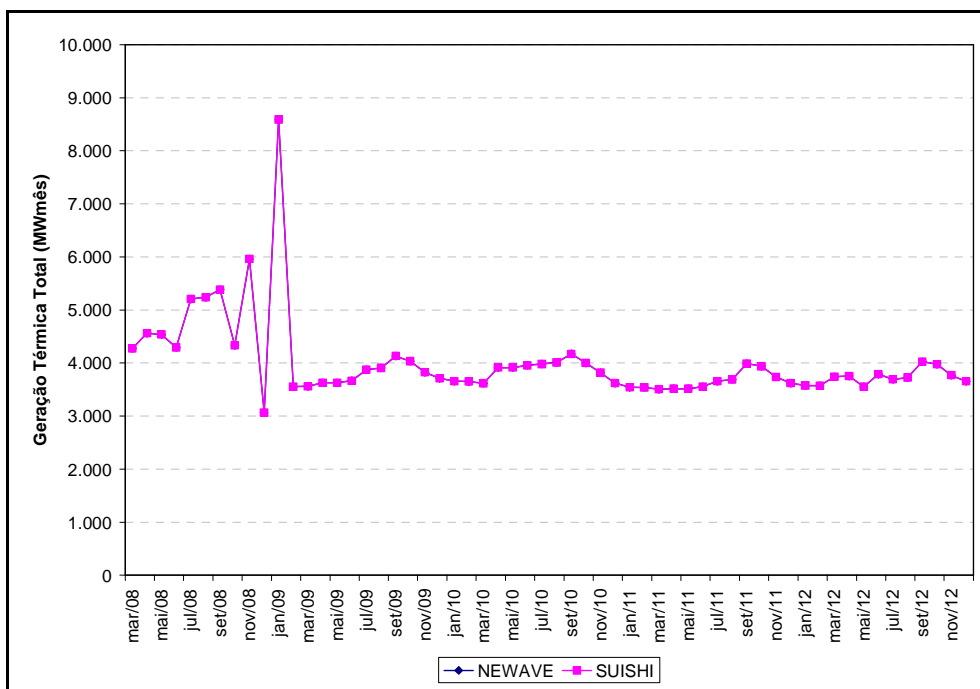


Figura 7.152 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1972

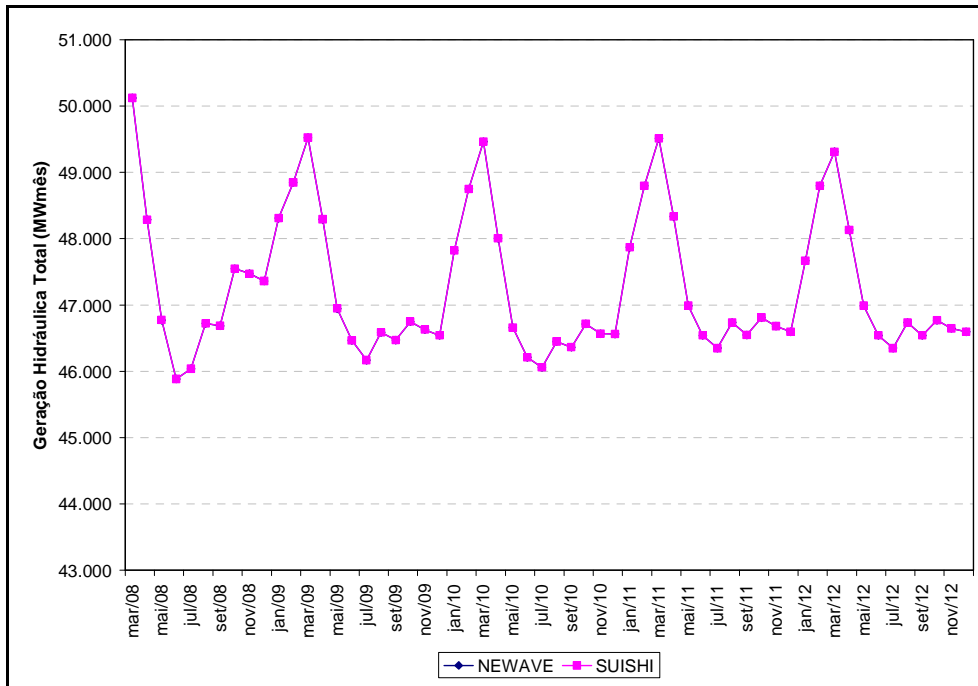


Figura 7.153 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

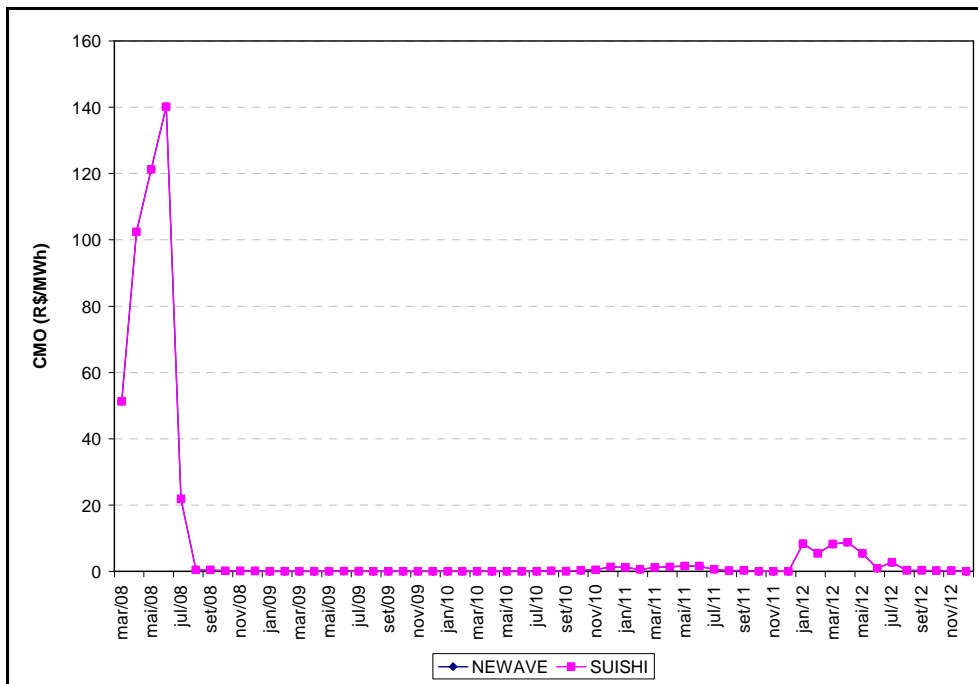


Figura 7.154 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

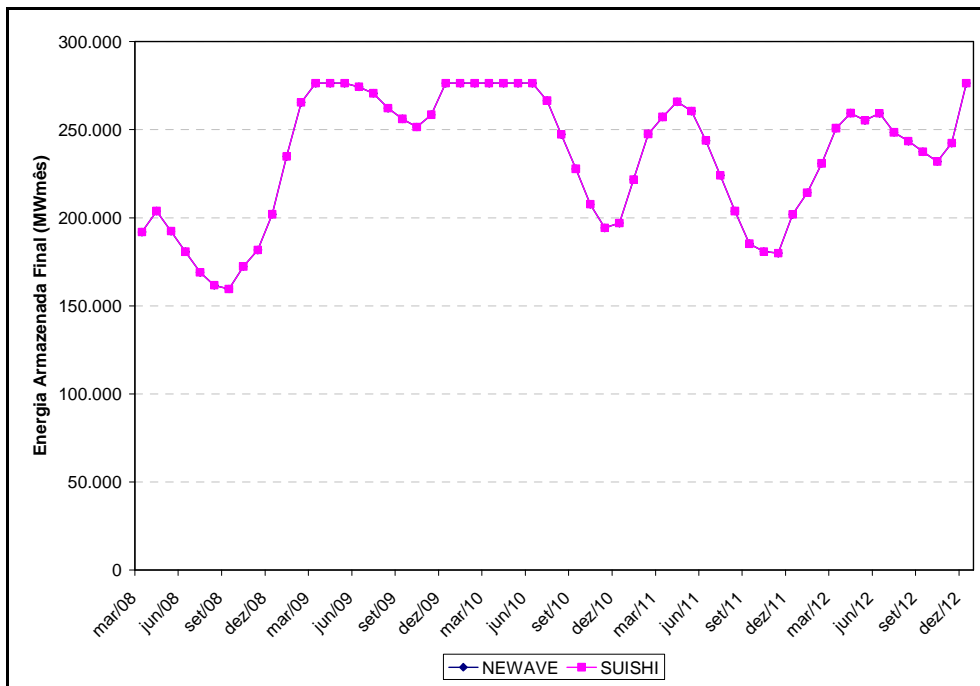


Figura 7.155 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

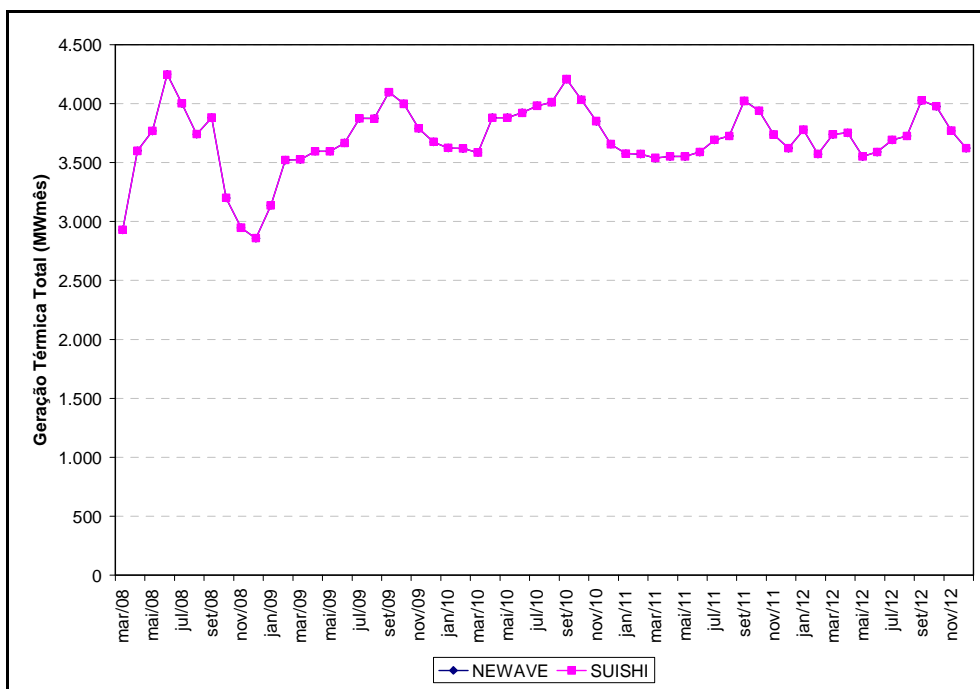


Figura 7.156 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1973

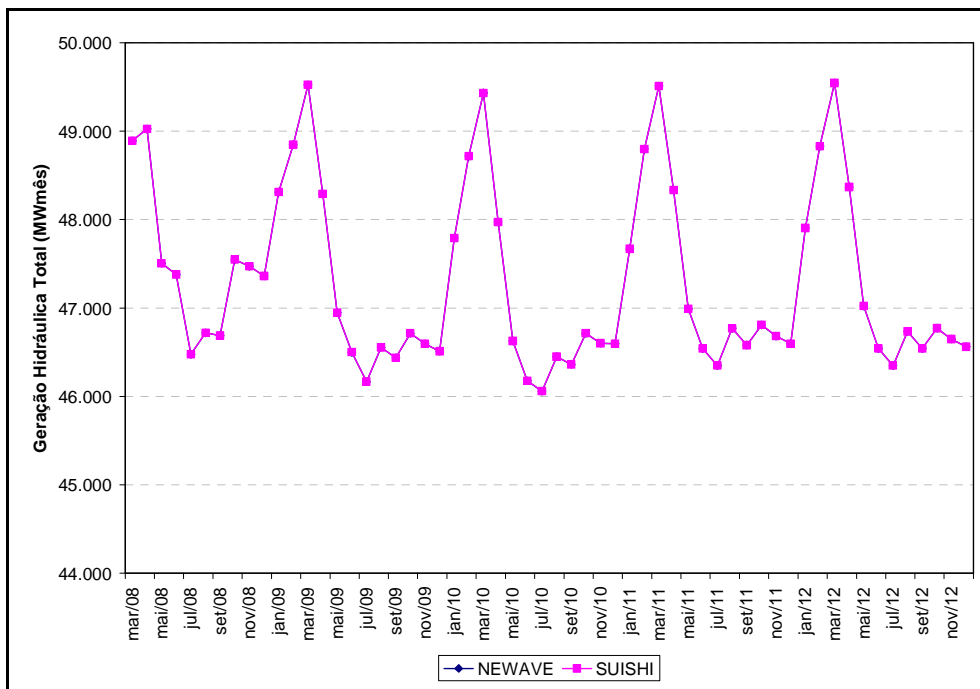


Figura 7.157 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

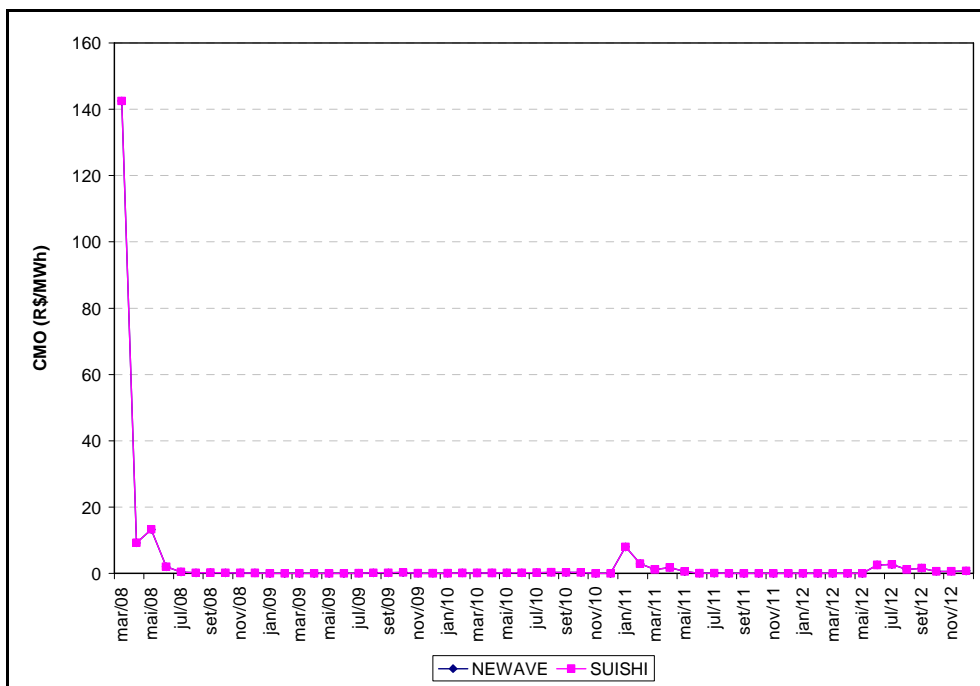


Figura 7.158 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

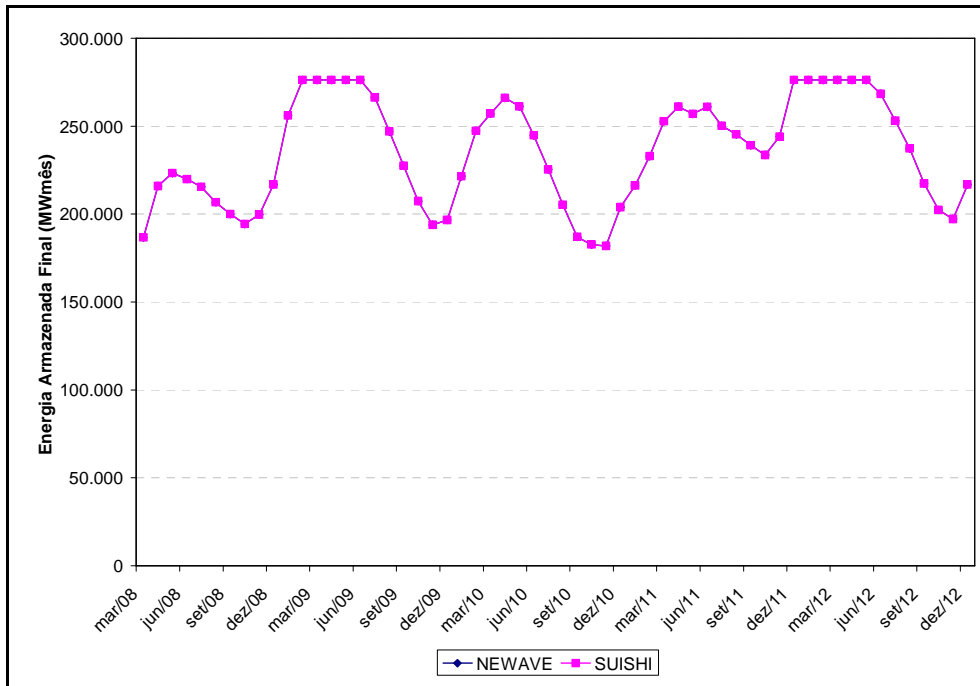


Figura 7.159 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

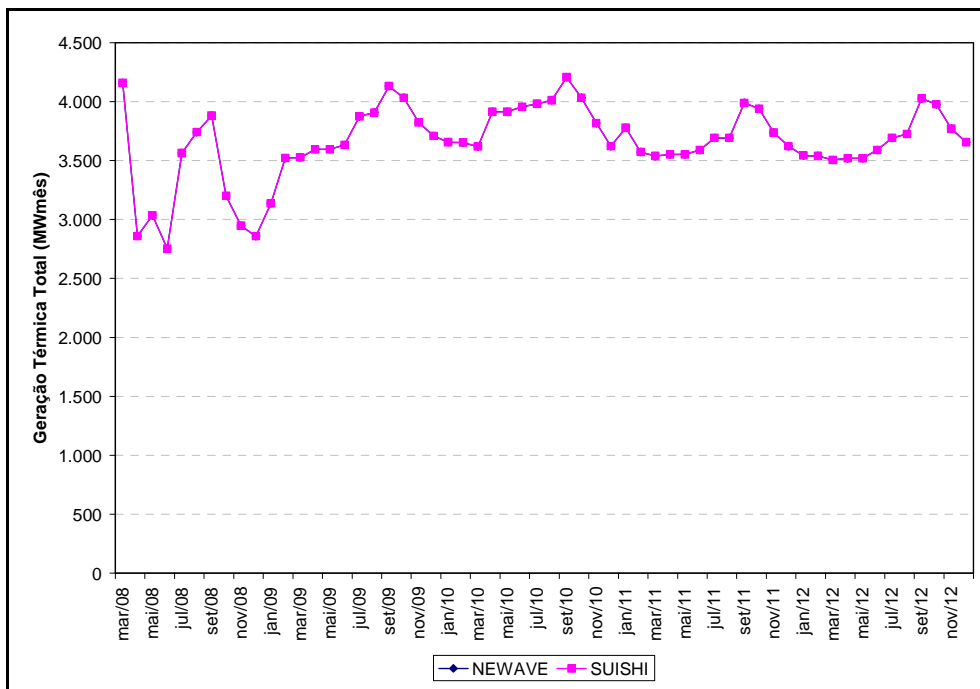


Figura 7.160 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1974

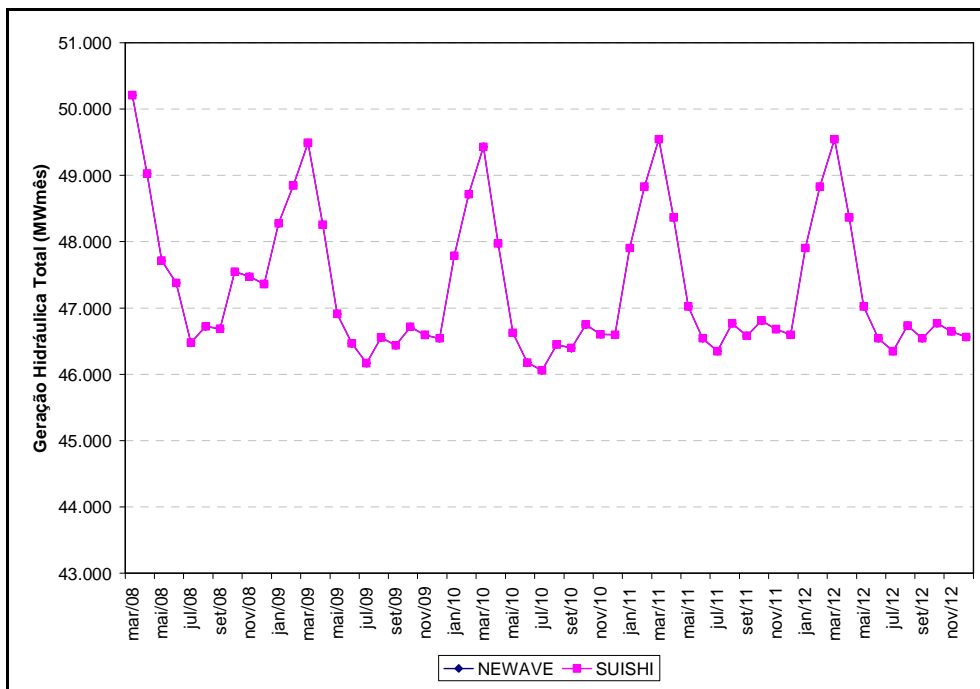


Figura 7.161 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

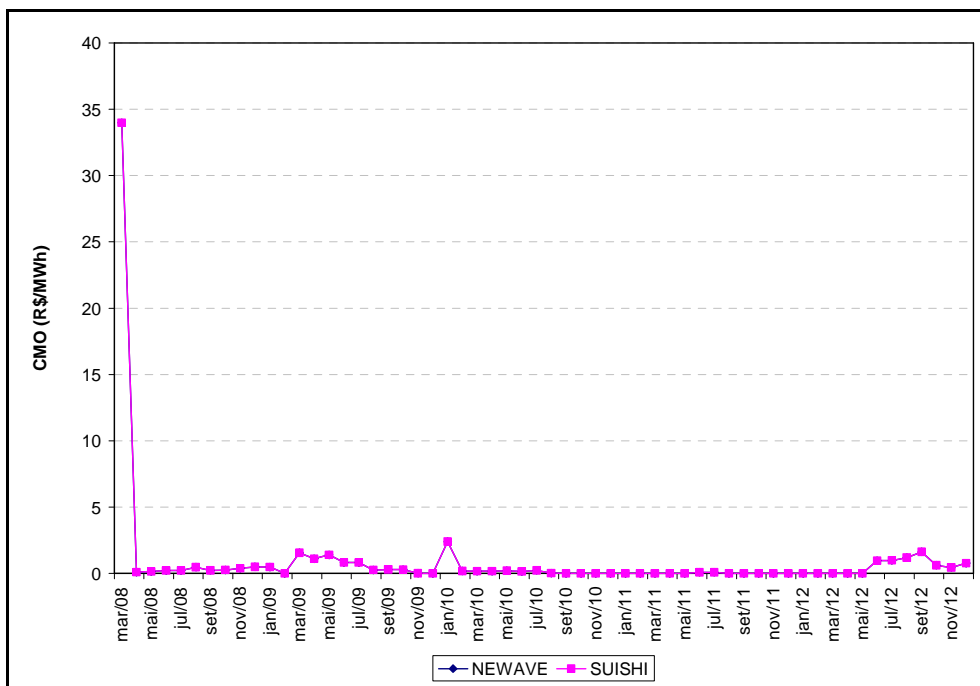


Figura 7.162 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

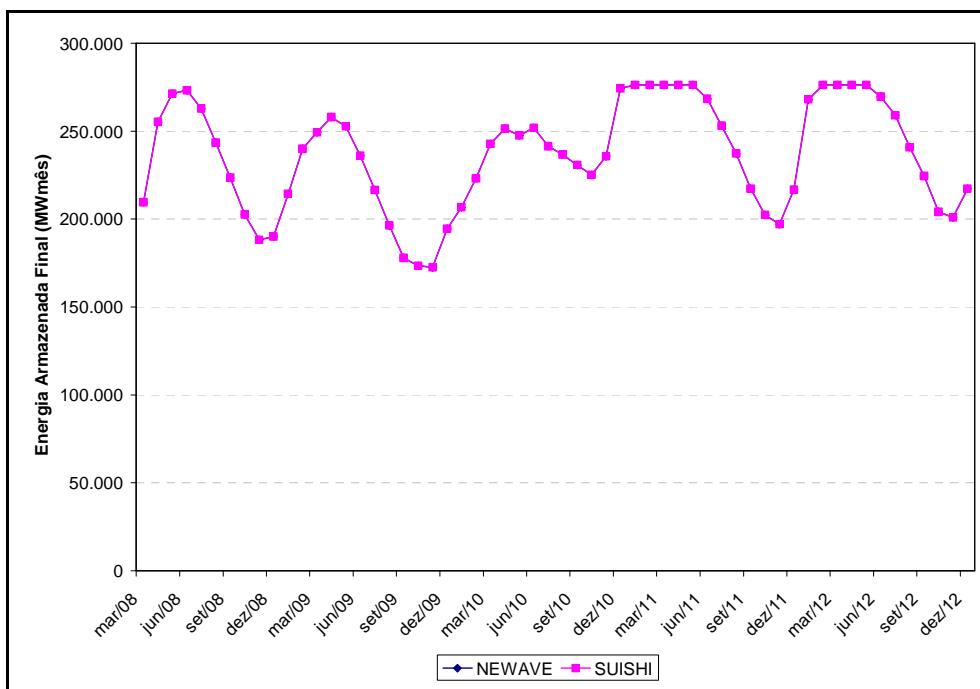


Figura 7.163 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

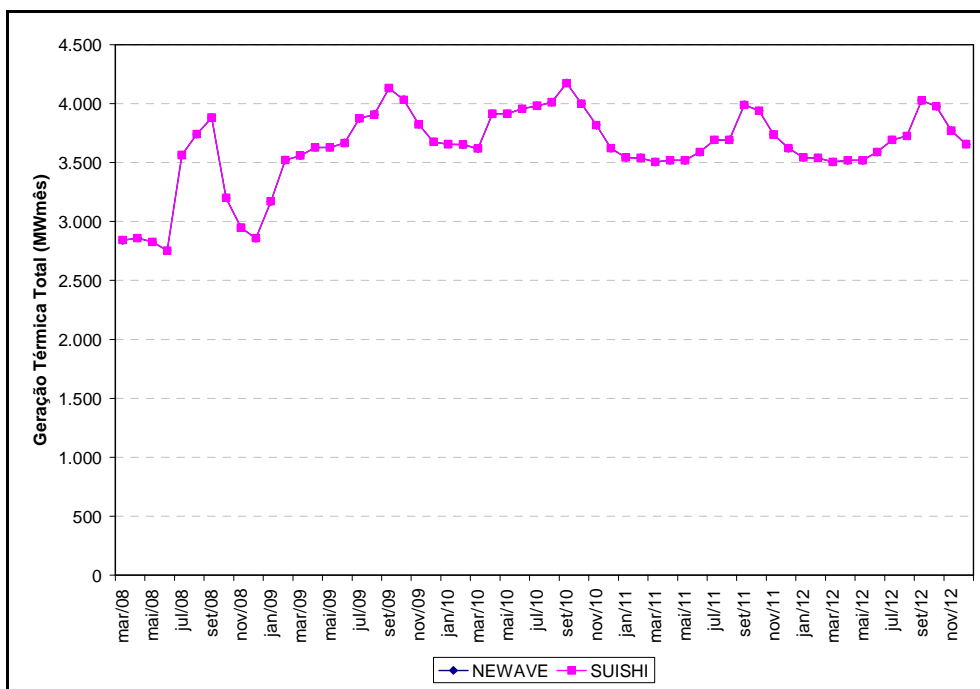


Figura 7.164 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1975

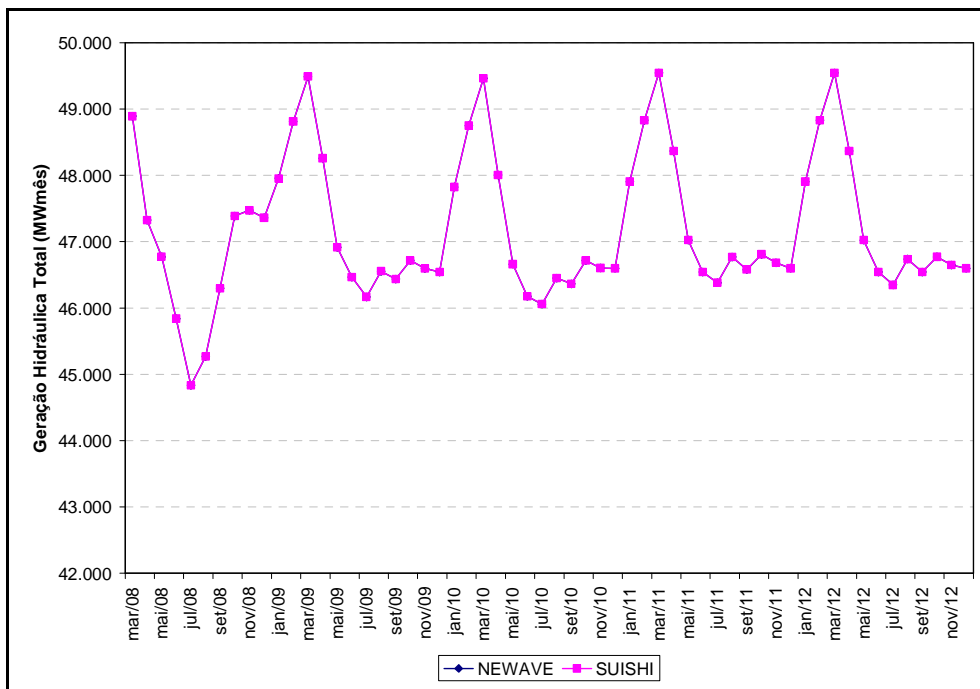


Figura 7.165 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

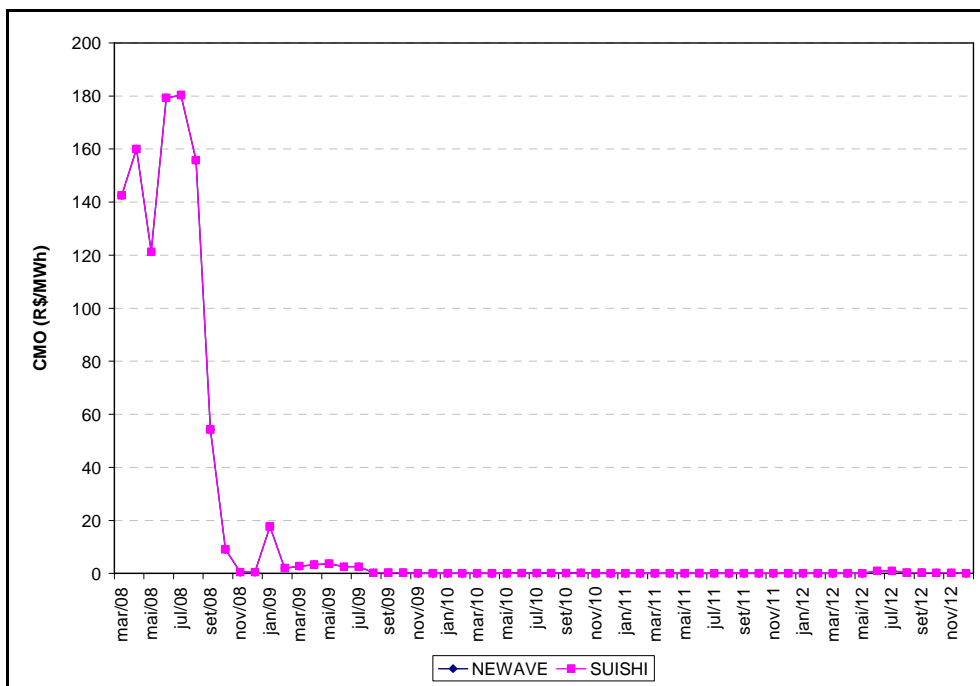


Figura 7.166 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

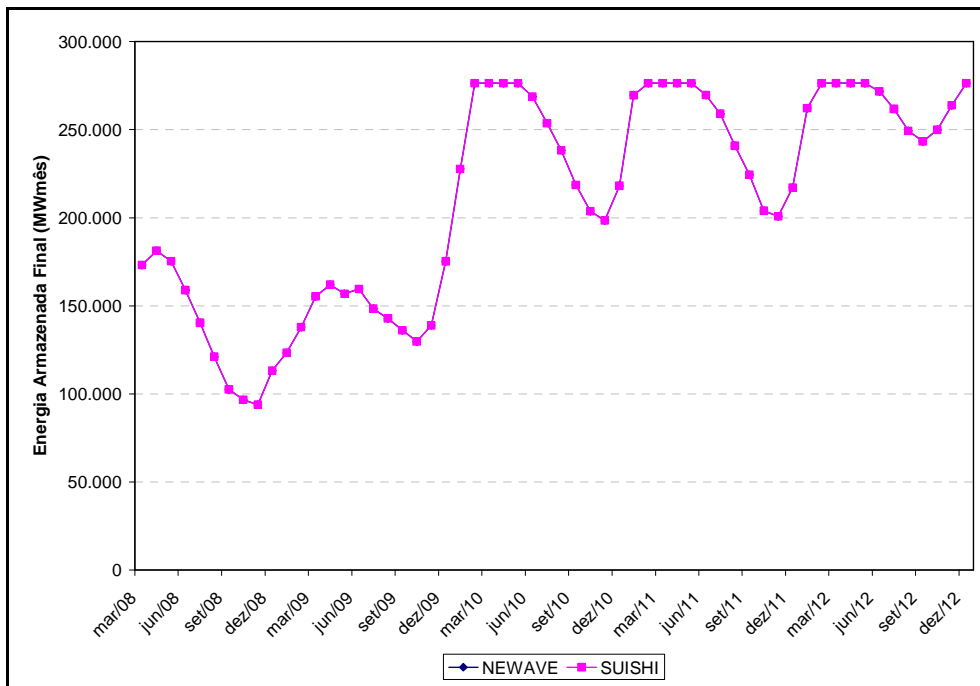


Figura 7.167 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

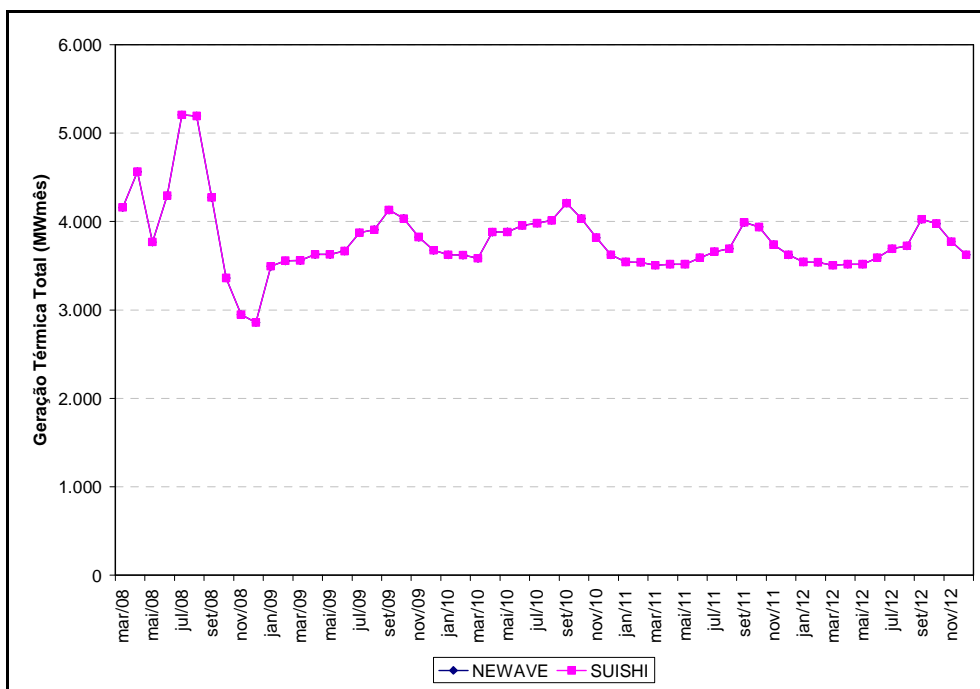


Figura 7.168 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1976

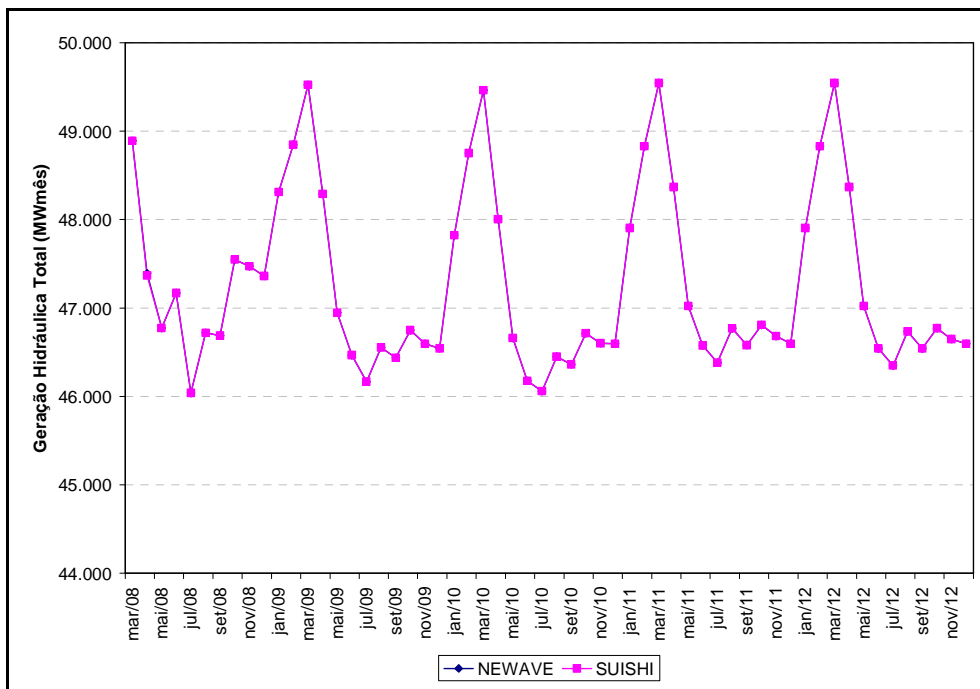


Figura 7.169 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

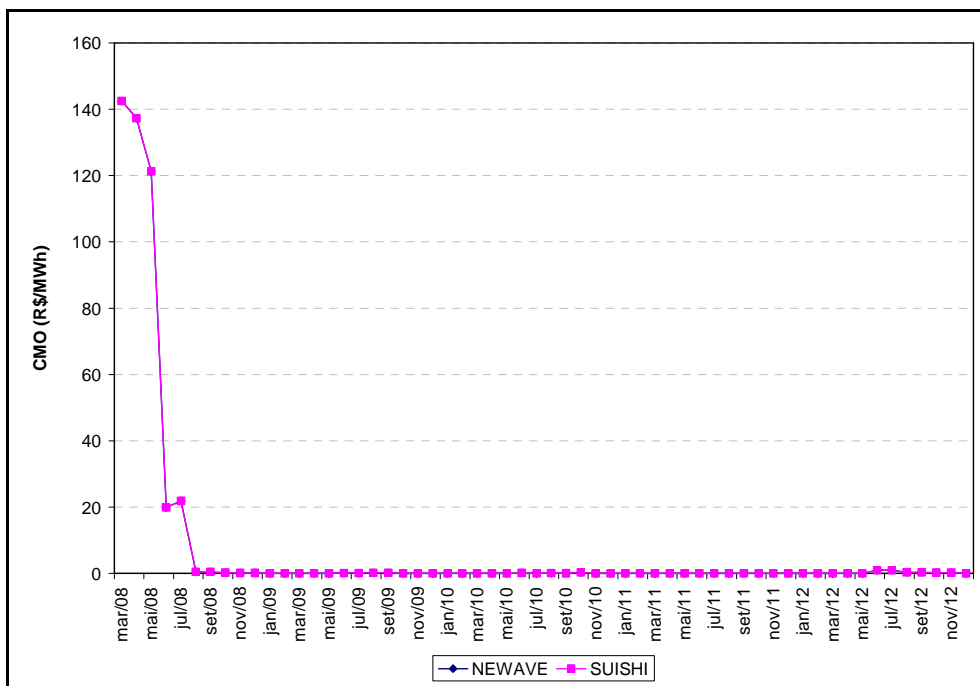


Figura 7.170 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

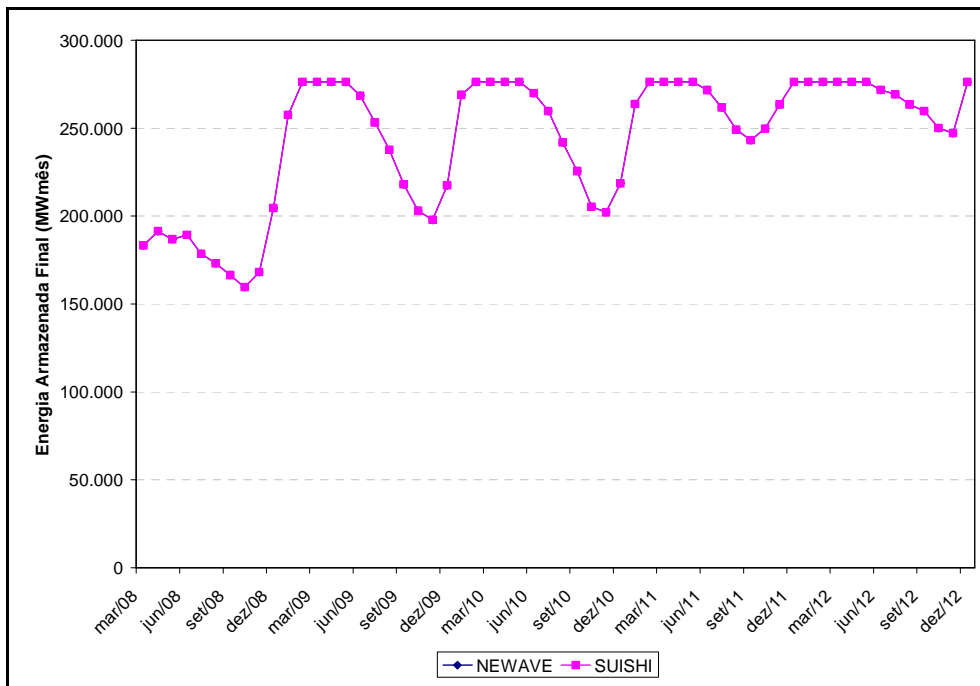


Figura 7.171 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

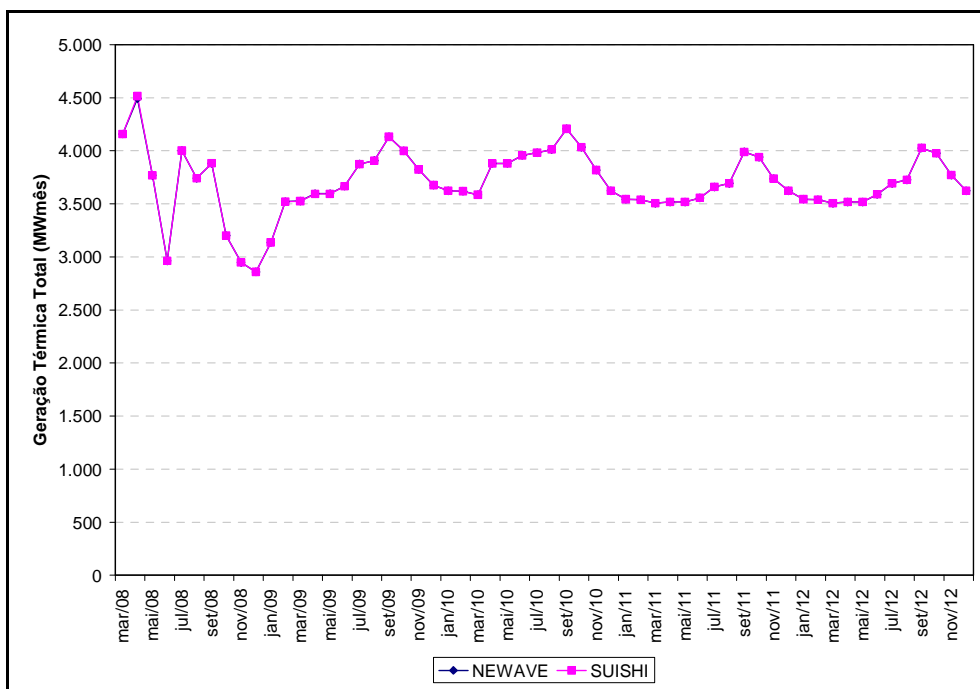


Figura 7.172 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1977

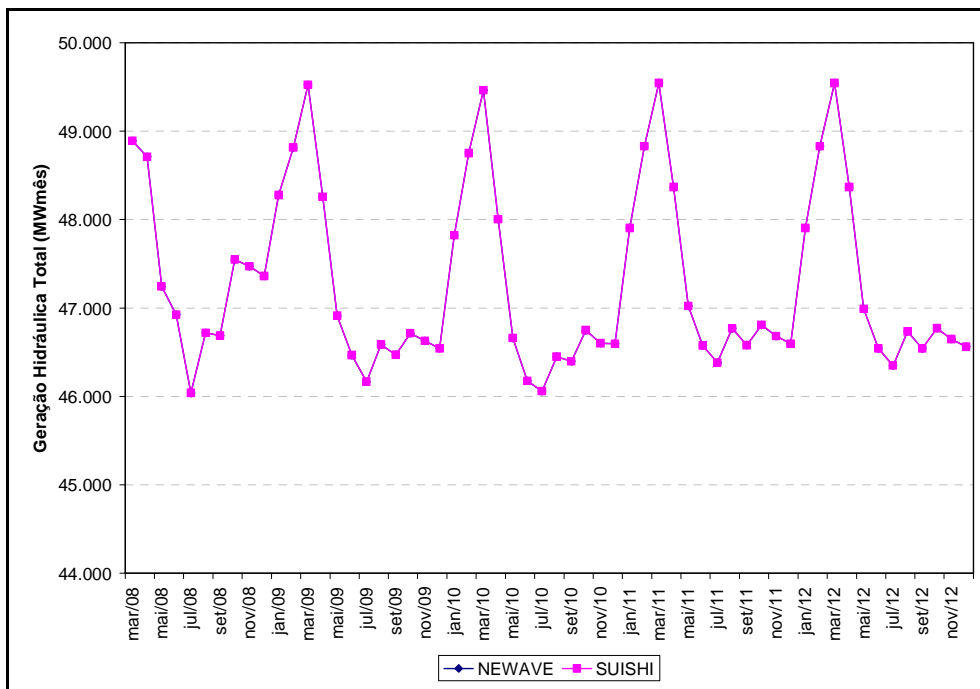


Figura 7.173 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

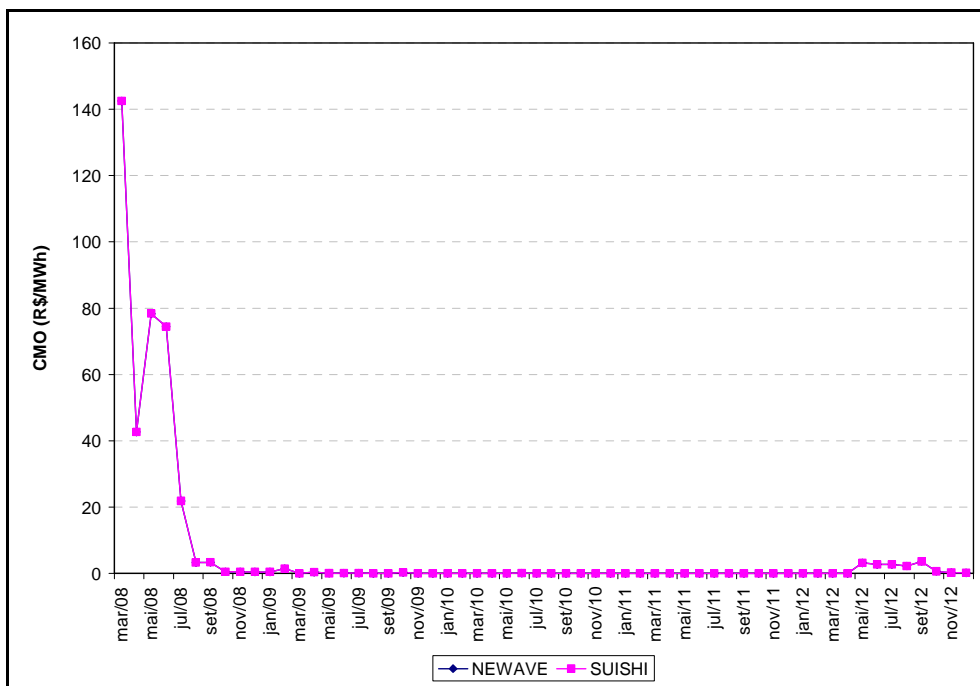


Figura 7.174 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

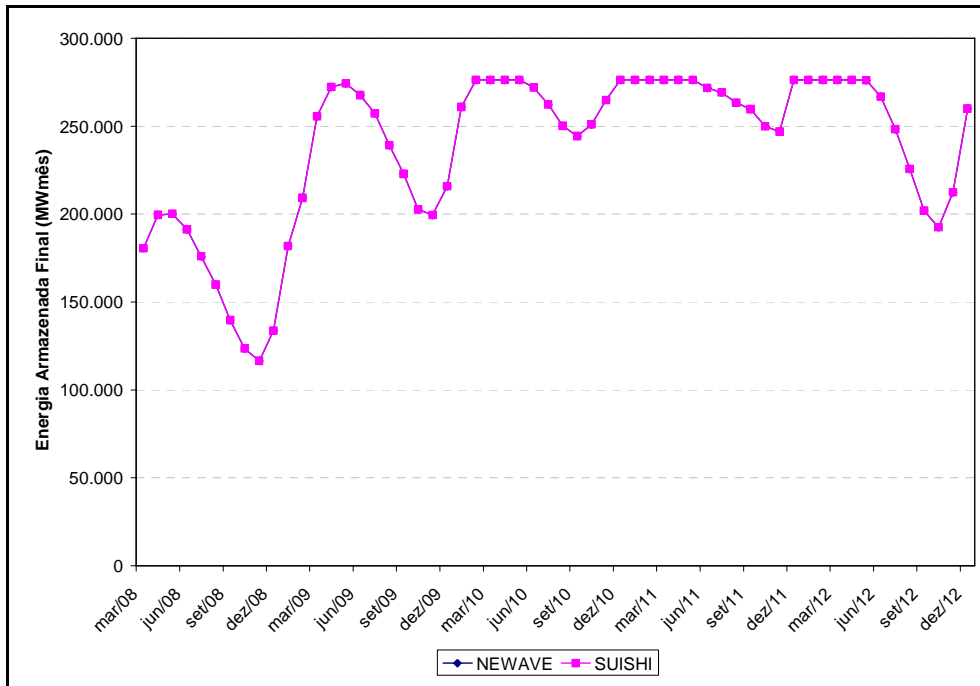


Figura 7.175 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

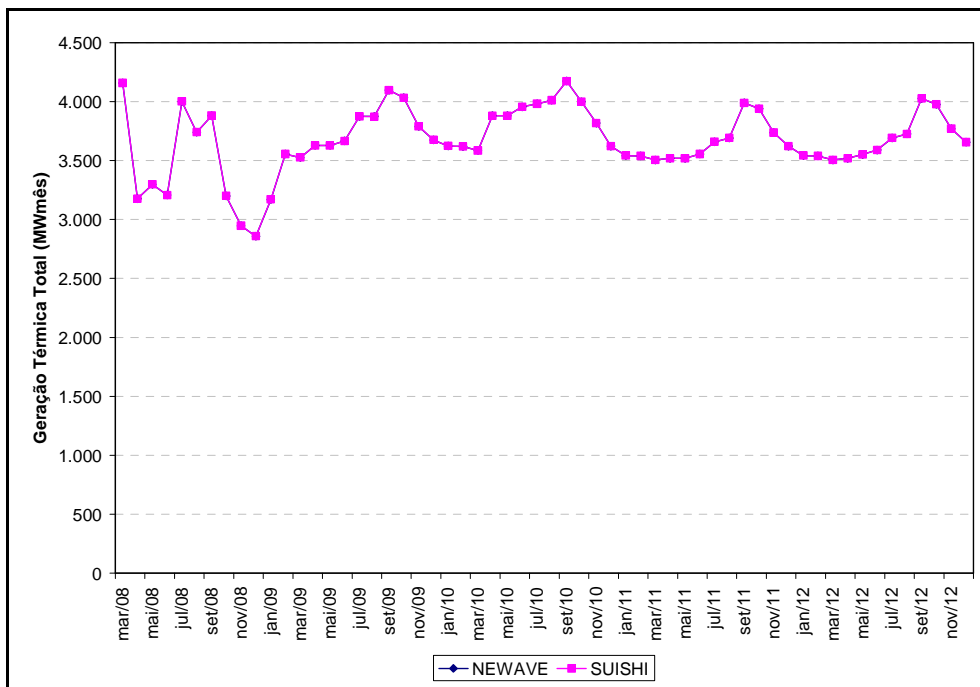


Figura 7.176 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1978

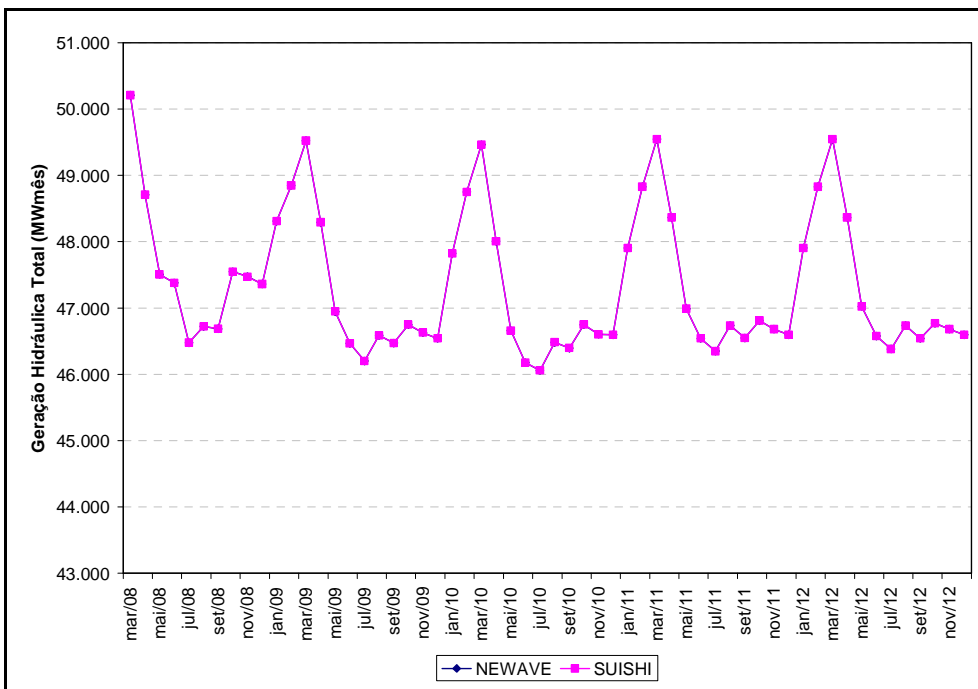


Figura 7.177 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

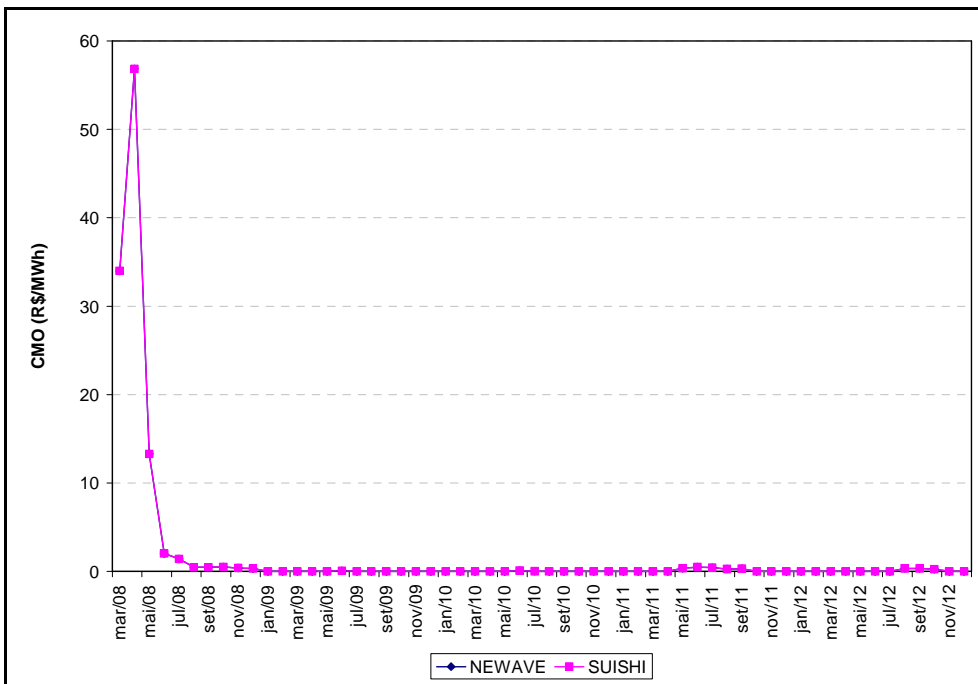


Figura 7.178 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

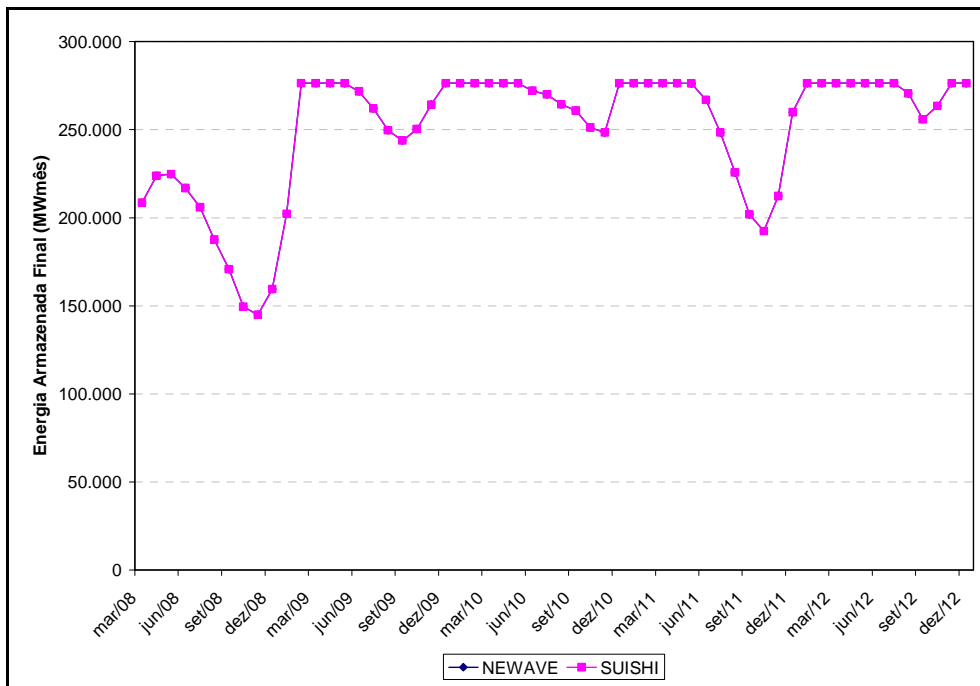


Figura 7.179 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

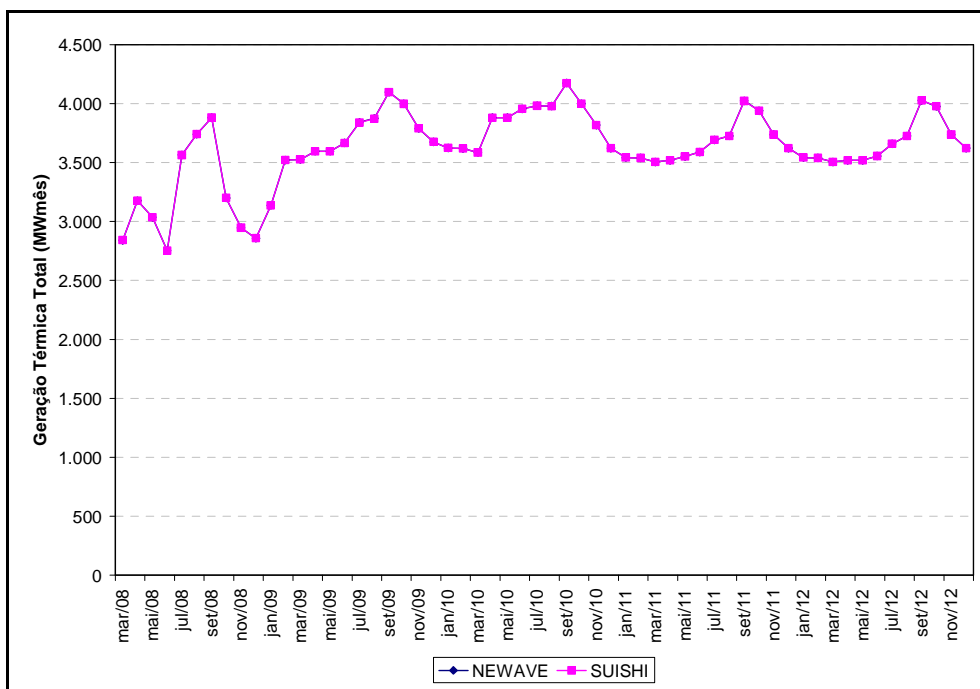


Figura 7.180 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1979

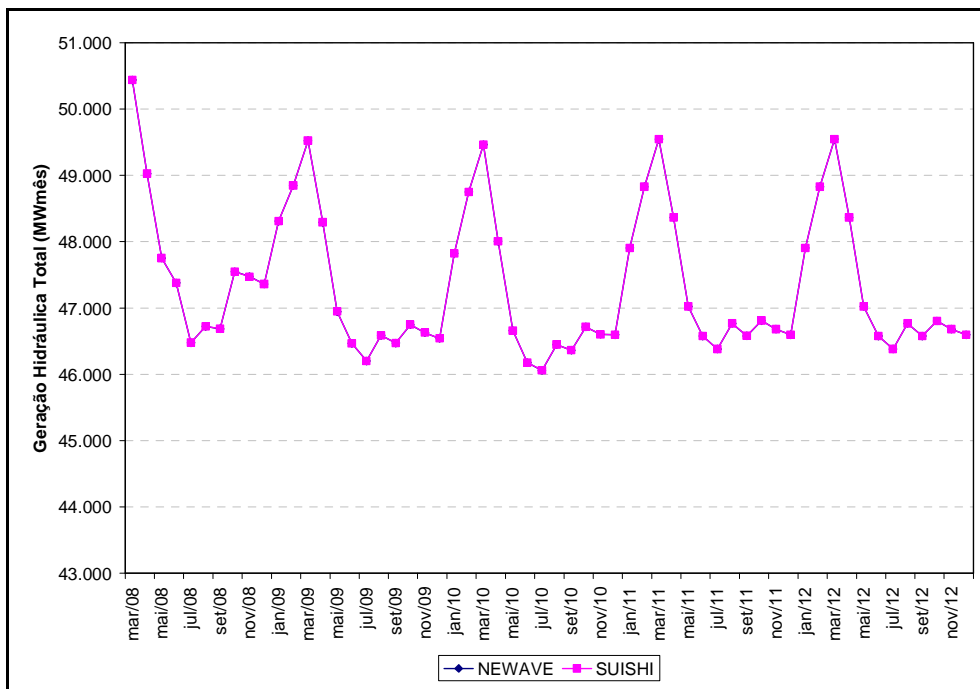


Figura 7.181 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

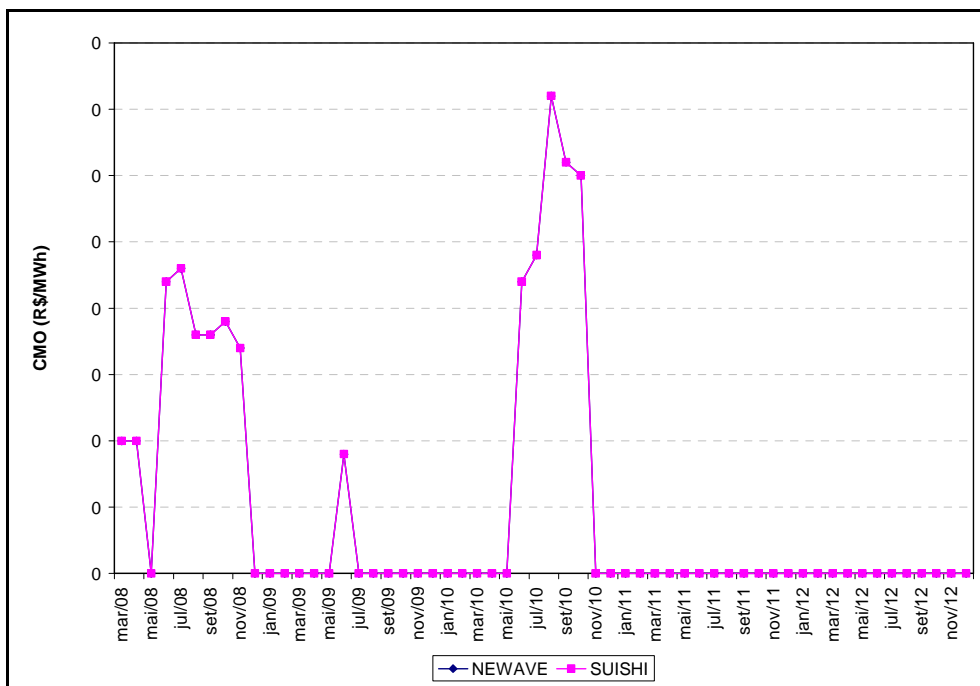


Figura 7.182 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

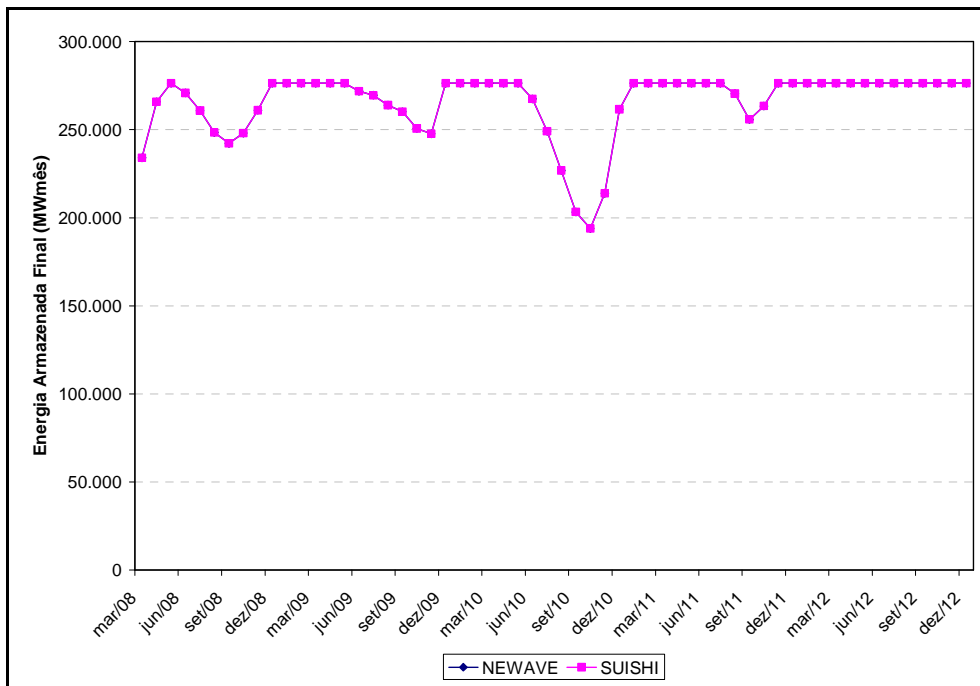


Figura 7.183 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

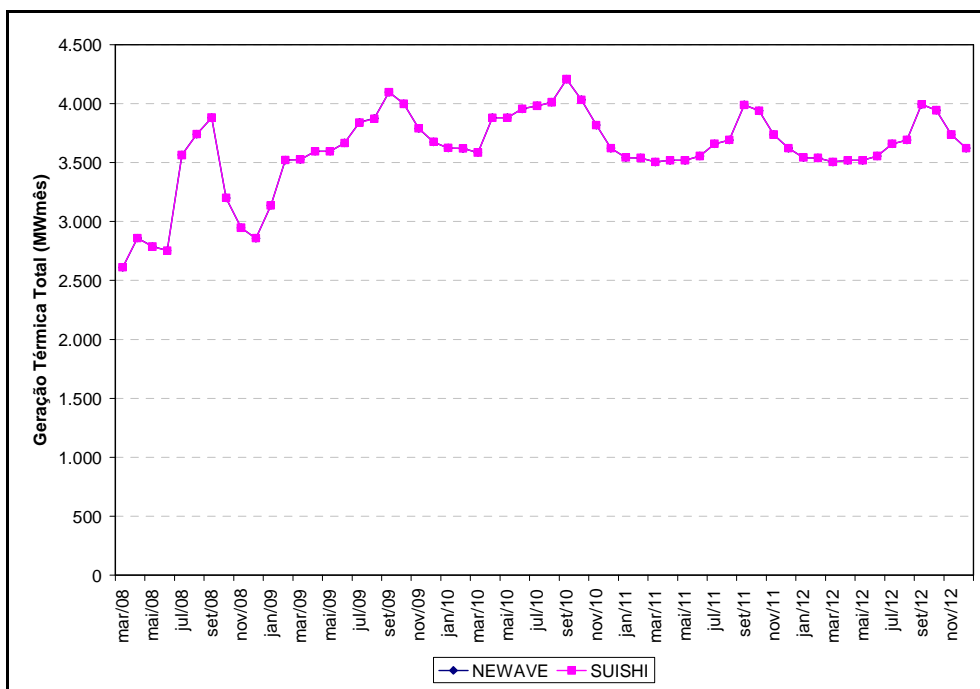


Figura 7.184 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1980

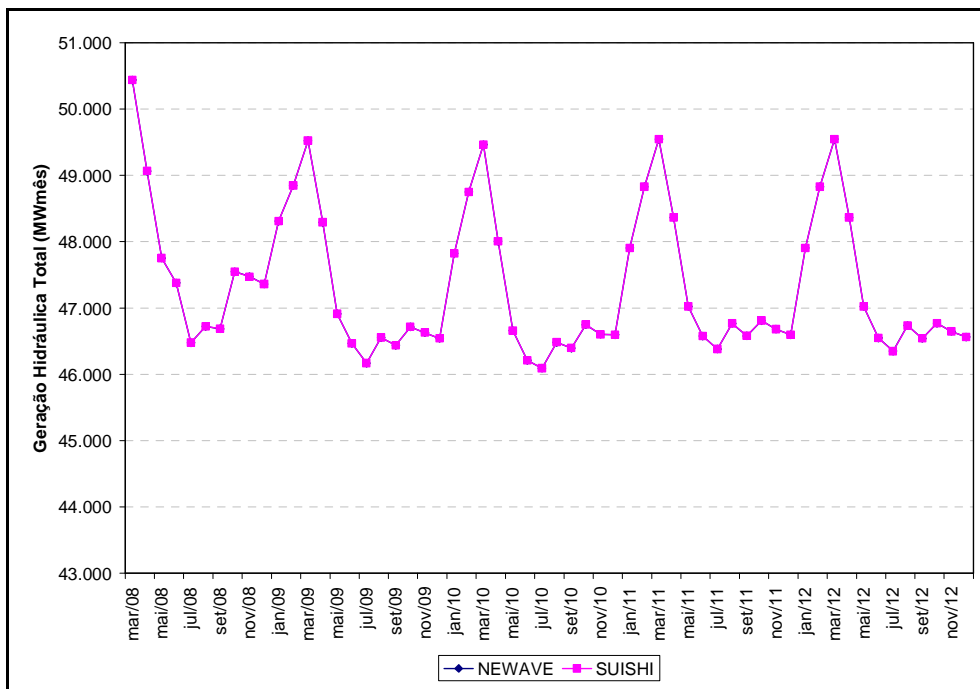


Figura 7.185 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

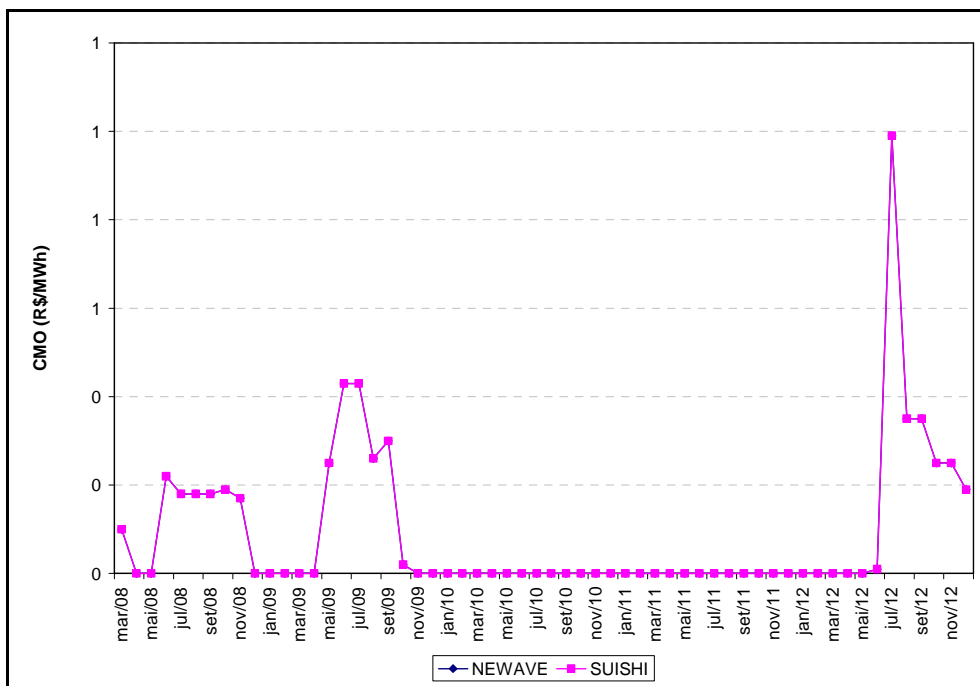


Figura 7.186 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

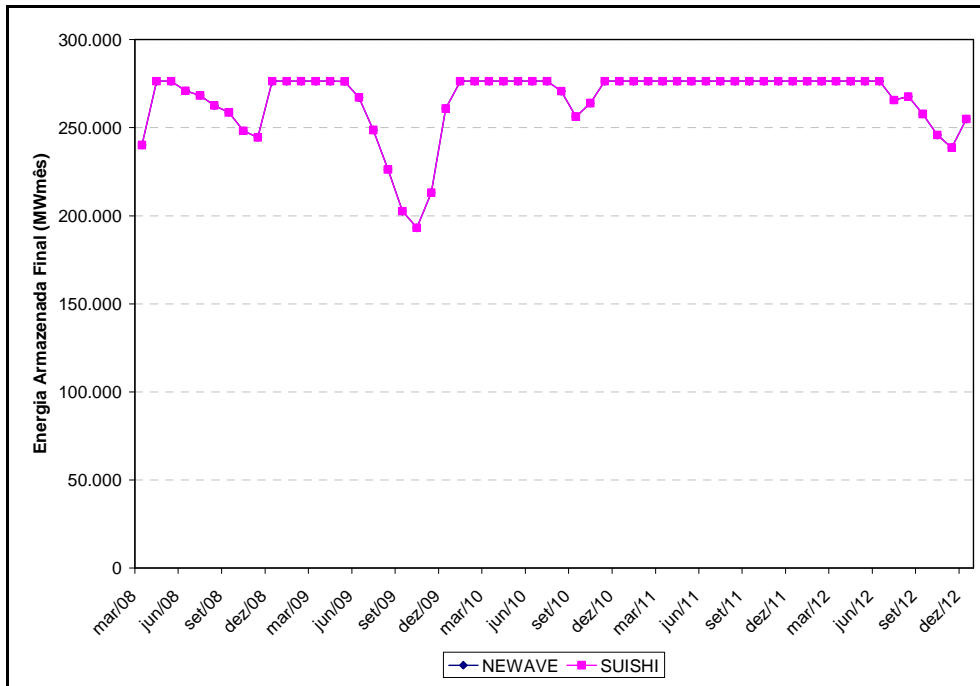


Figura 7.187 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

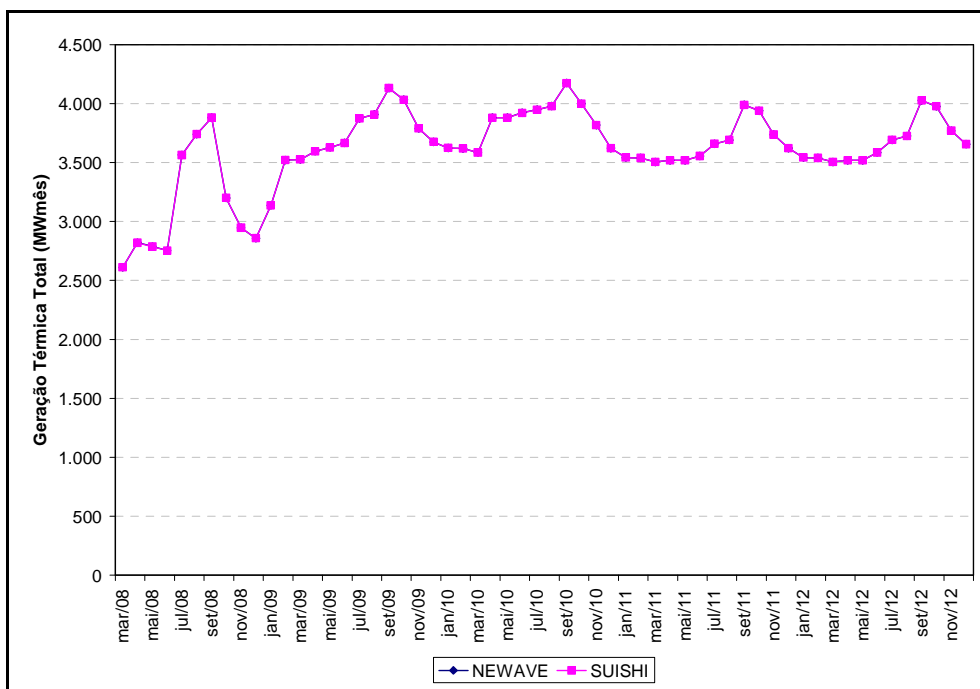


Figura 7.188 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1981

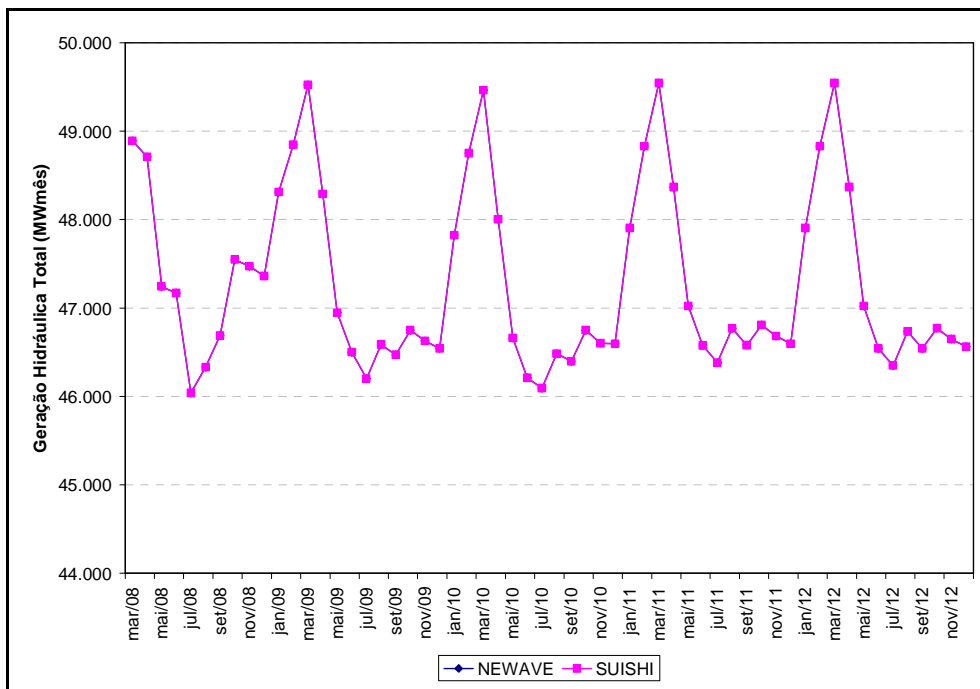


Figura 7.189 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

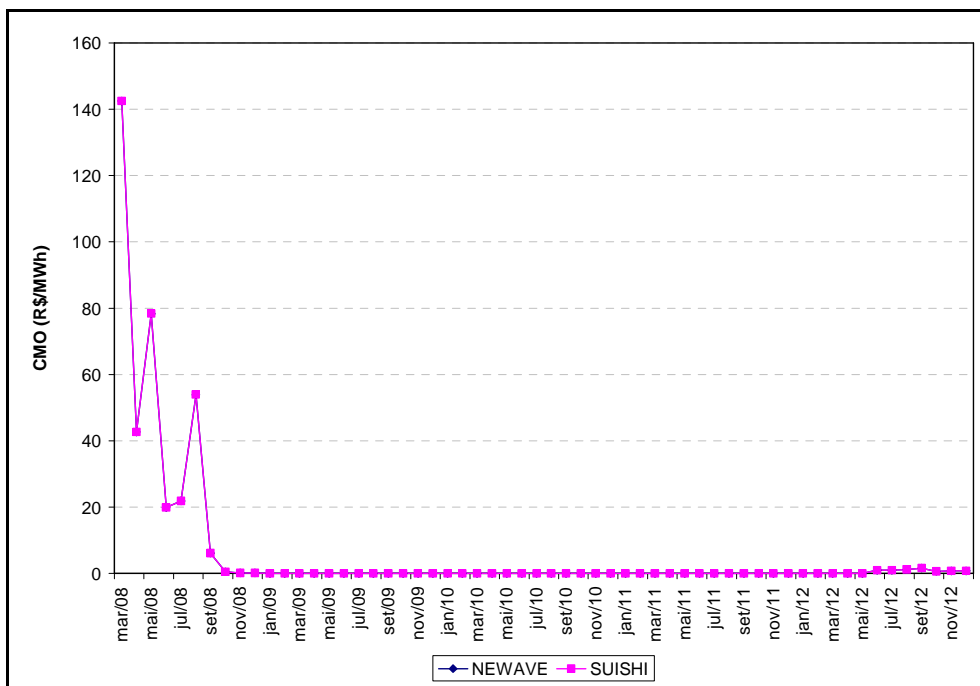


Figura 7.190 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

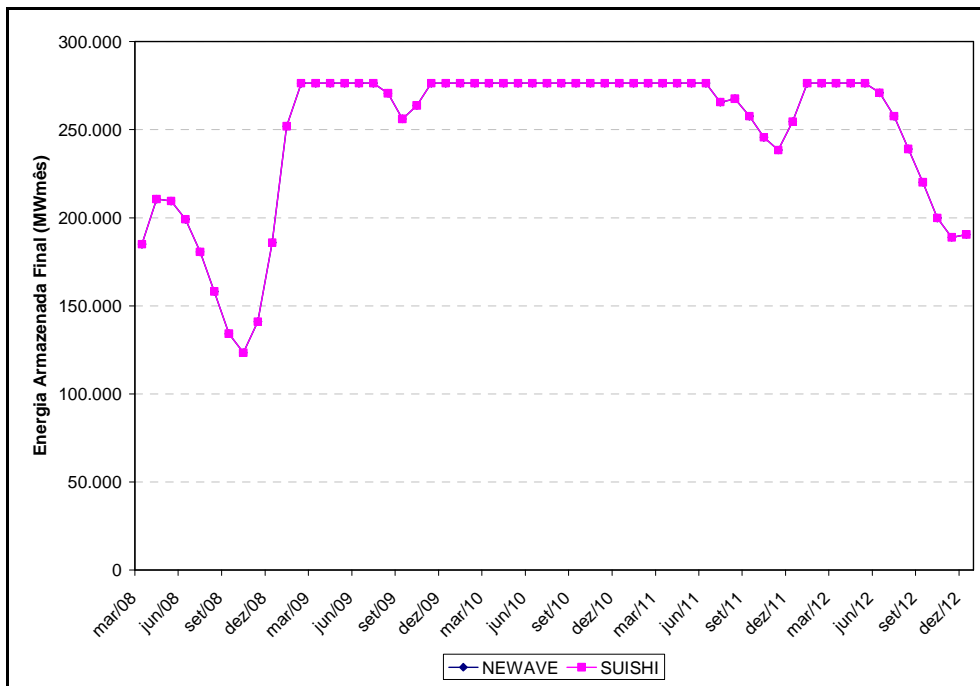


Figura 7.191 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

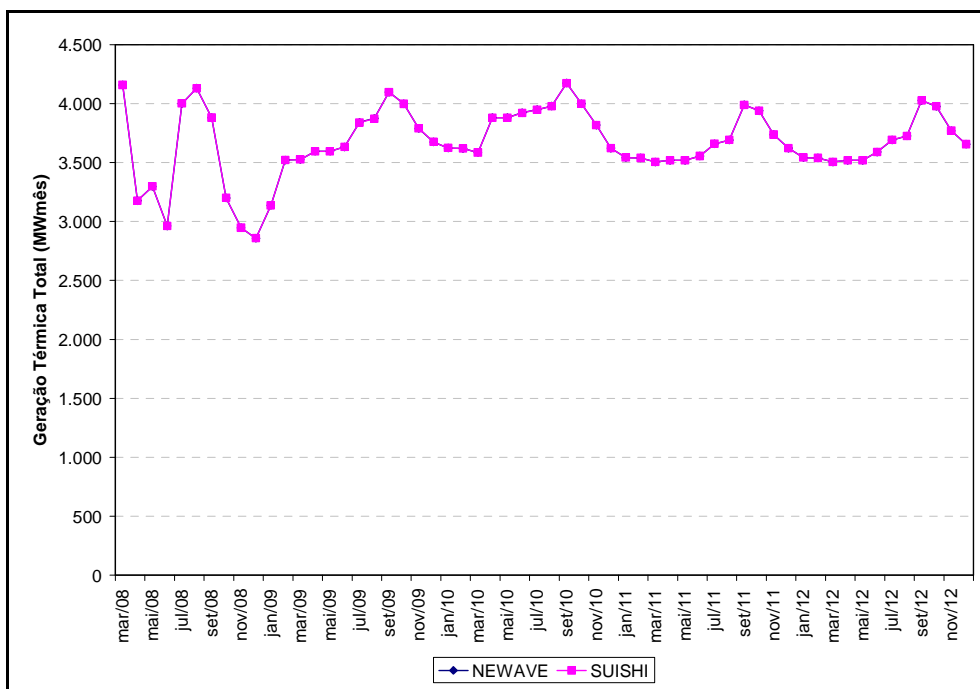


Figura 7.192 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1982

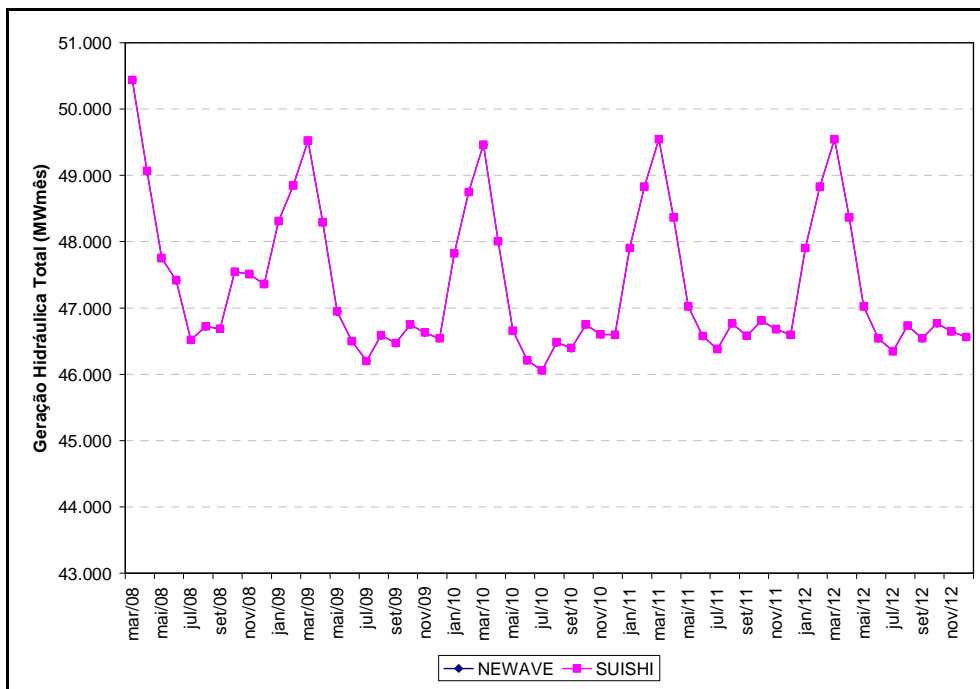


Figura 7.193 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

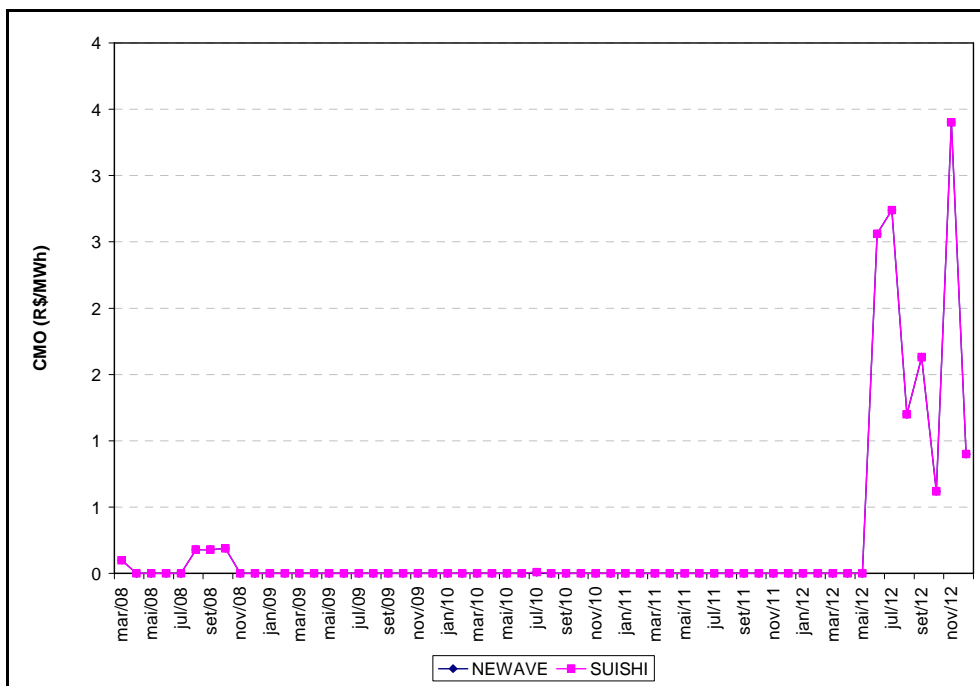


Figura 7.194 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

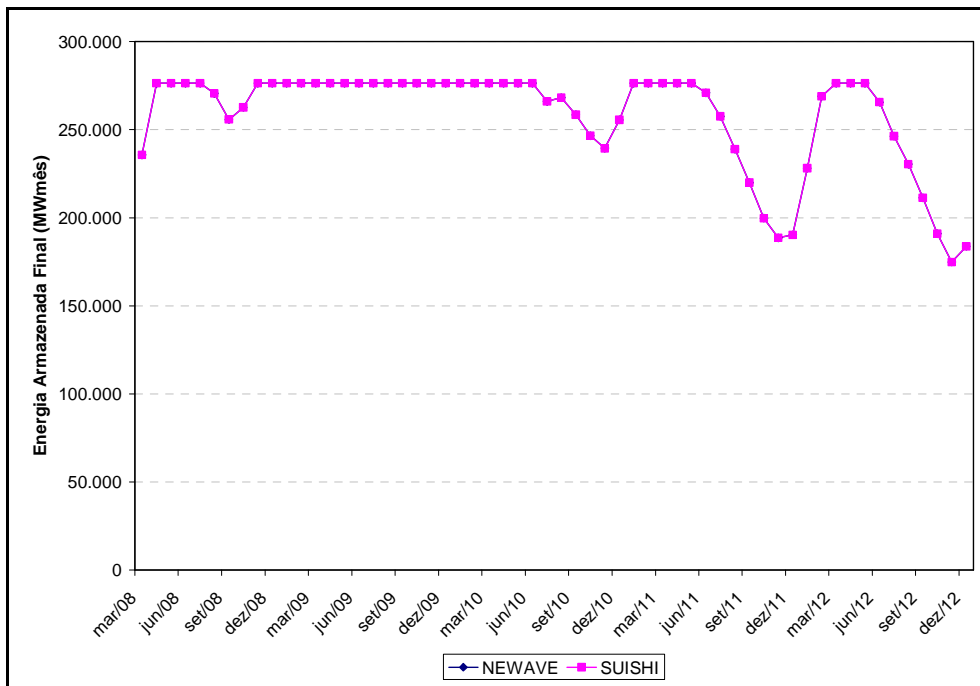


Figura 7.195 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

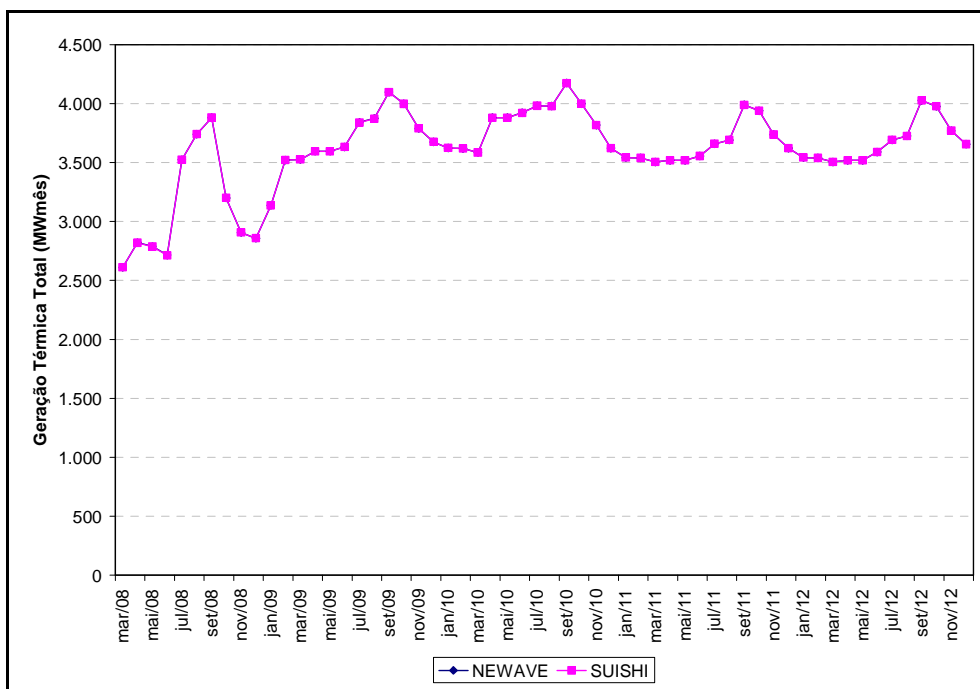


Figura 7.196 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1983

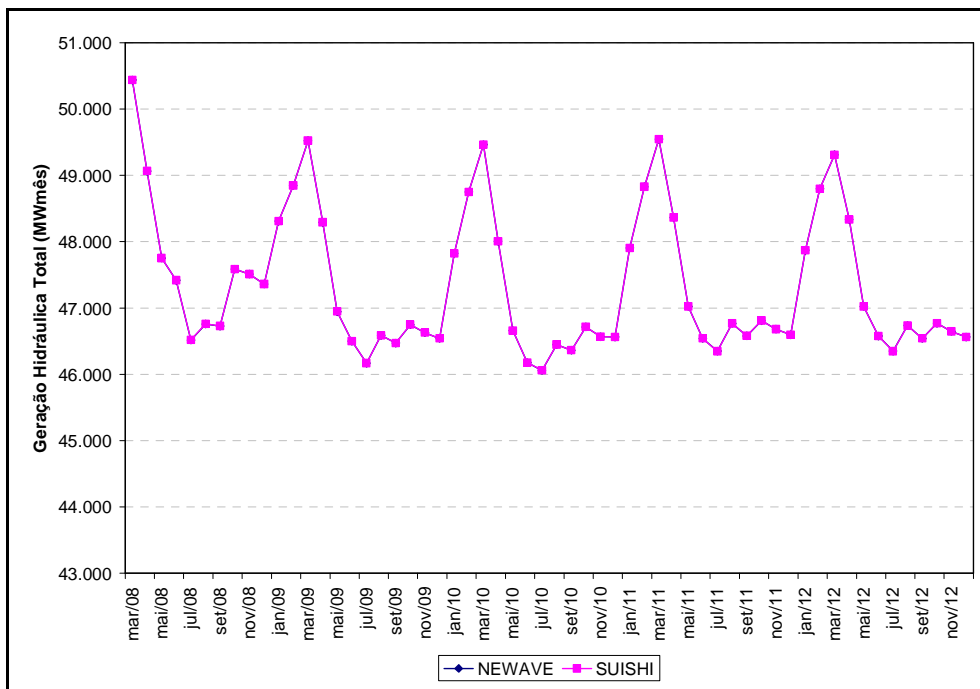


Figura 7.197 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

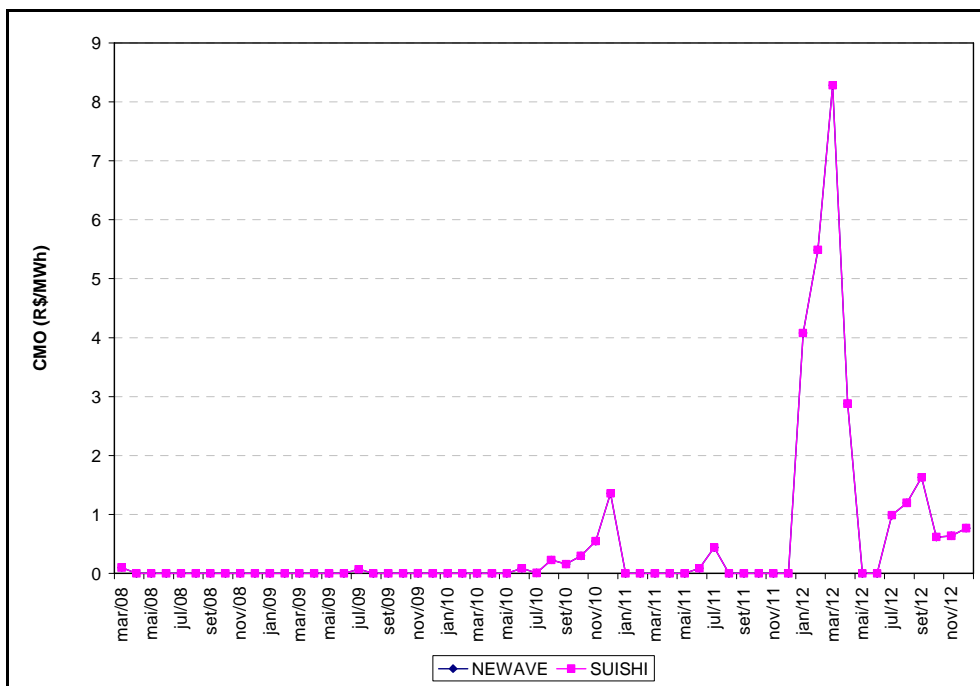


Figura 7.198 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

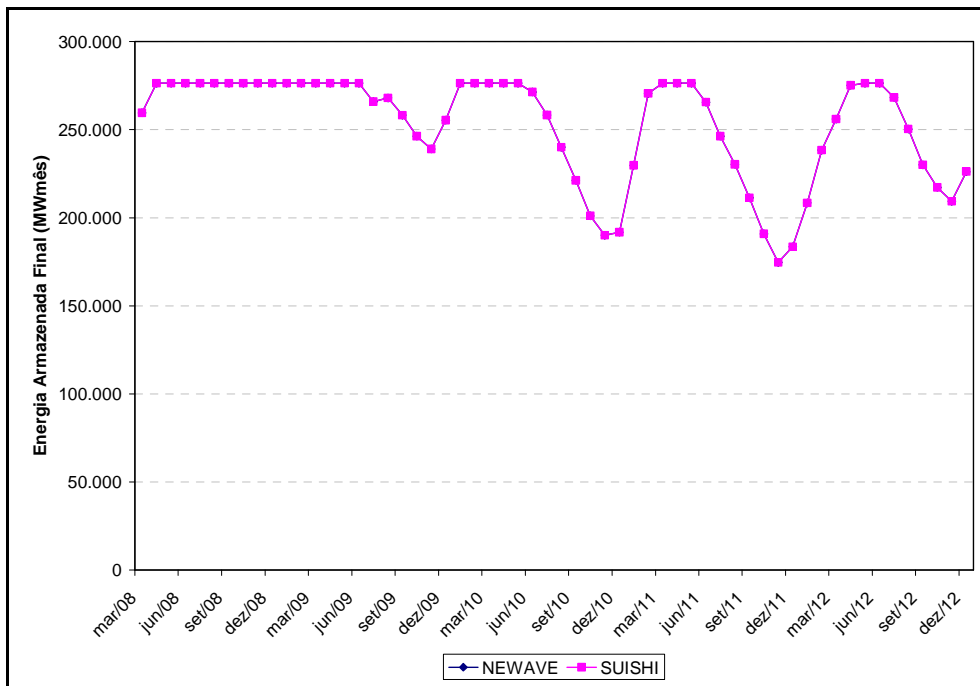


Figura 7.199 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

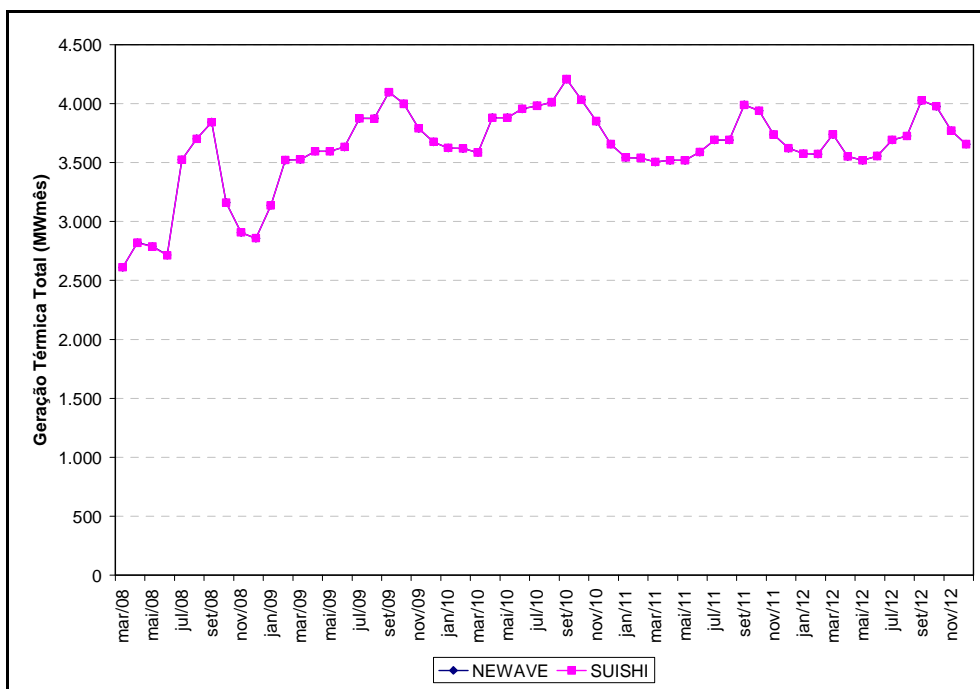


Figura 7.200 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1984

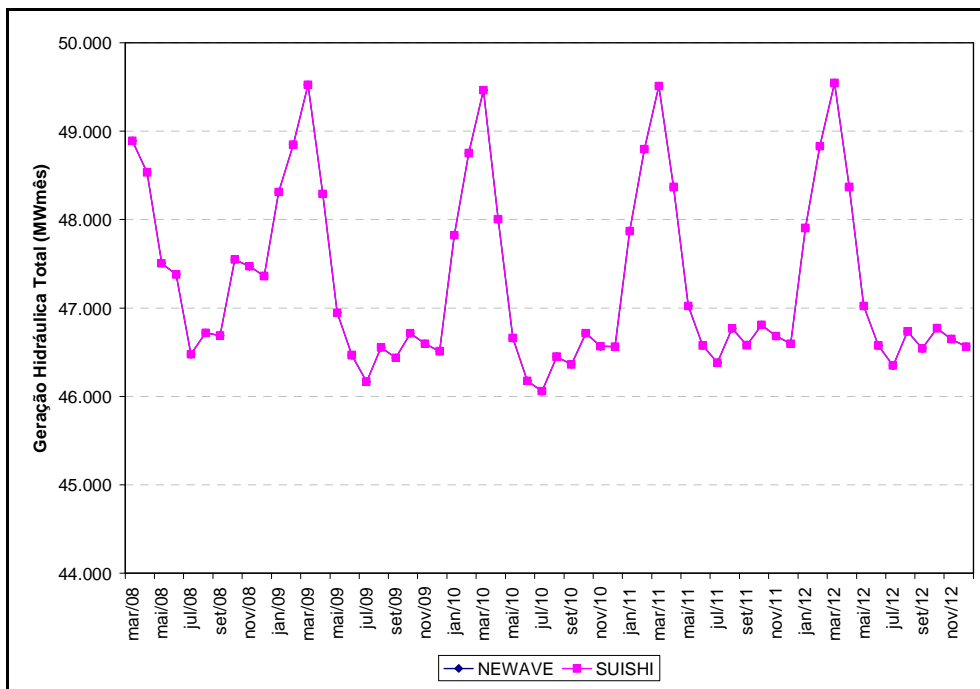


Figura 7.201 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

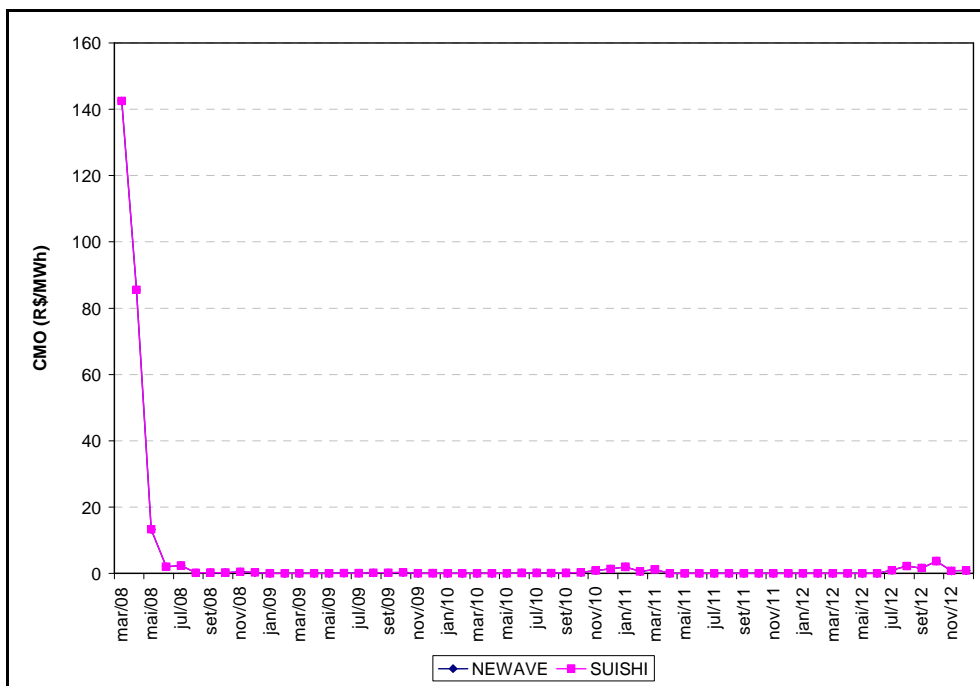


Figura 7.202 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

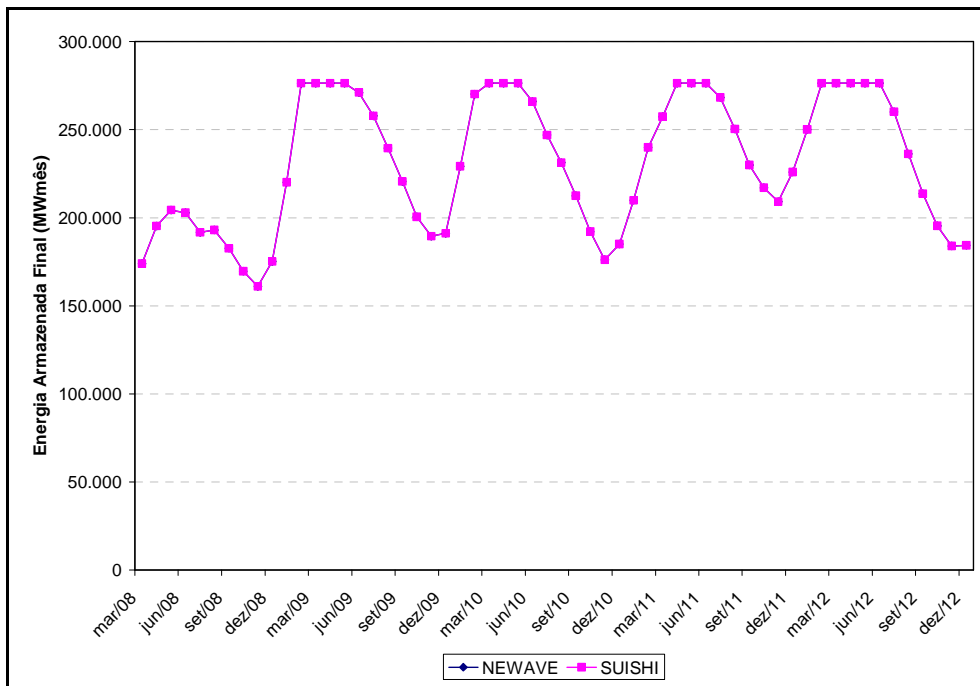


Figura 7.203 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

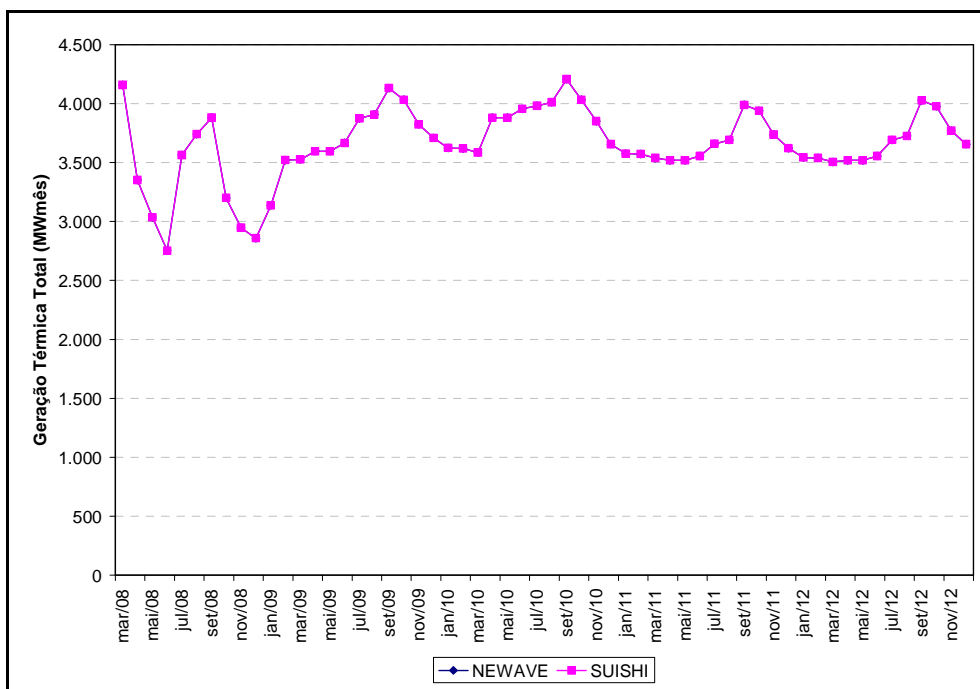


Figura 7.204 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1985

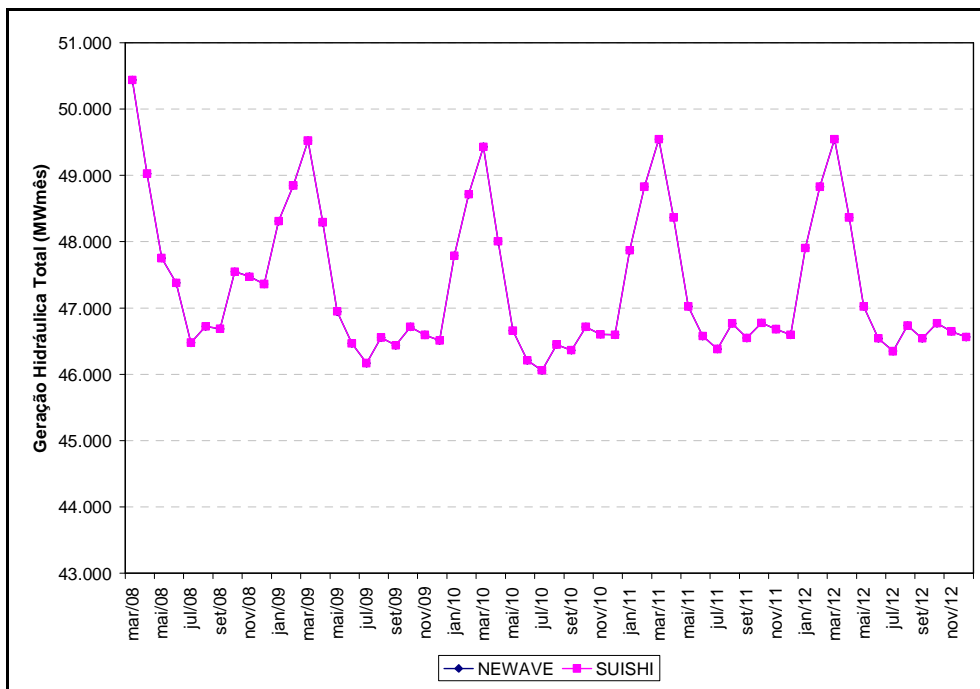


Figura 7.205 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

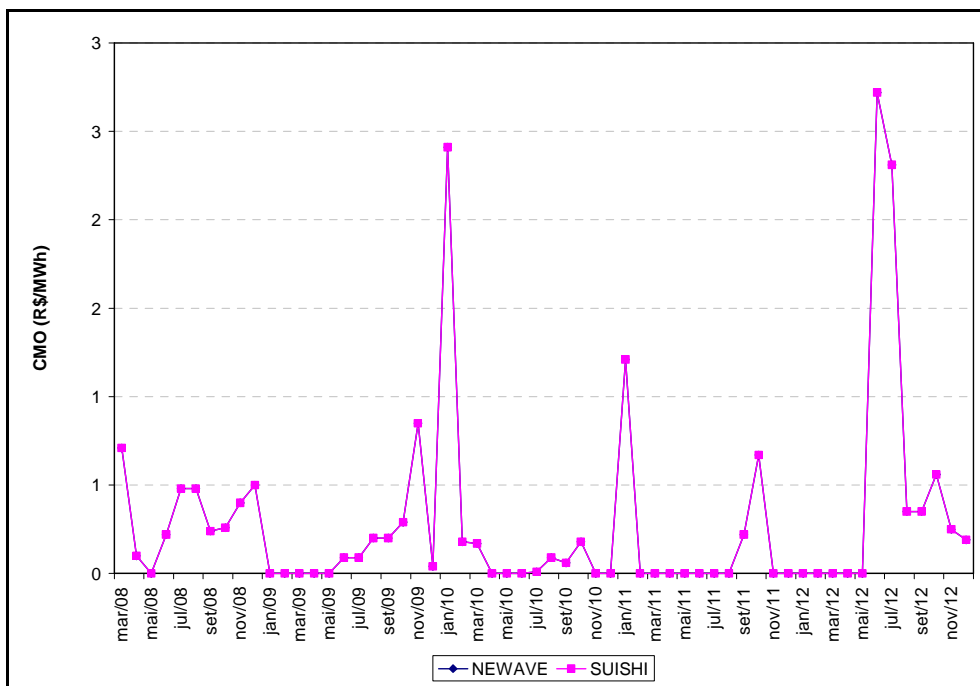


Figura 7.206 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

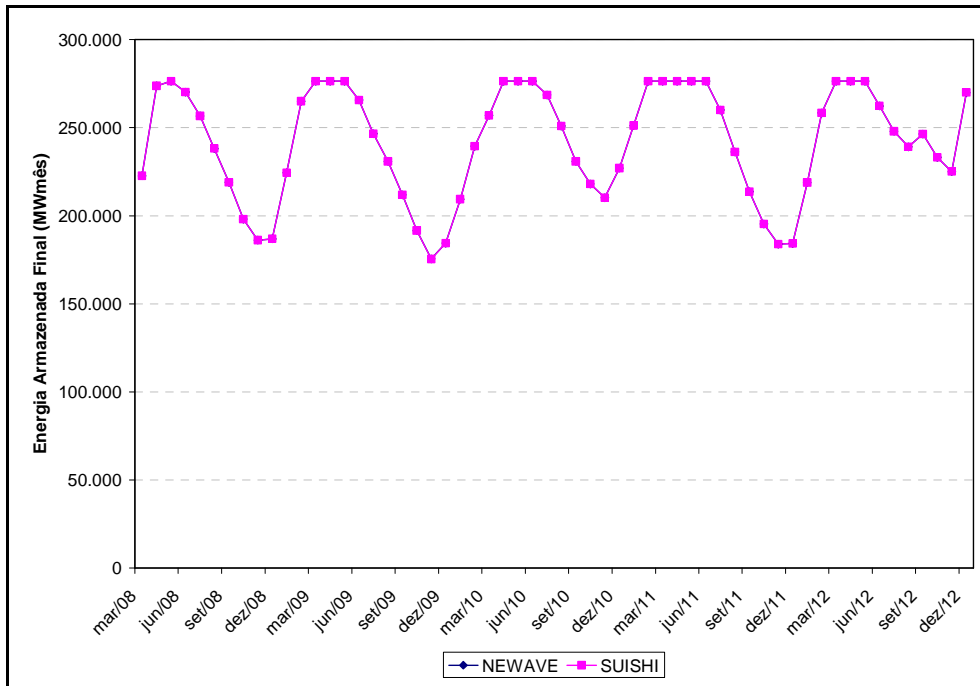


Figura 7.207 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

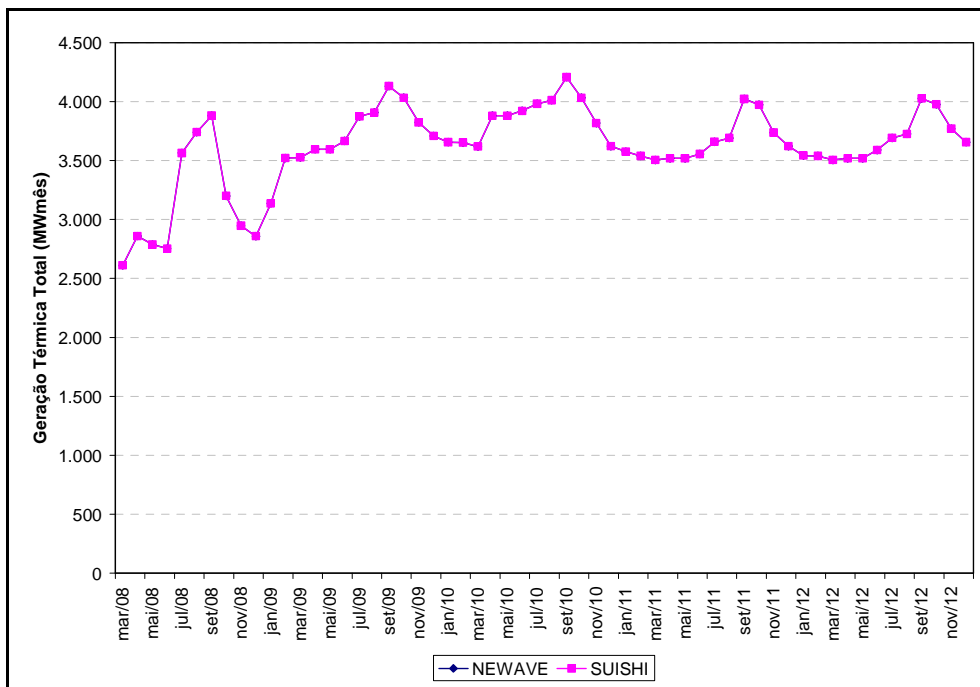


Figura 7.208 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1986

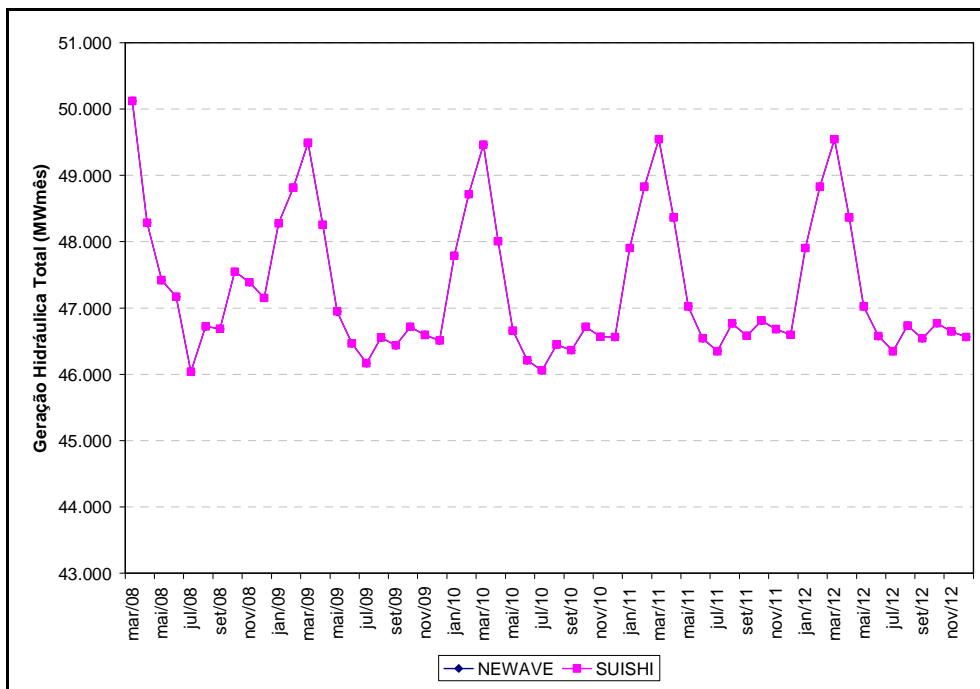


Figura 7.209 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

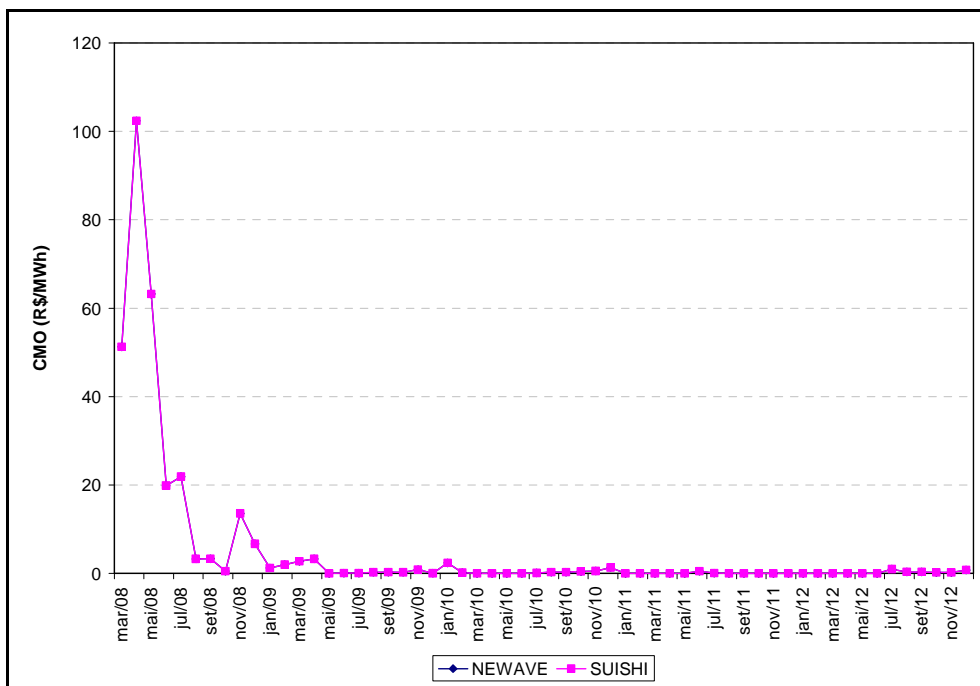


Figura 7.210 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

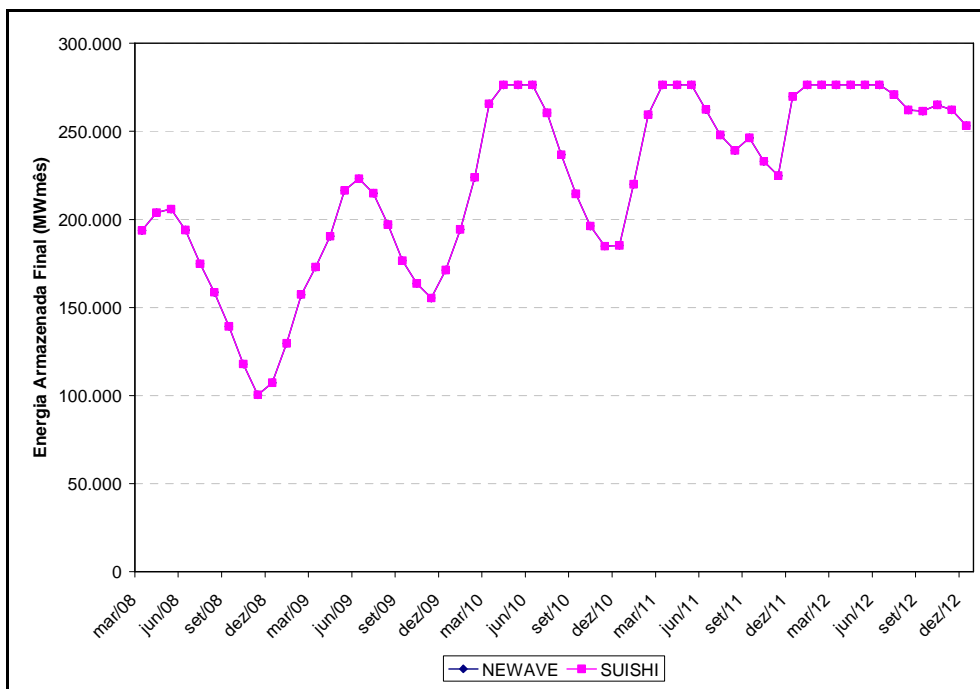


Figura 7.211 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

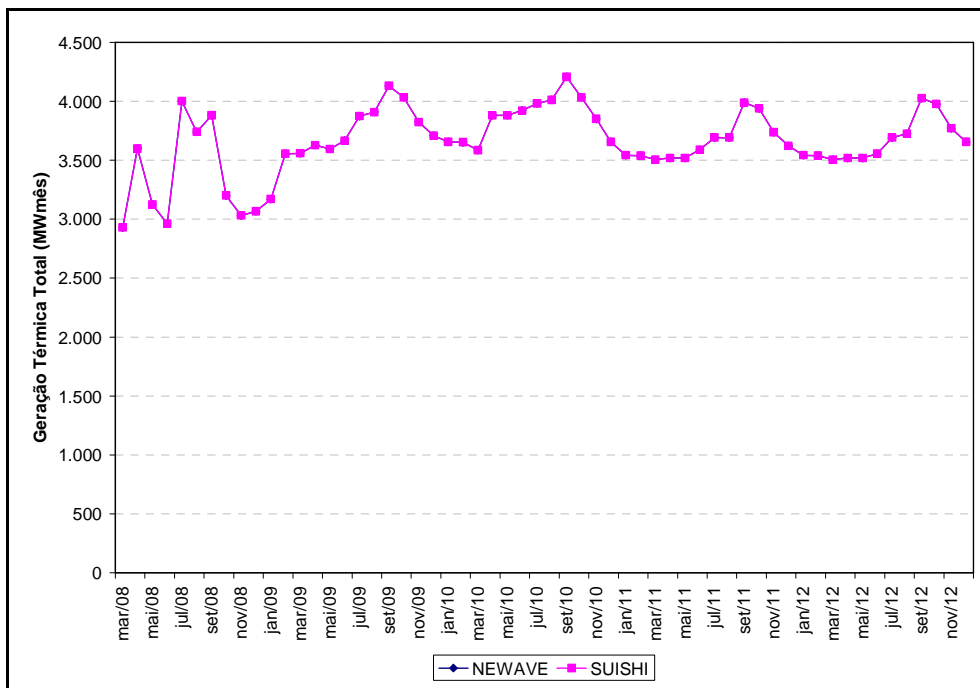


Figura 7.212 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1987

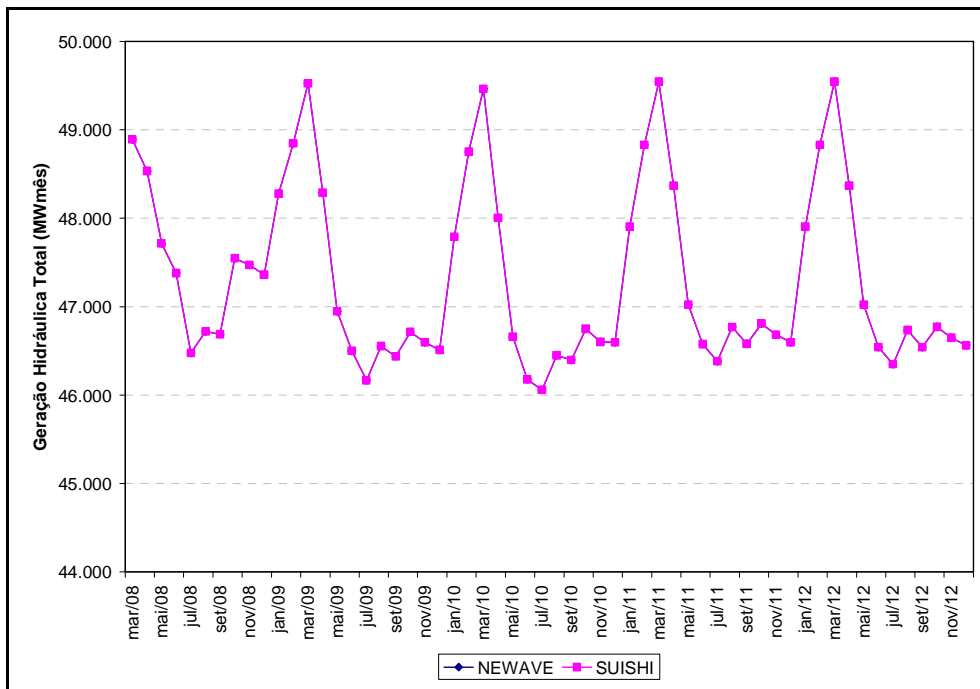


Figura 7.213 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

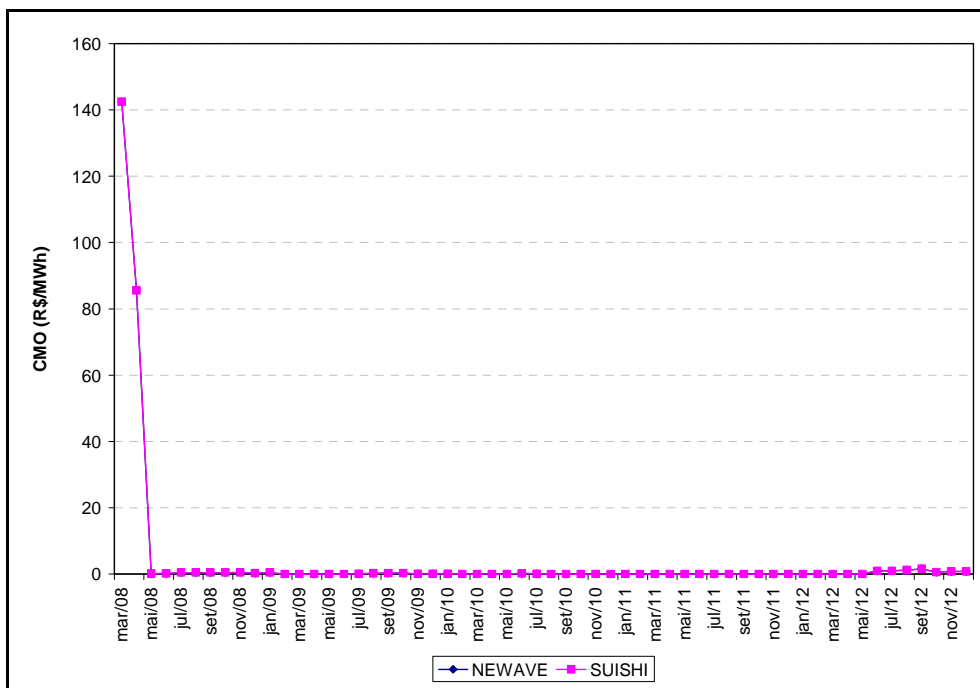


Figura 7.214 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

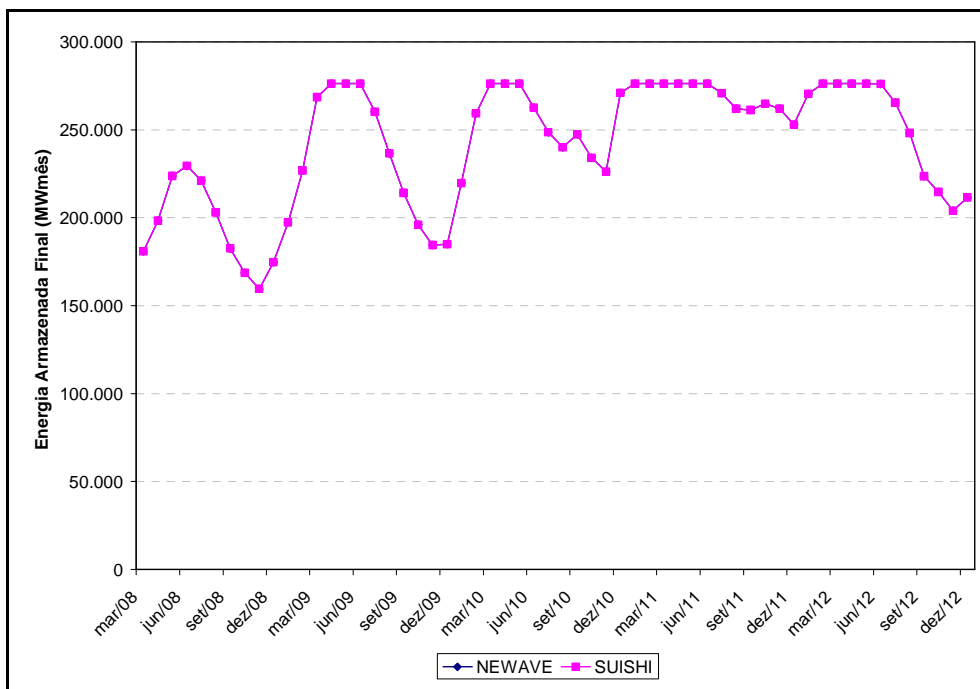


Figura 7.215 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

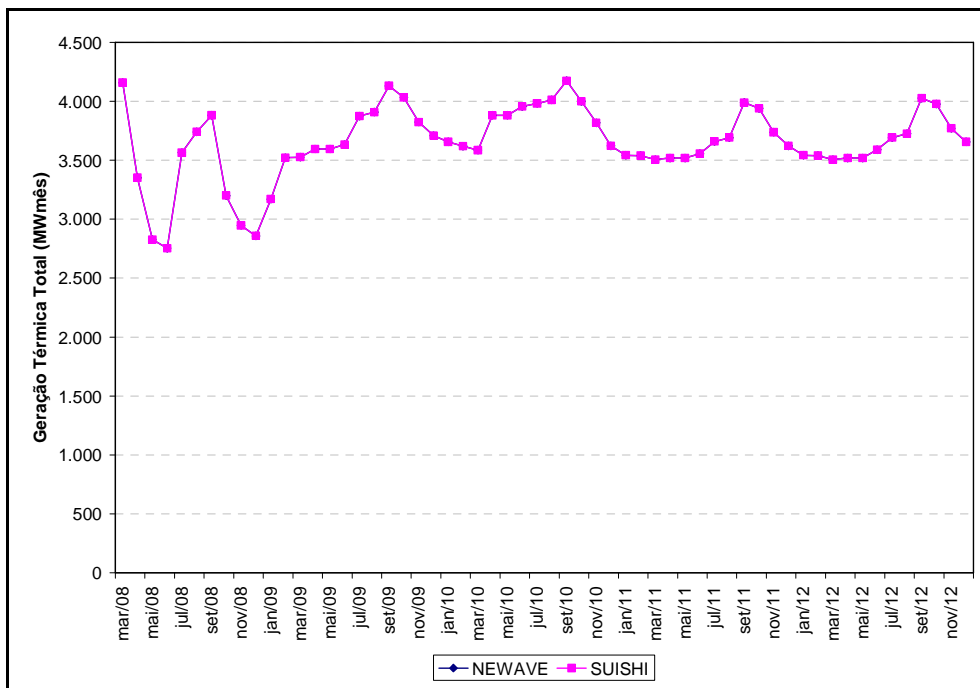


Figura 7.216 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1988

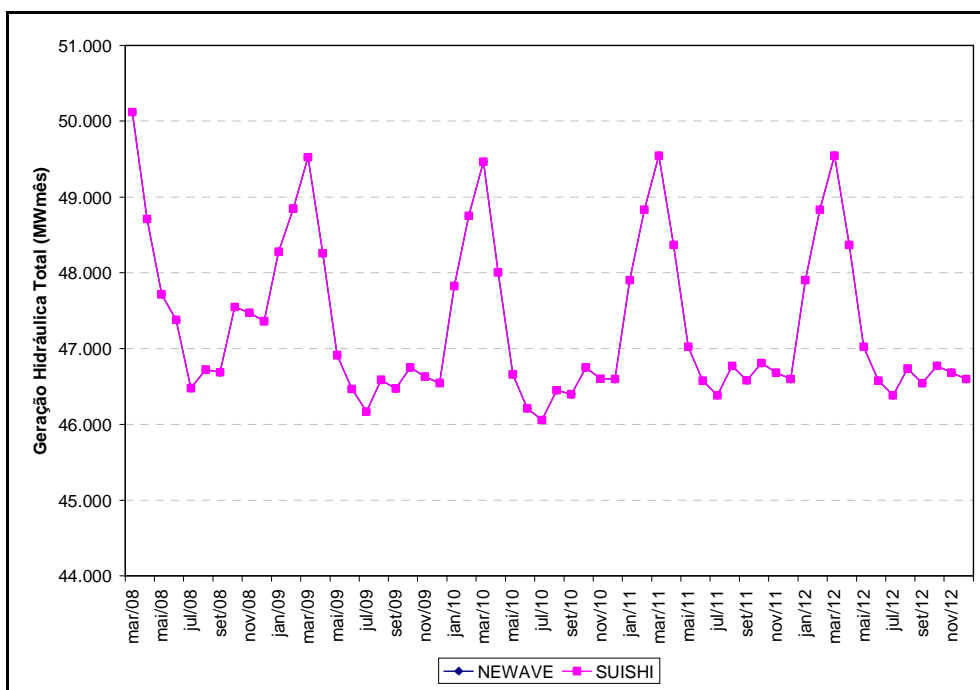


Figura 7.217 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

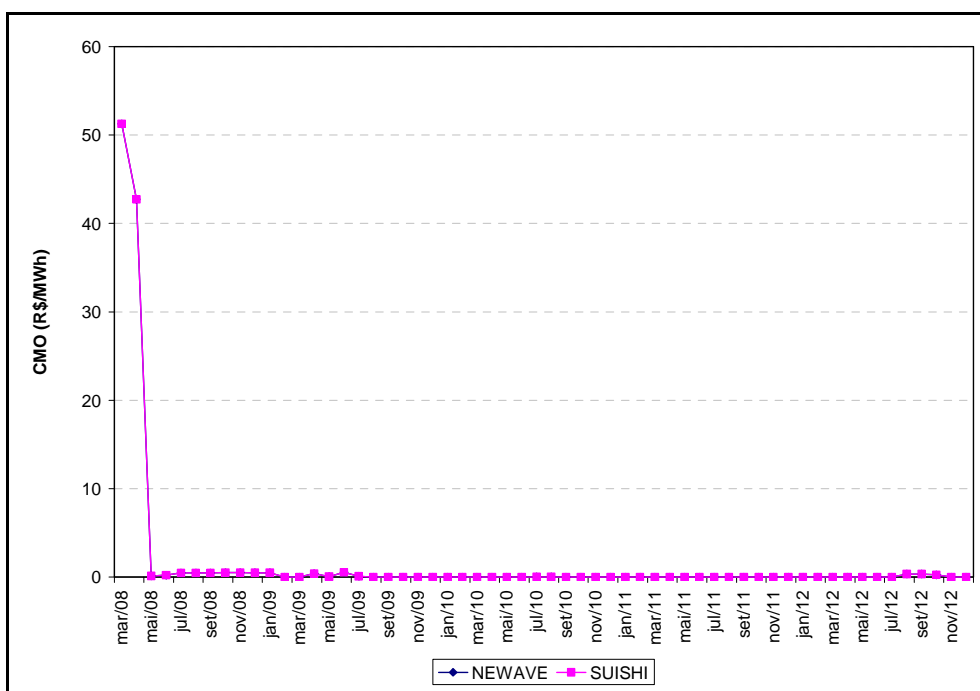


Figura 7.218 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

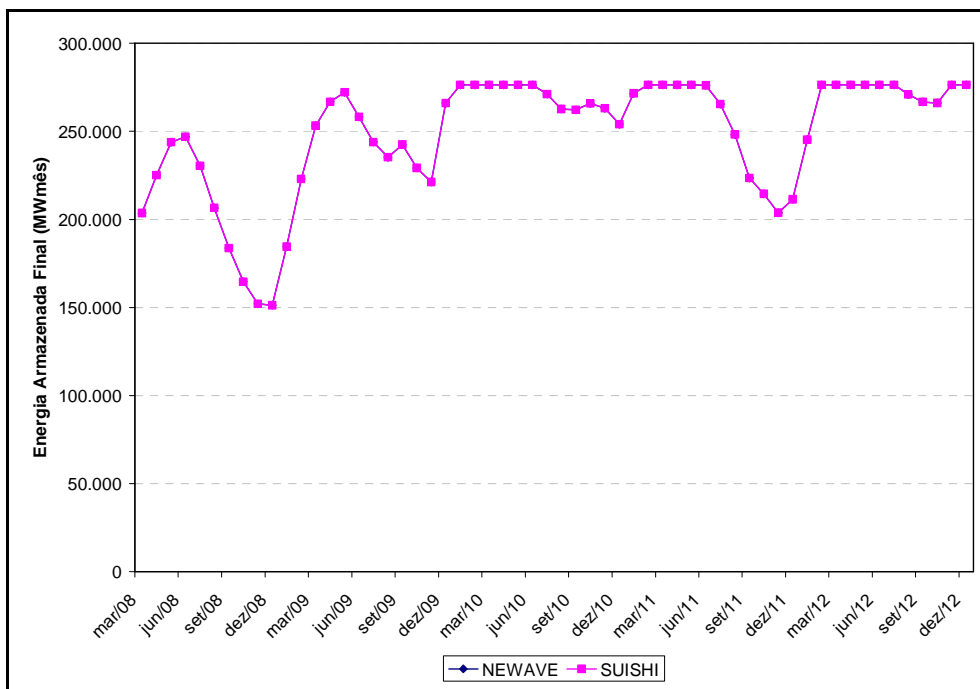


Figura 7.219 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

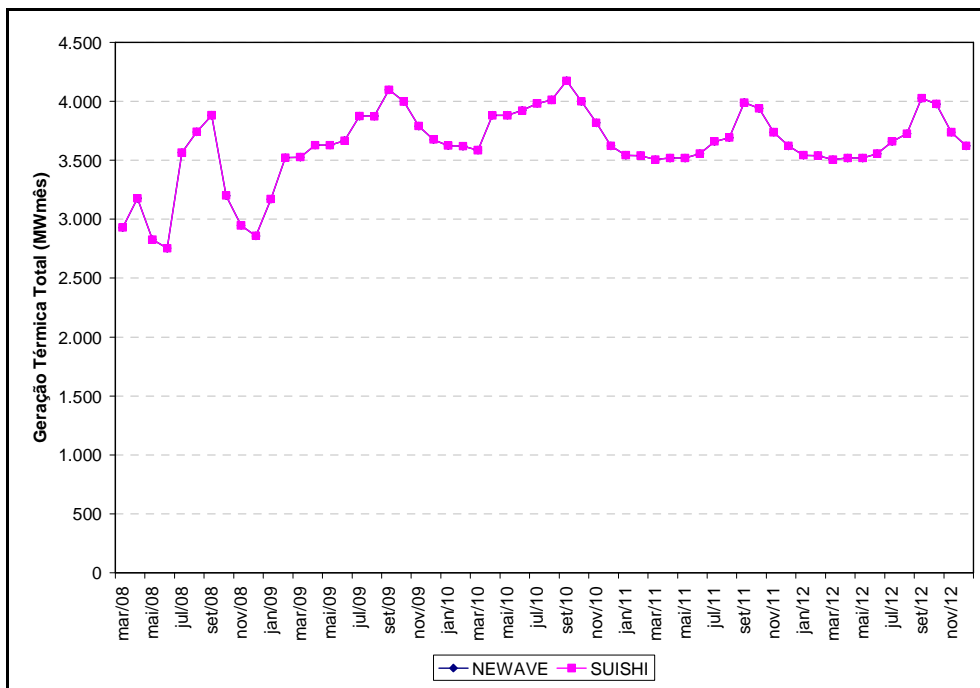


Figura 7.220 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1989

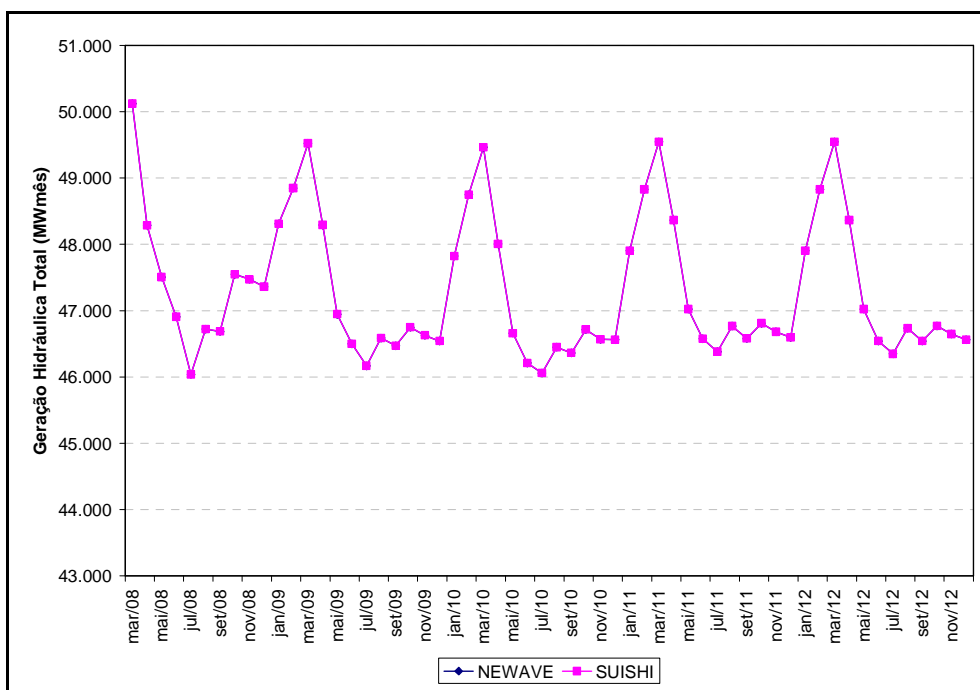


Figura 7.221 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

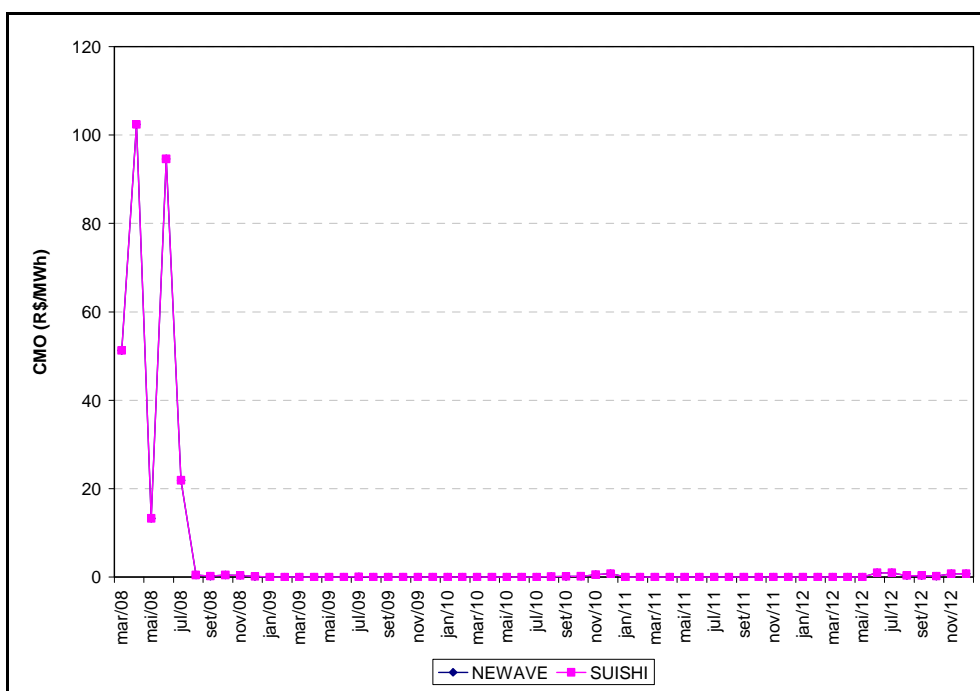


Figura 7.222 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

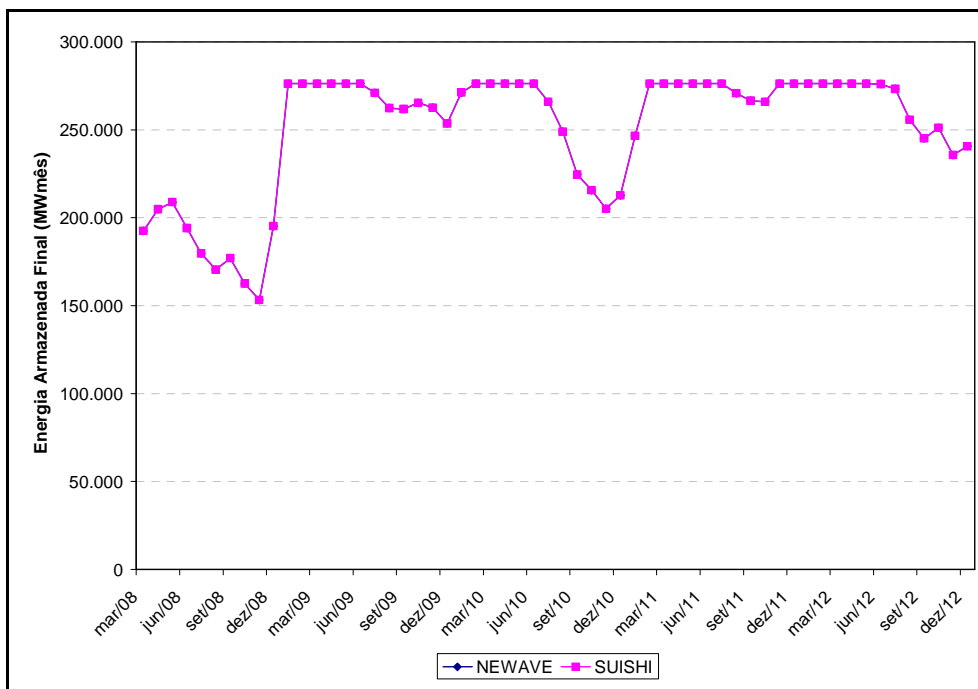


Figura 7.223 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

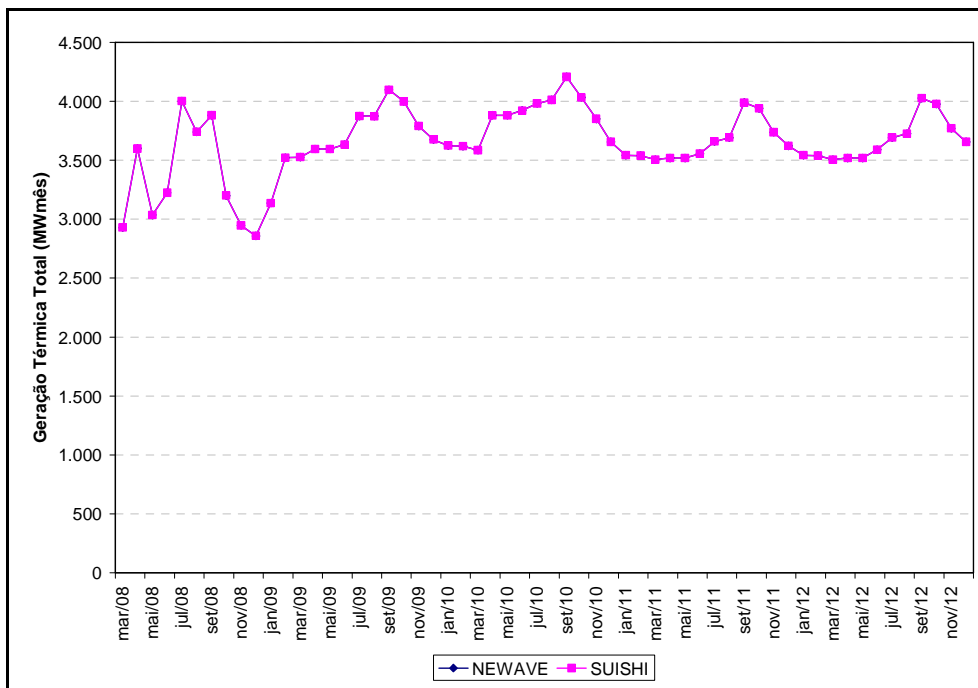


Figura 7.224 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1990

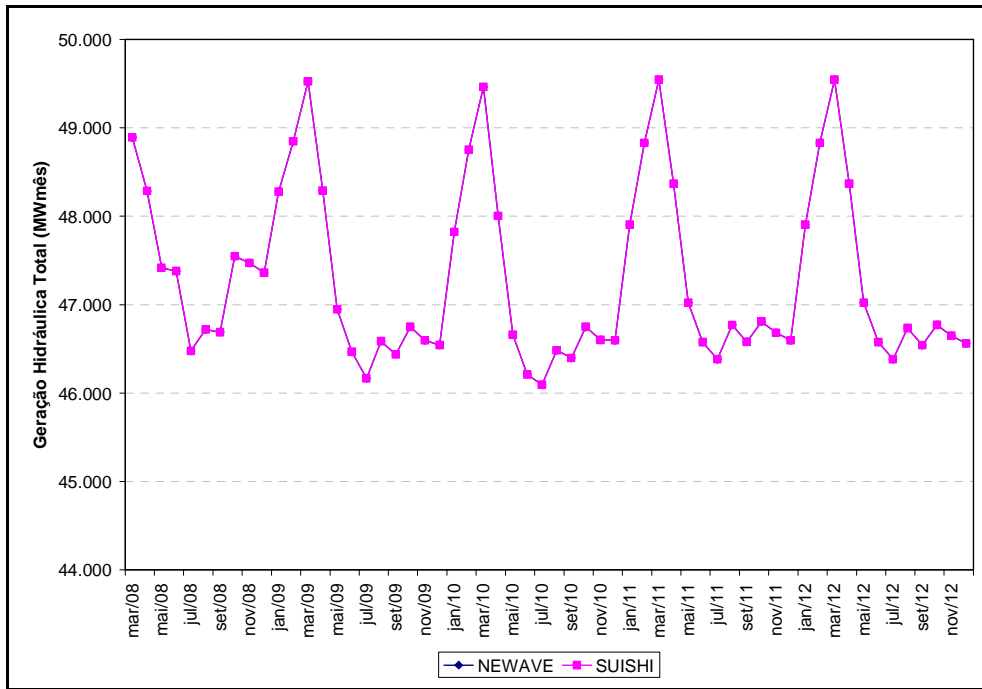


Figura 7.225 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

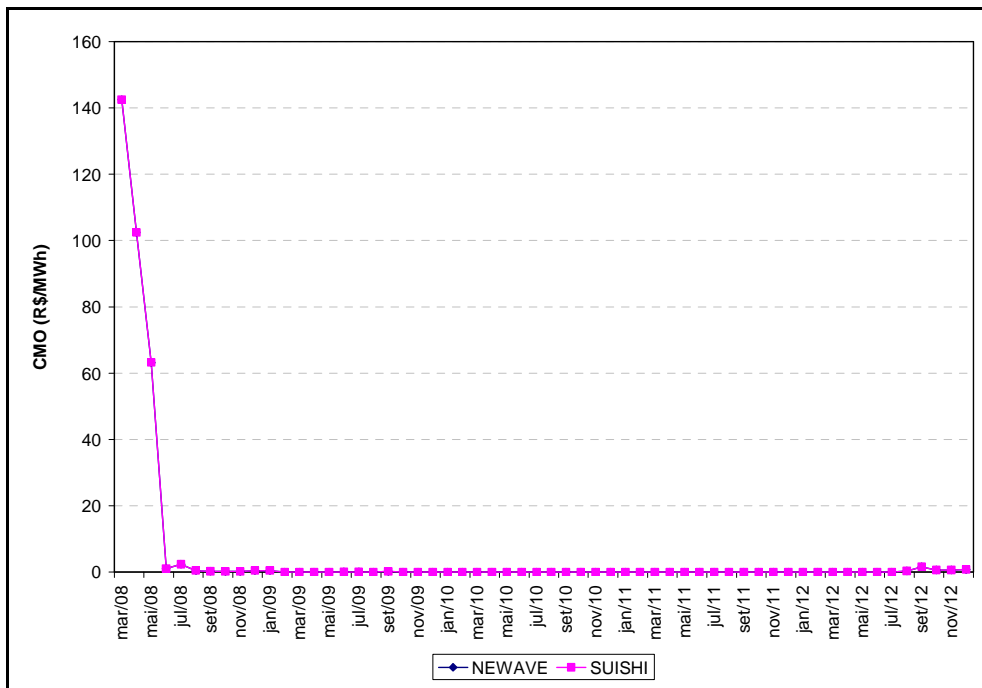


Figura 7.226 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

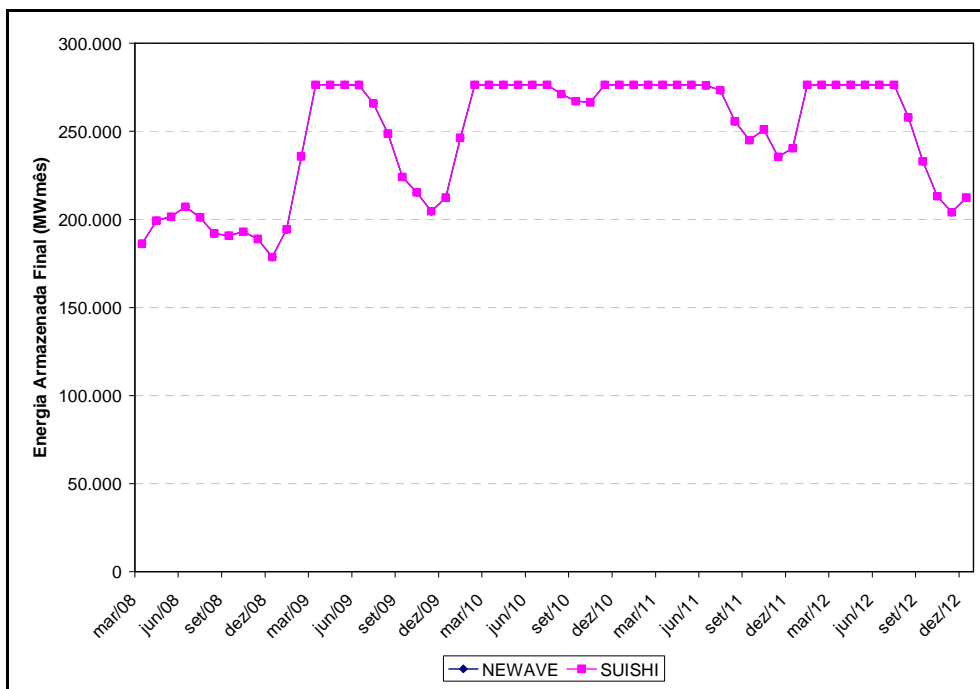


Figura 7.227 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

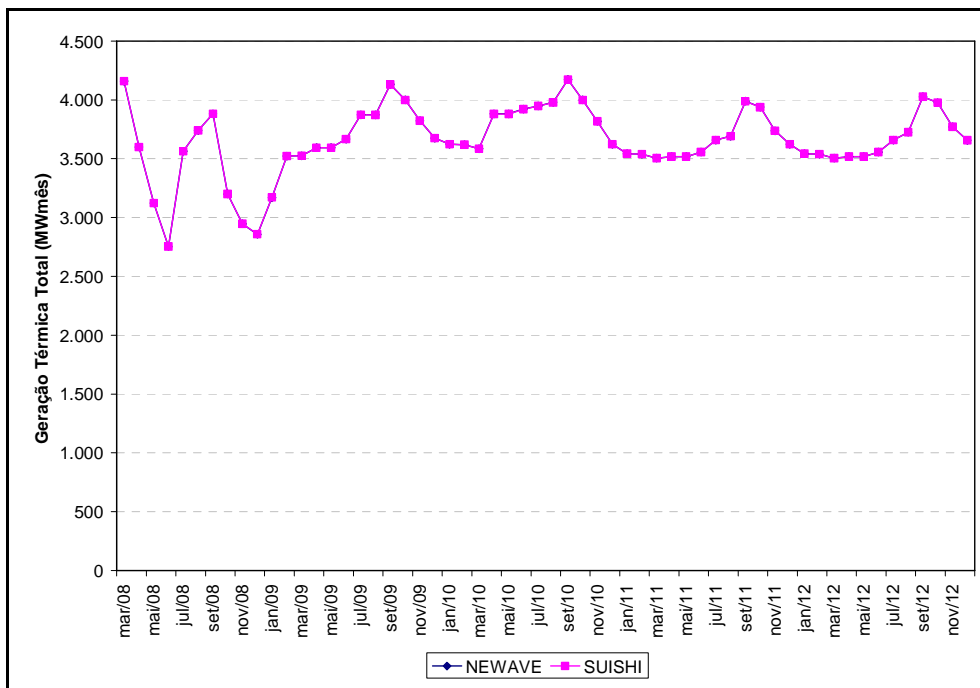


Figura 7.228 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1991

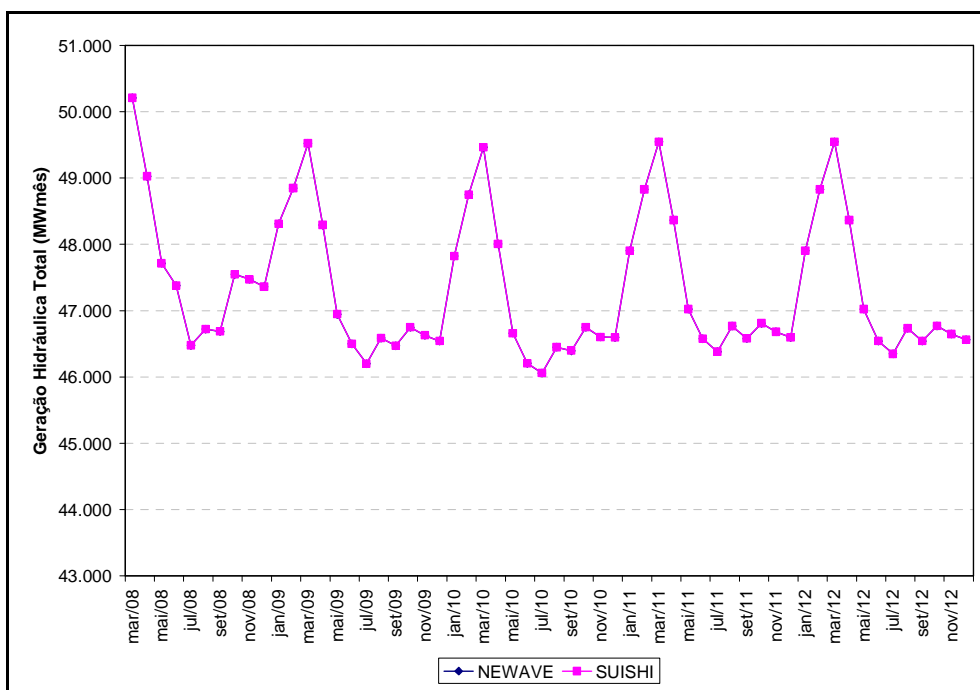


Figura 7.229 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

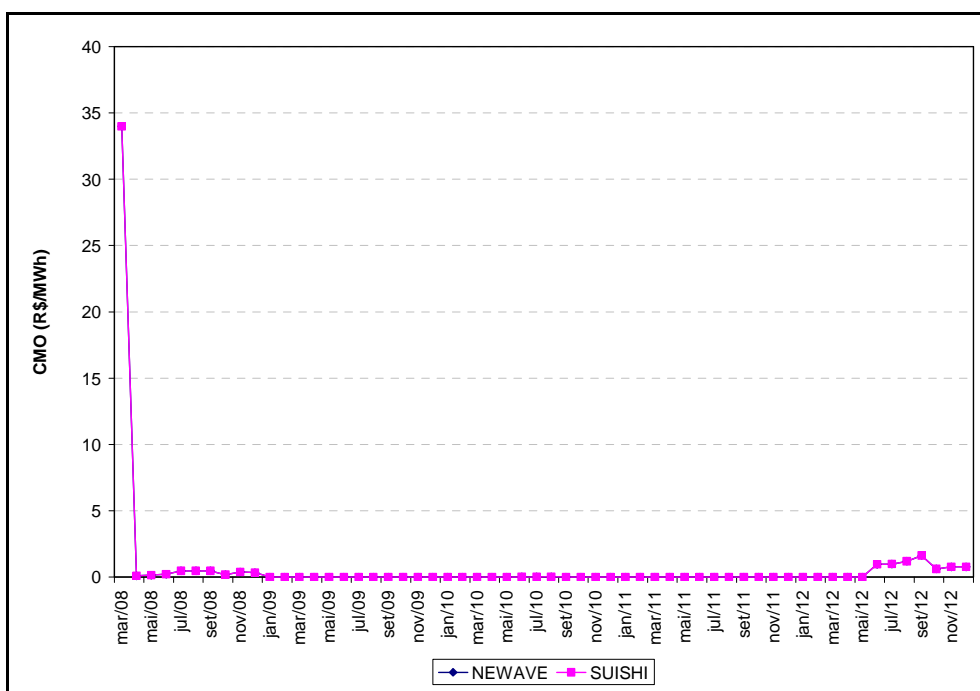


Figura 7.230 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

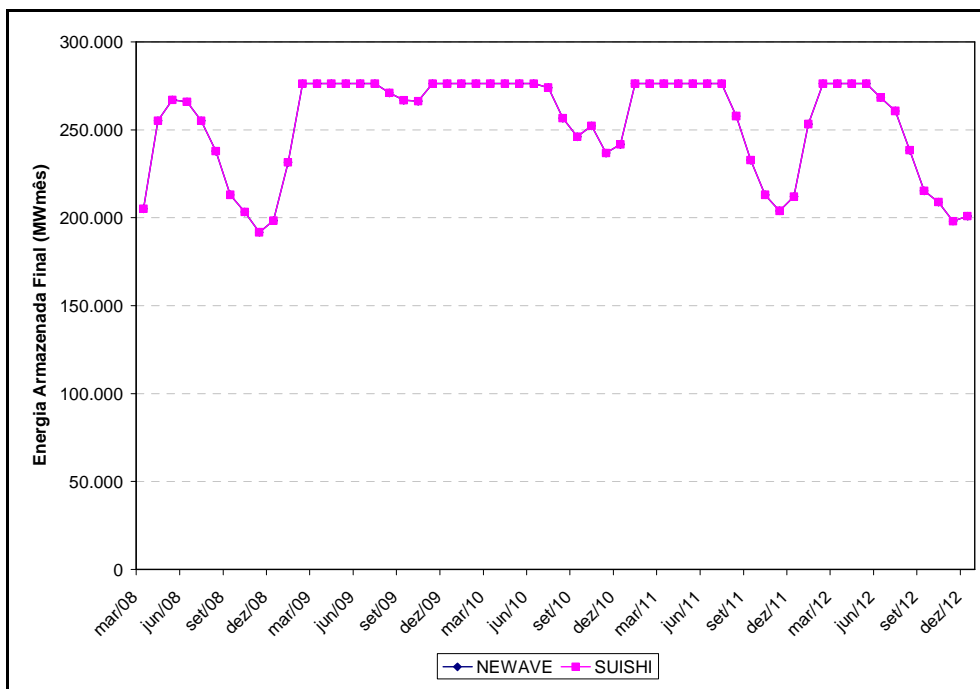


Figura 7.231 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

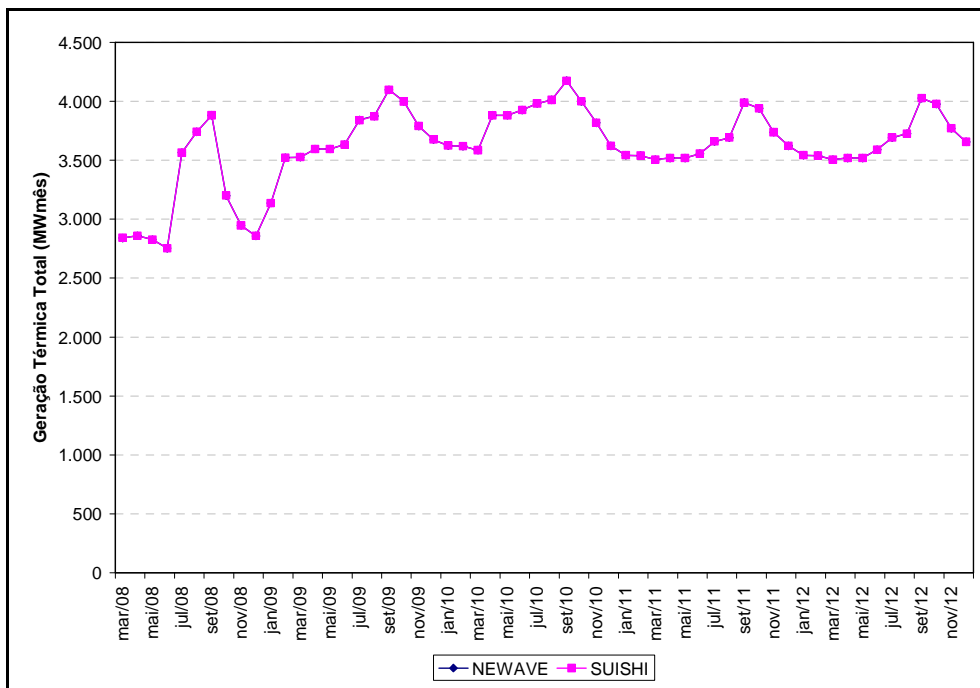


Figura 7.232 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1992

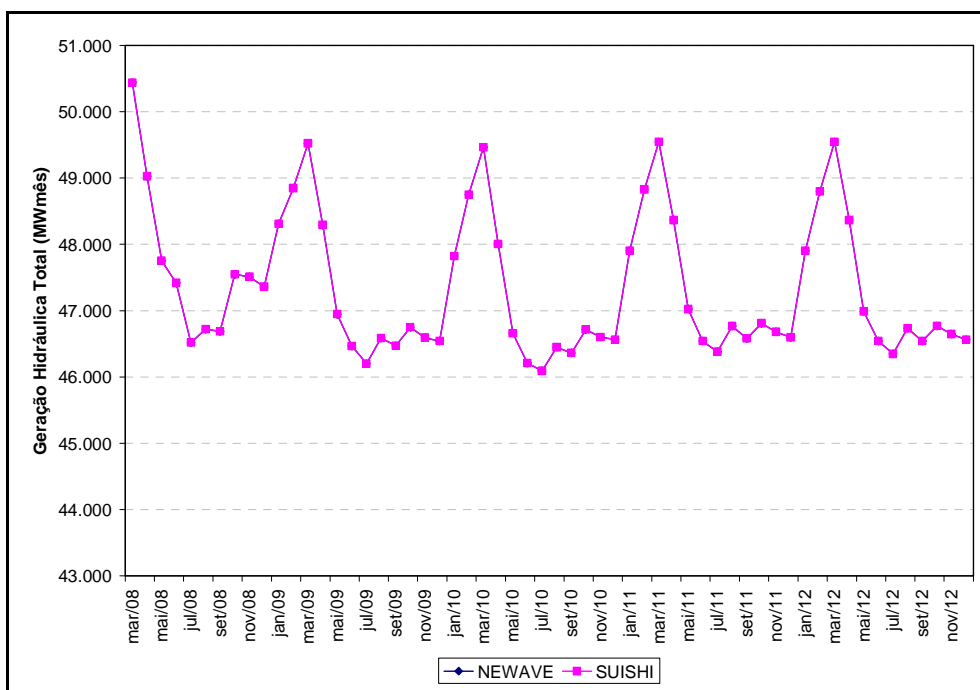


Figura 7.233 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

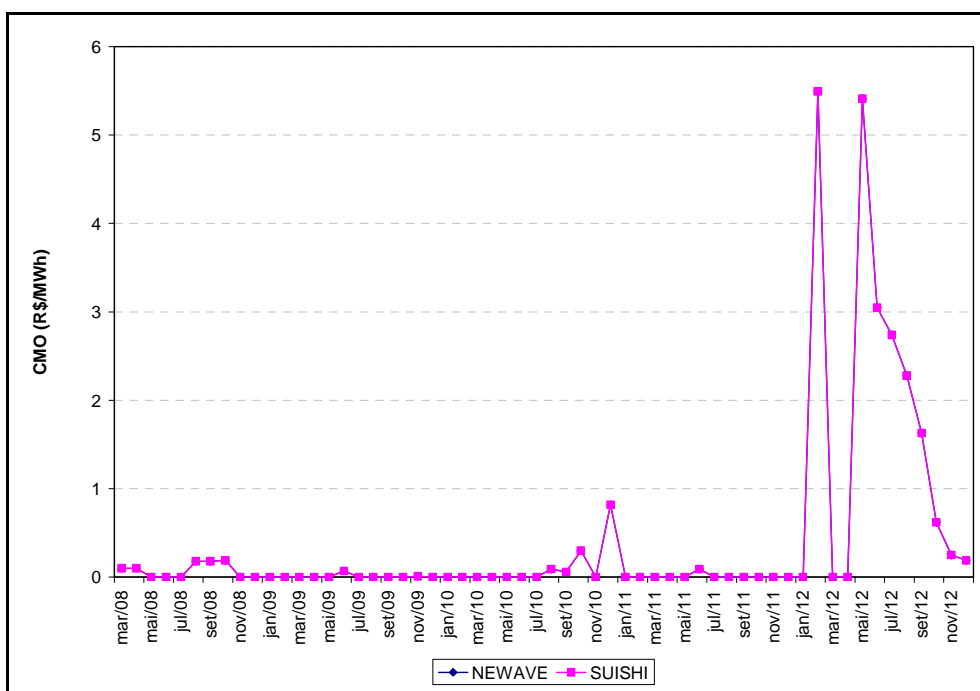


Figura 7.234 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

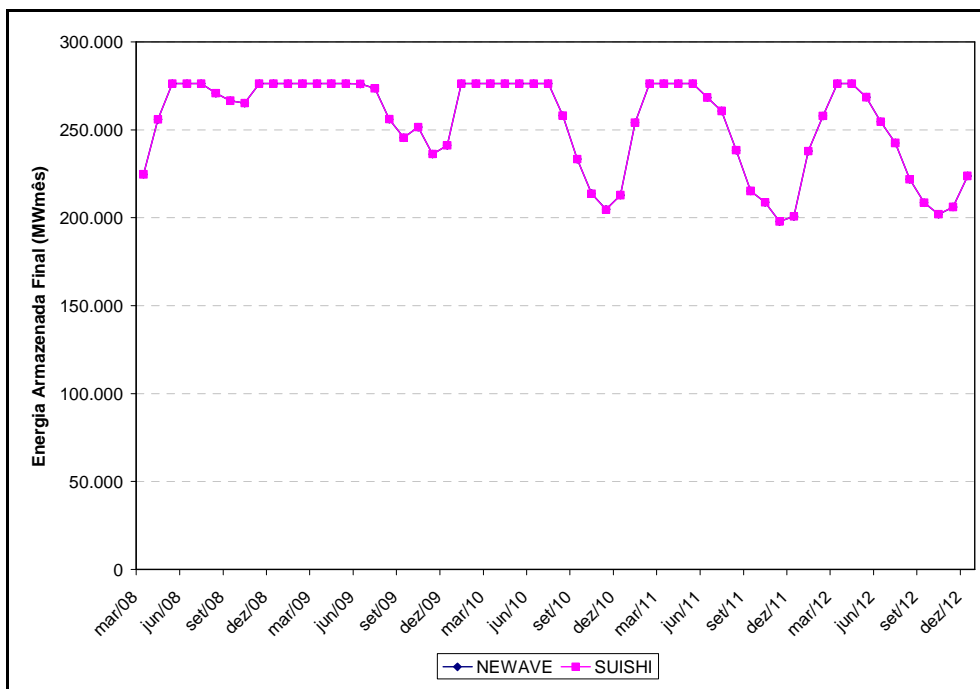


Figura 7.235 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

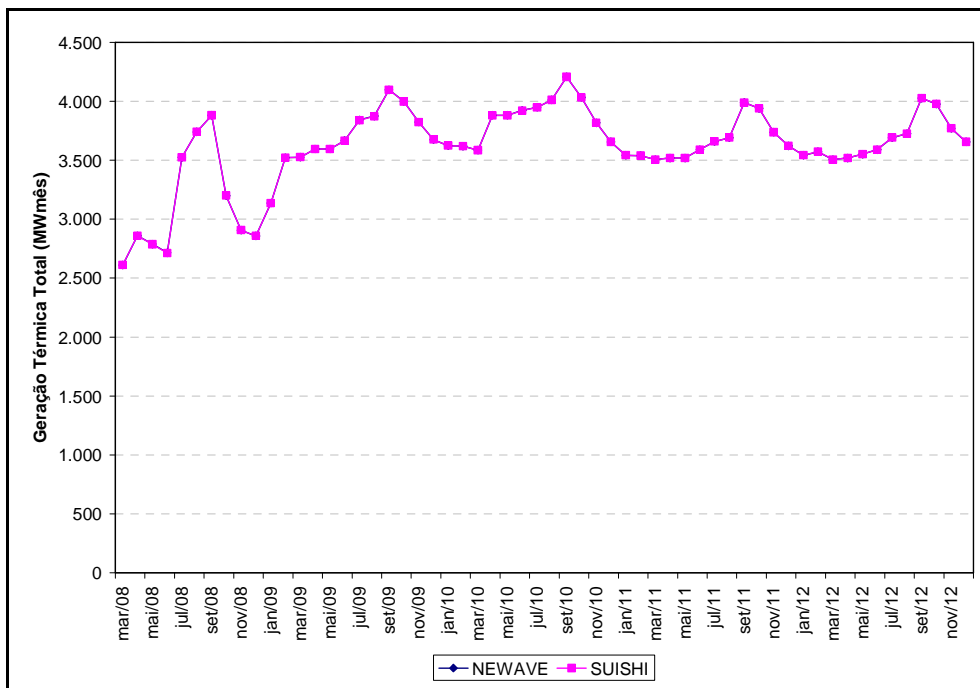


Figura 7.236 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1993

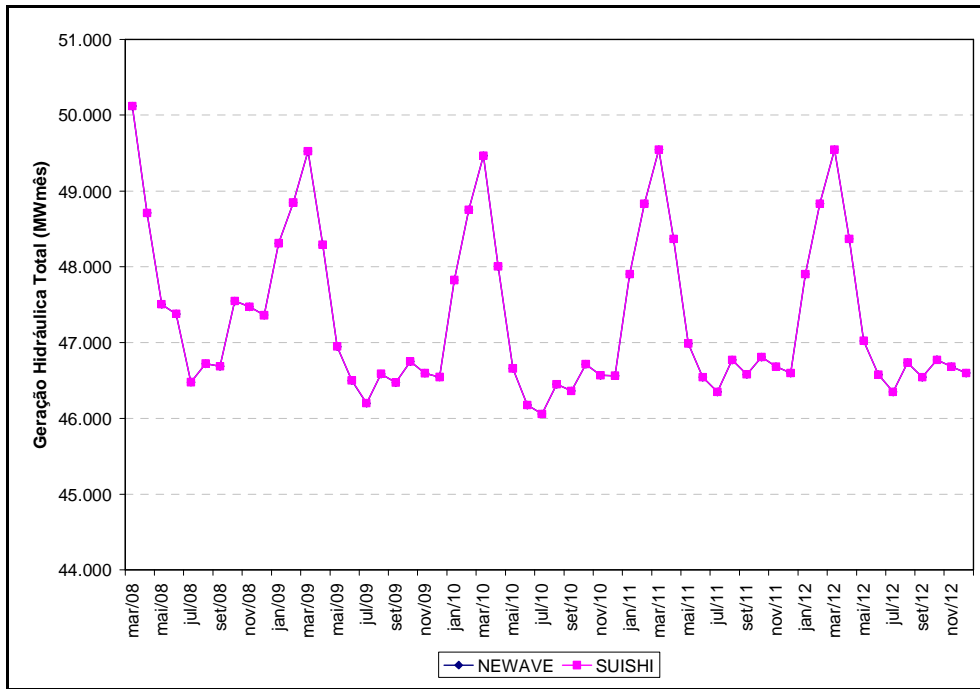


Figura 7.237 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

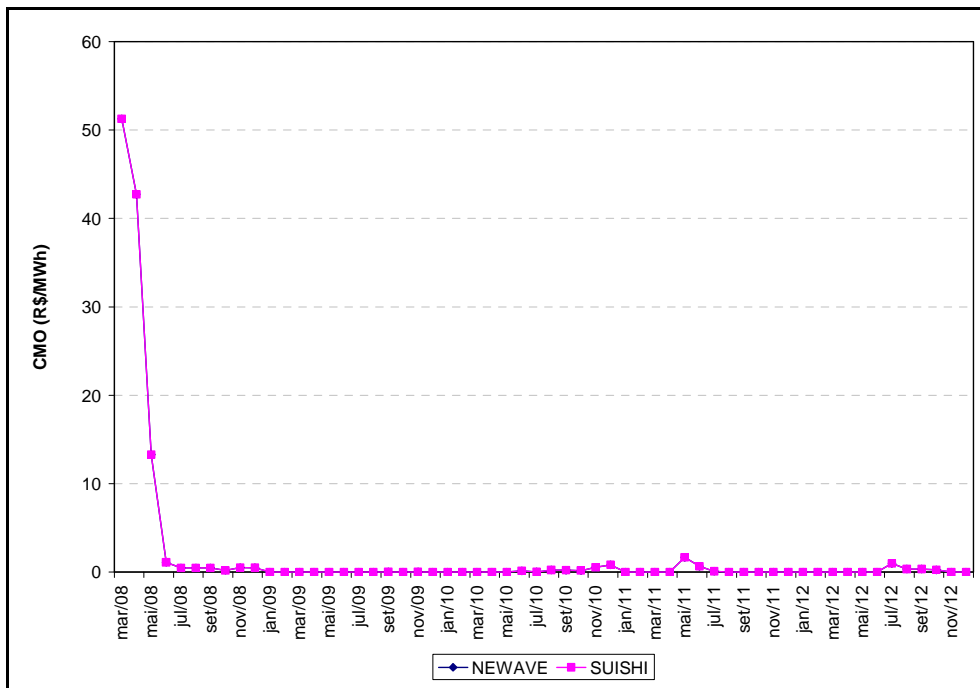


Figura 7.238 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

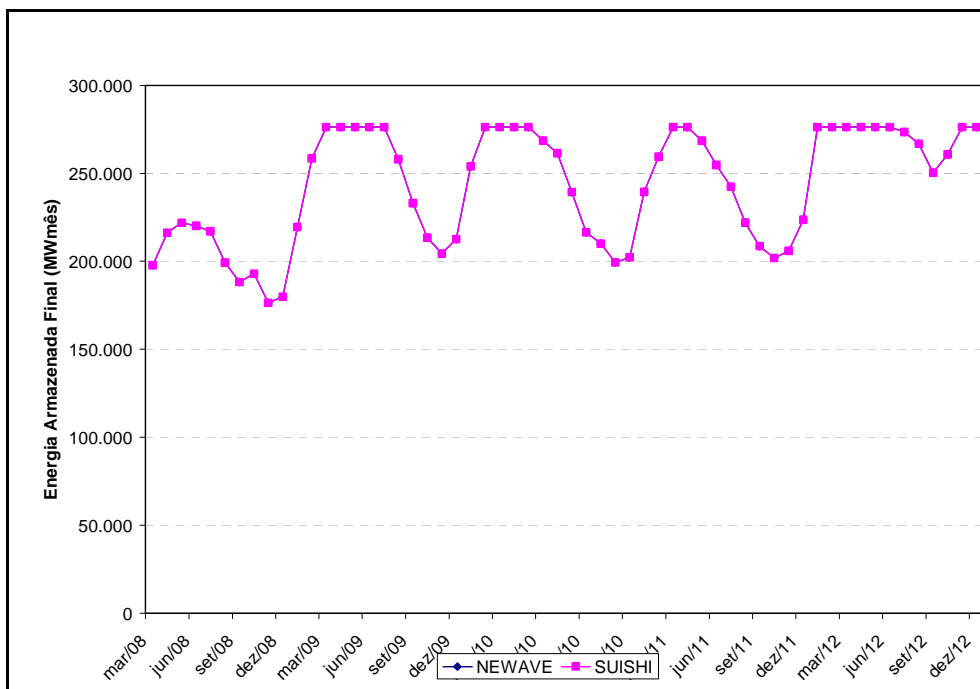


Figura 7.239 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

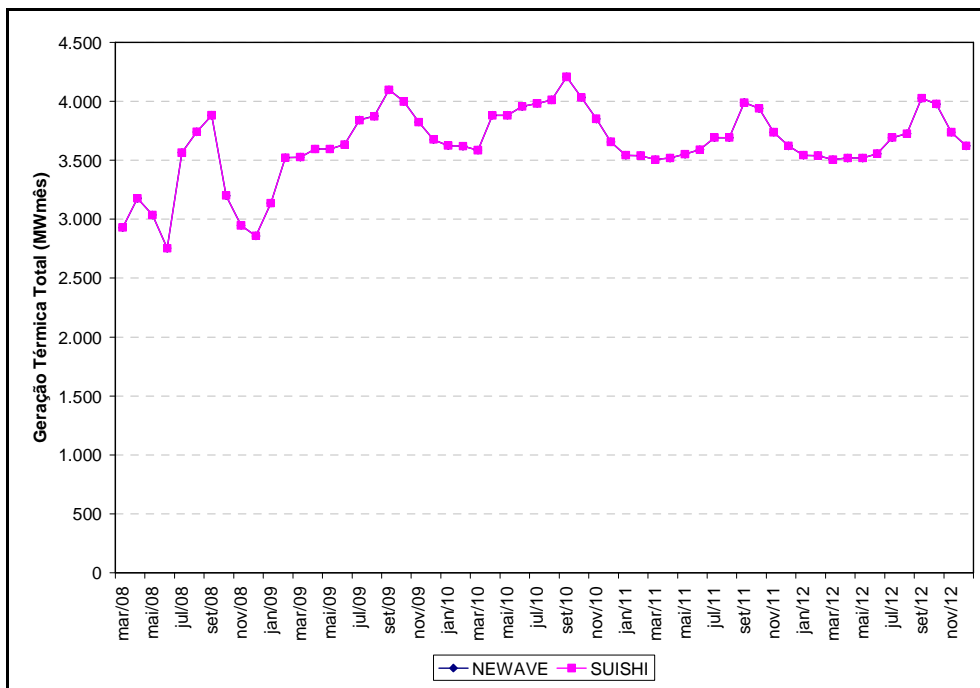


Figura 7.240 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1994

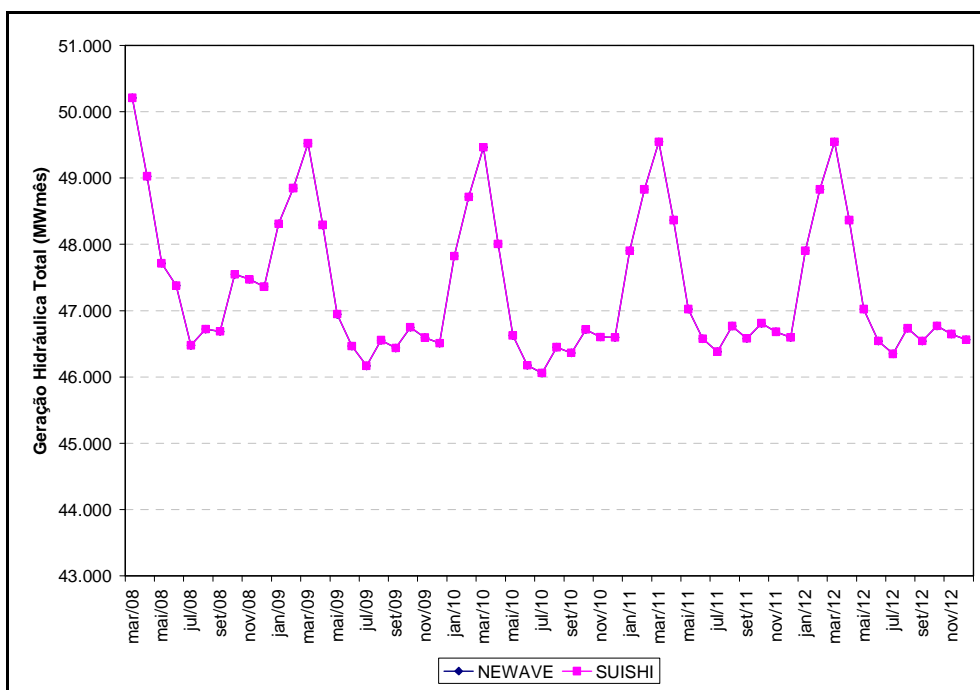


Figura 7.241 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

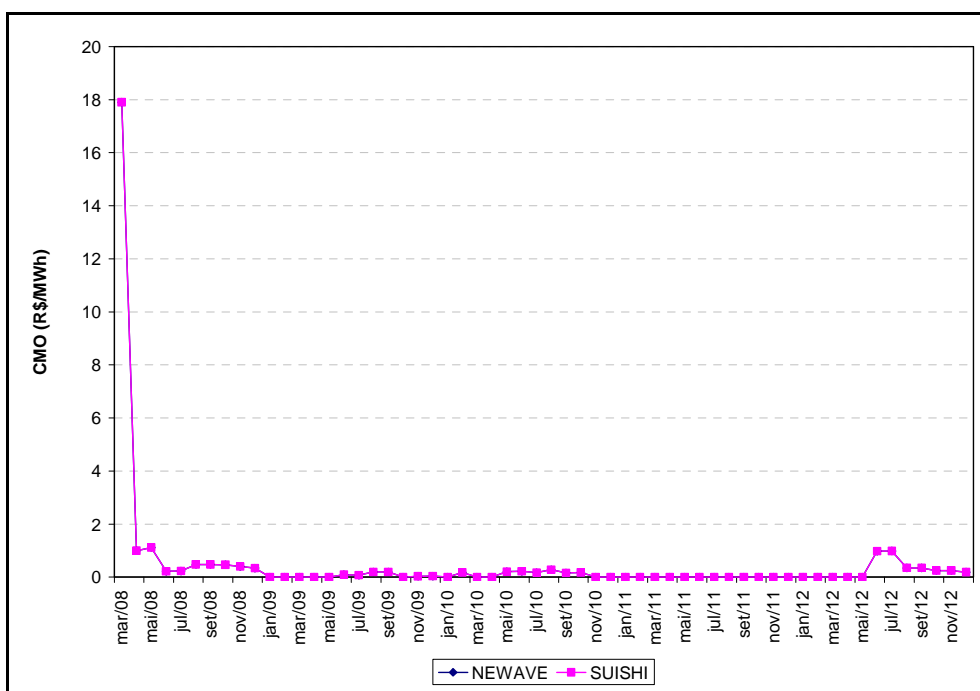


Figura 7.242 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

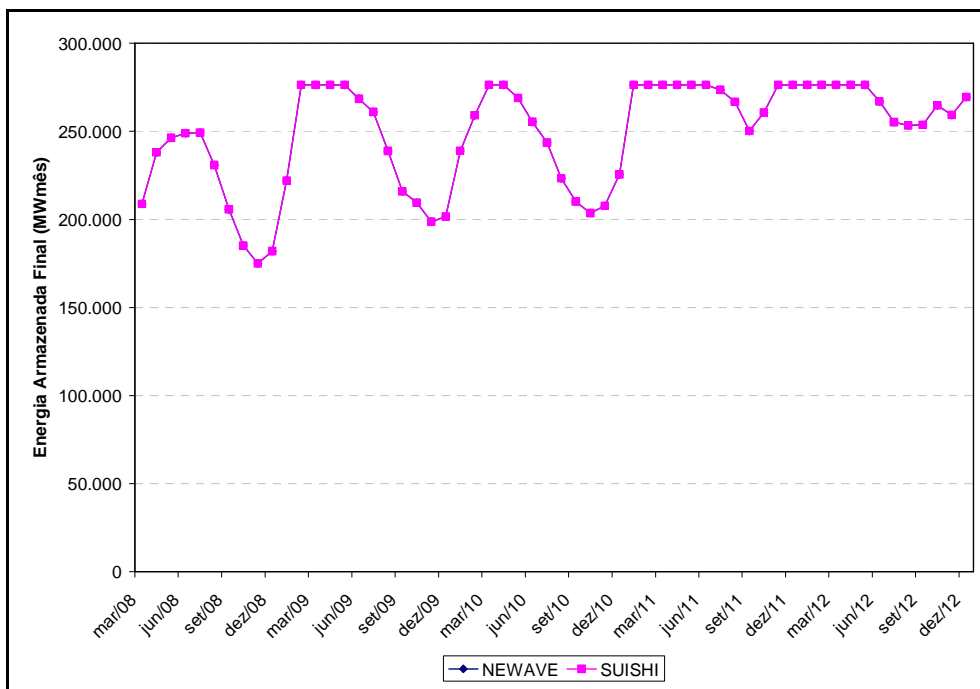


Figura 7.243 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

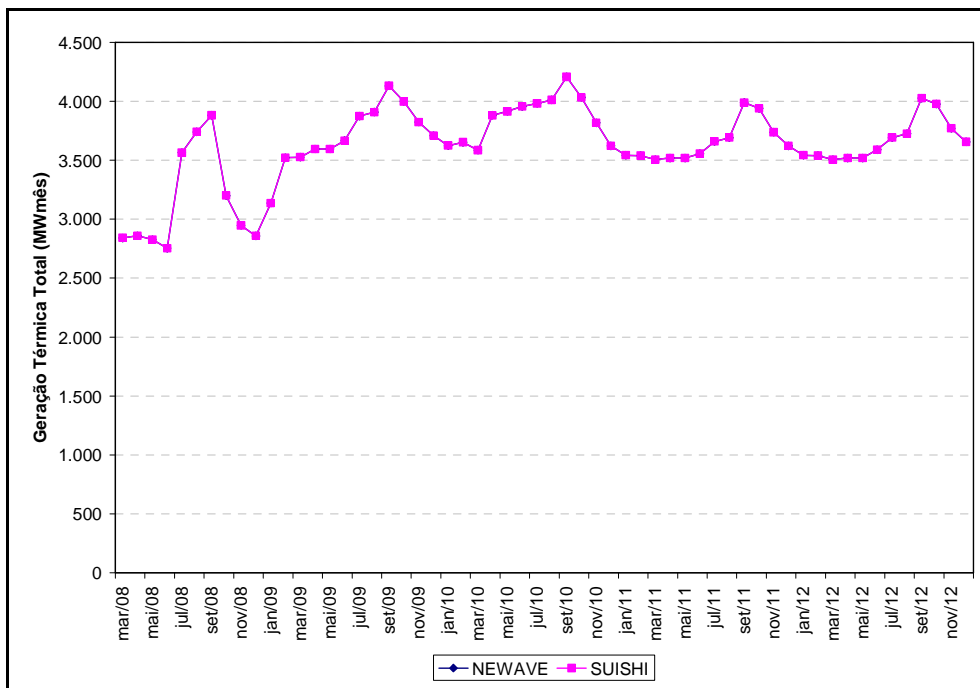


Figura 7.244 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1995

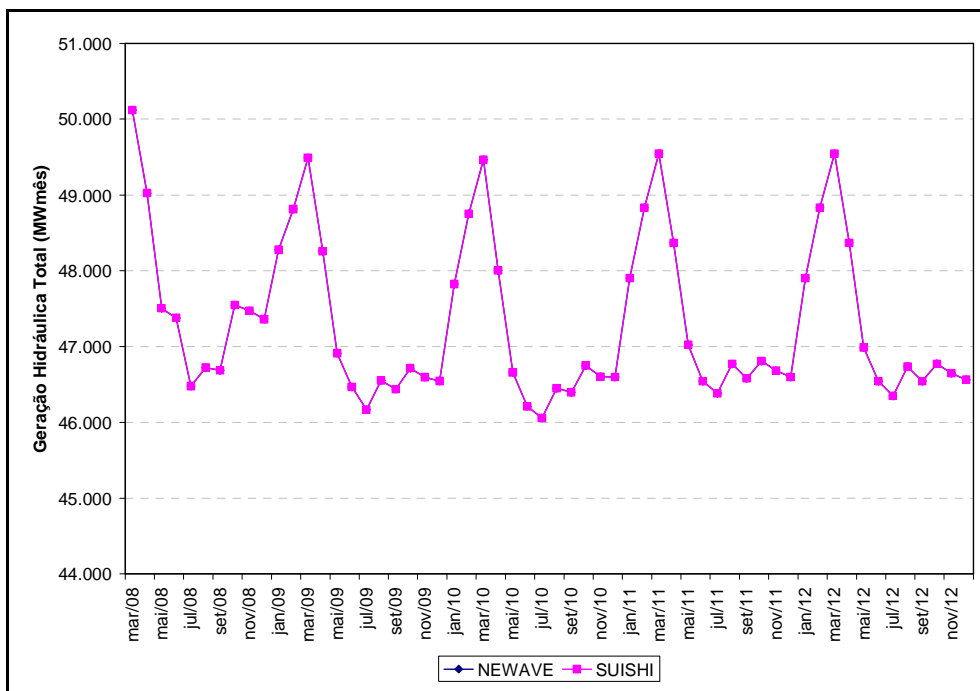


Figura 7.245 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

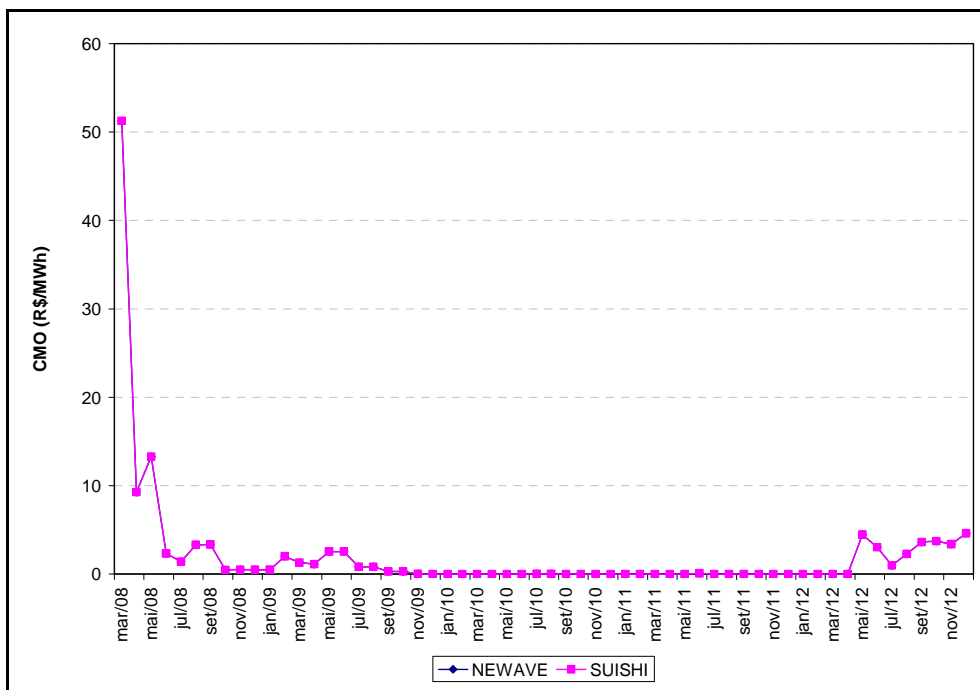


Figura 7.246 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

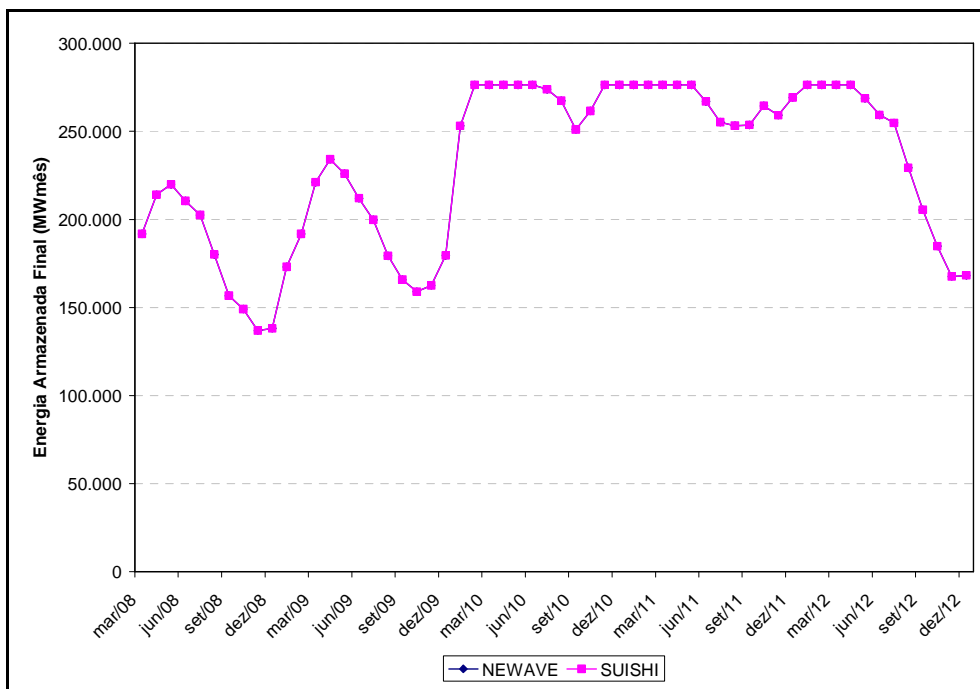


Figura 7.247 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

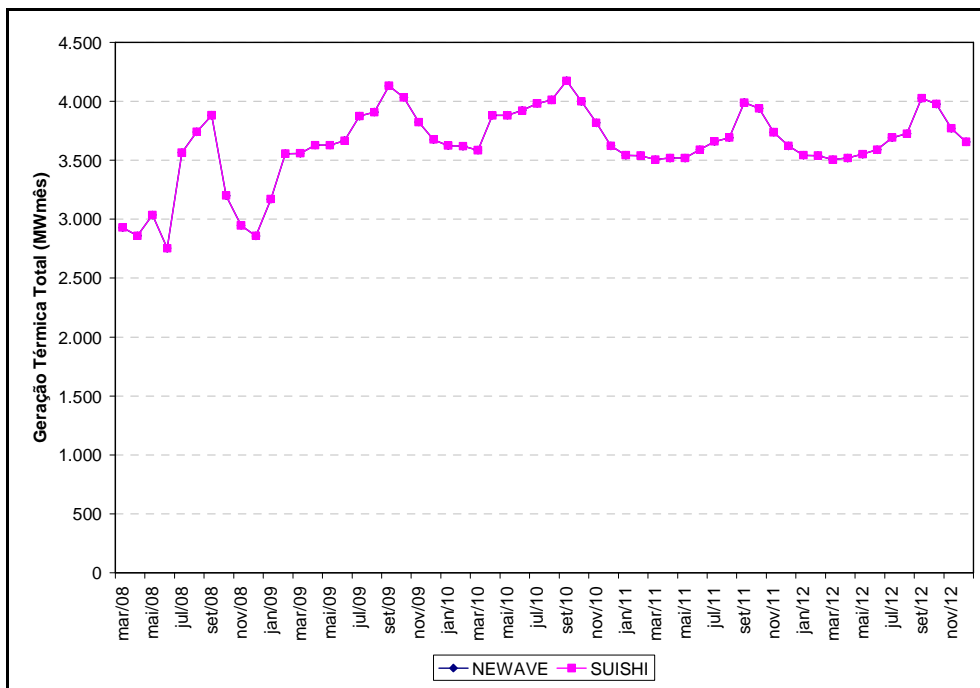


Figura 7.248 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1996

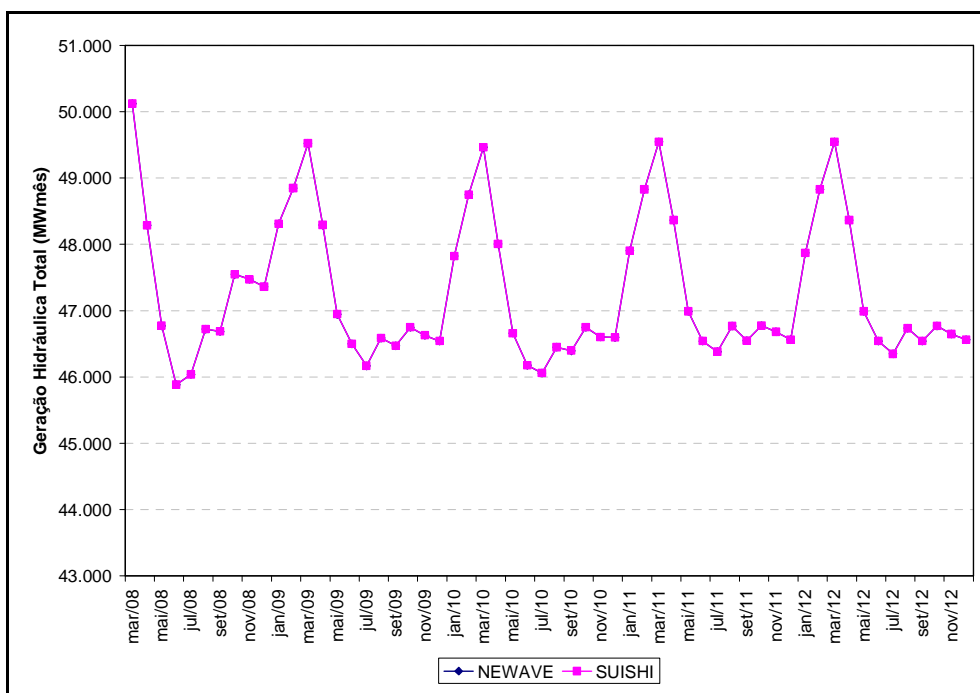


Figura 7.249 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

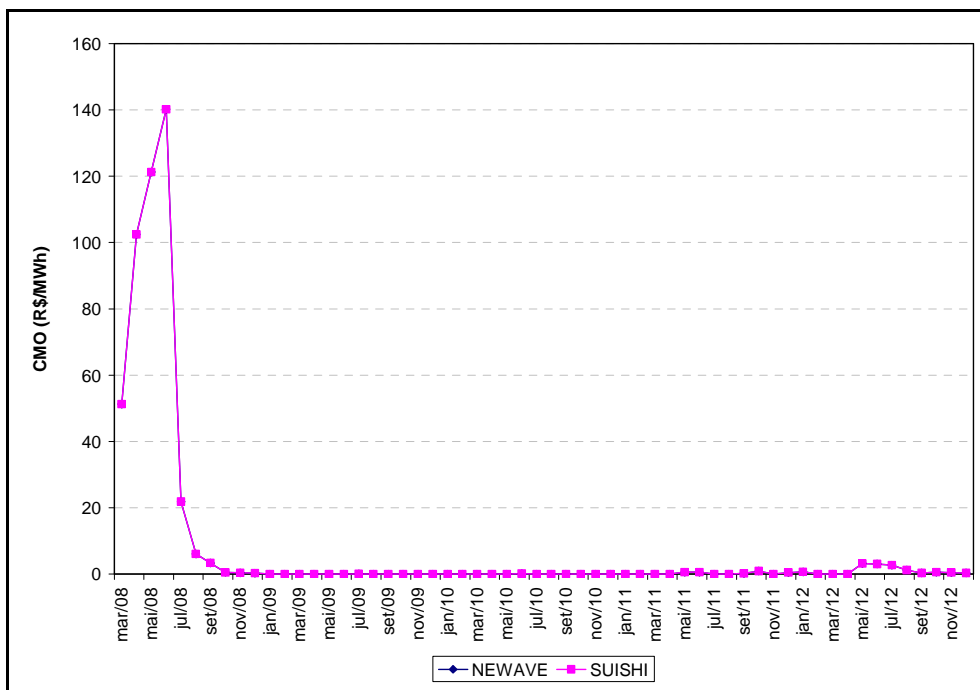


Figura 7.250 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

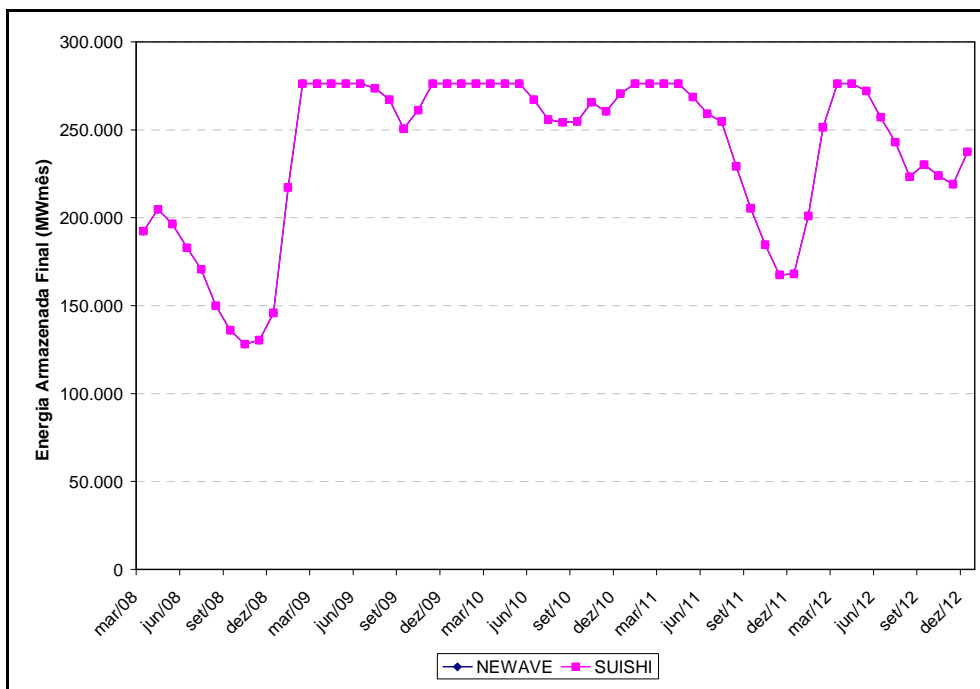


Figura 7.251 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

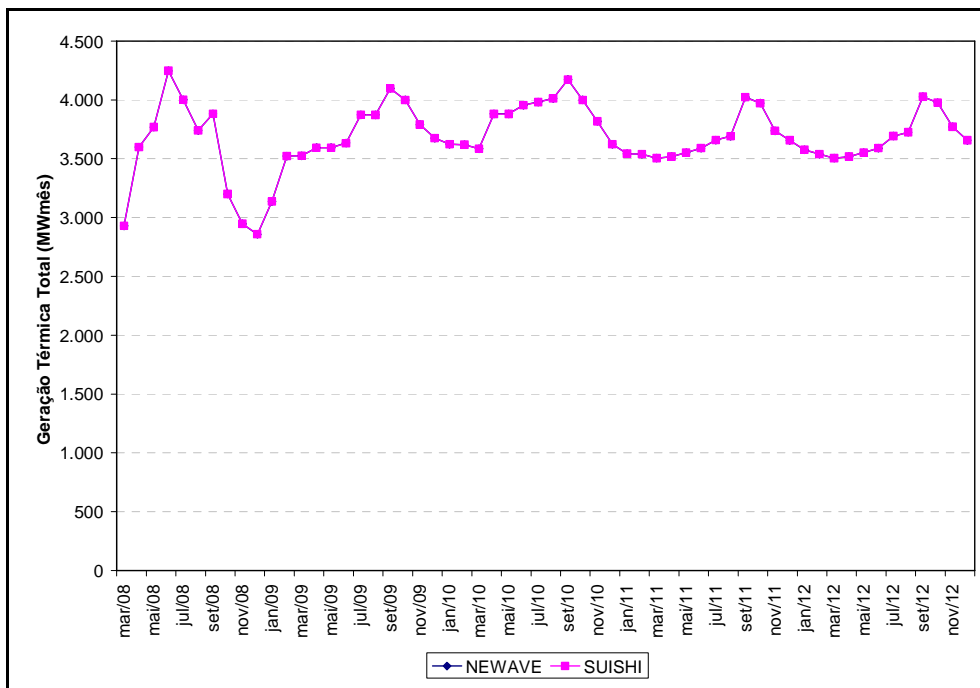


Figura 7.252 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1997

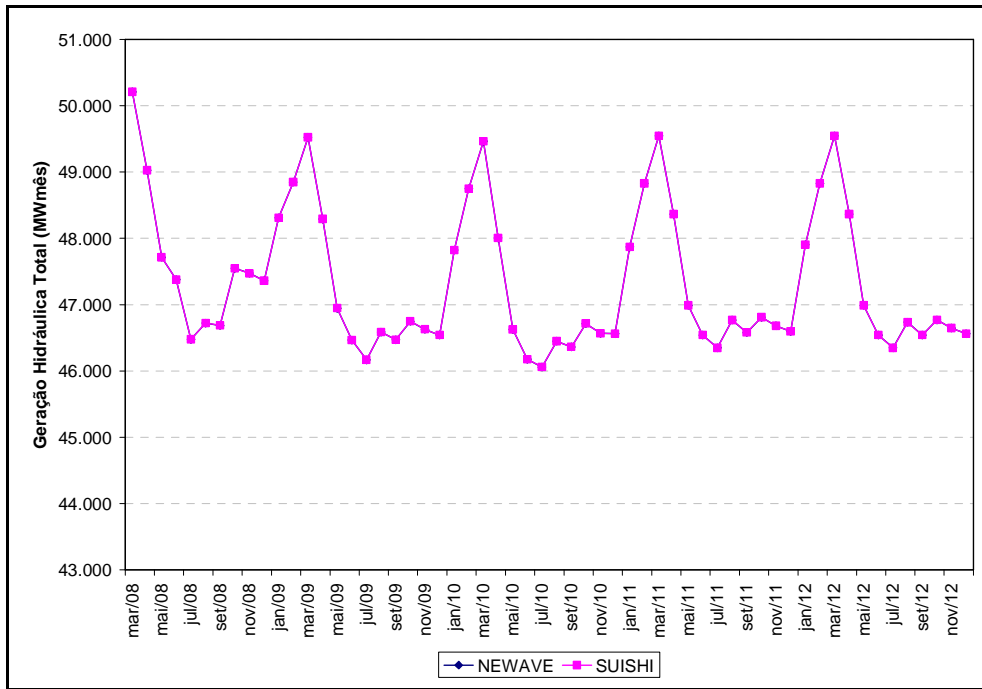


Figura 7.253 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

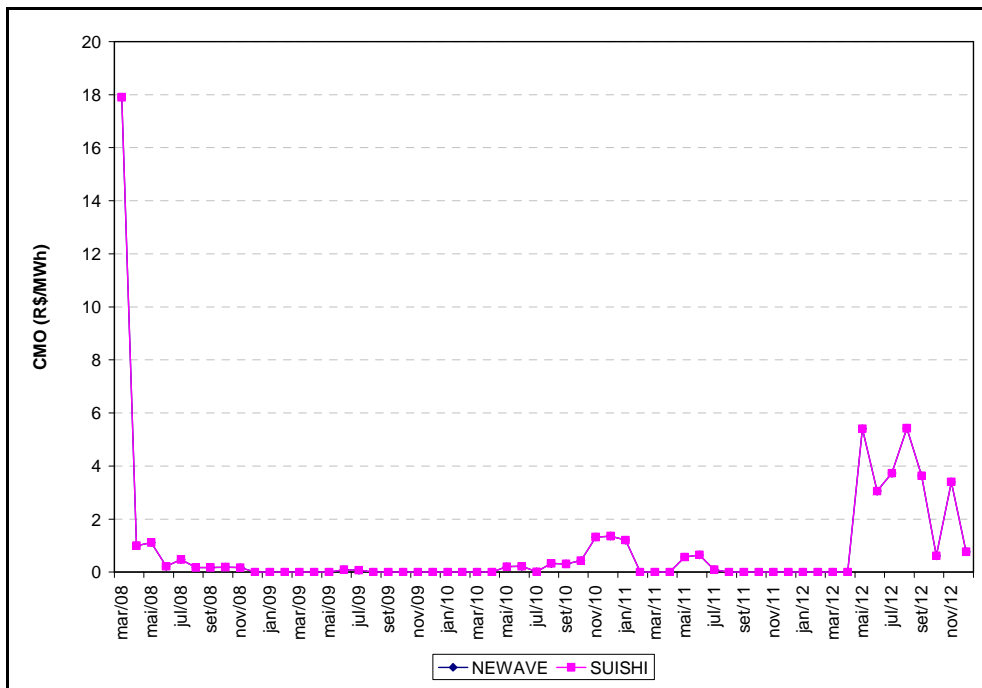


Figura 7.254 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

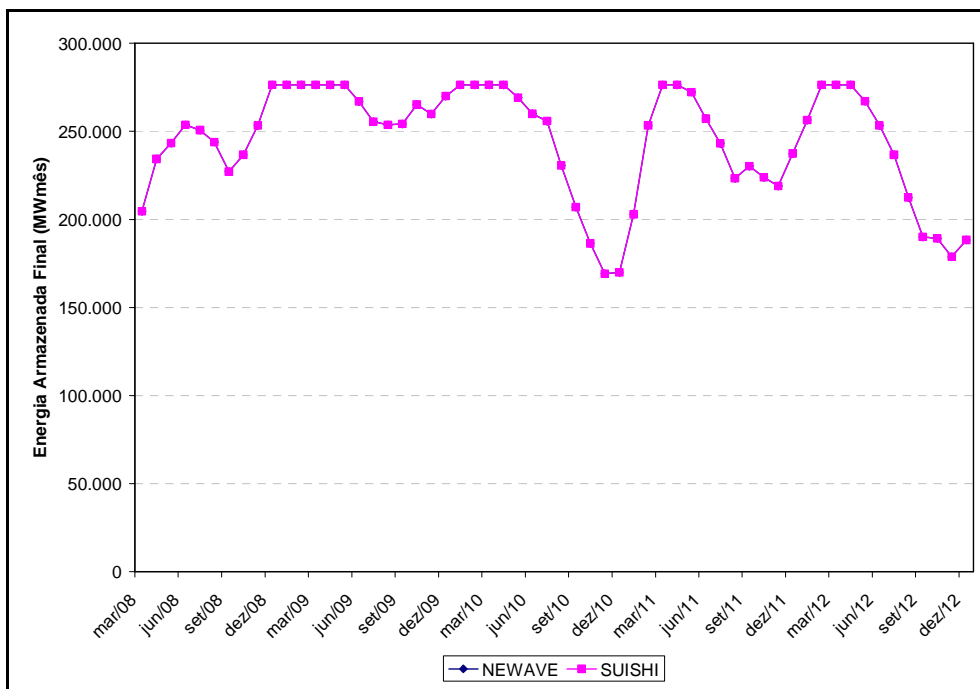


Figura 7.255 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

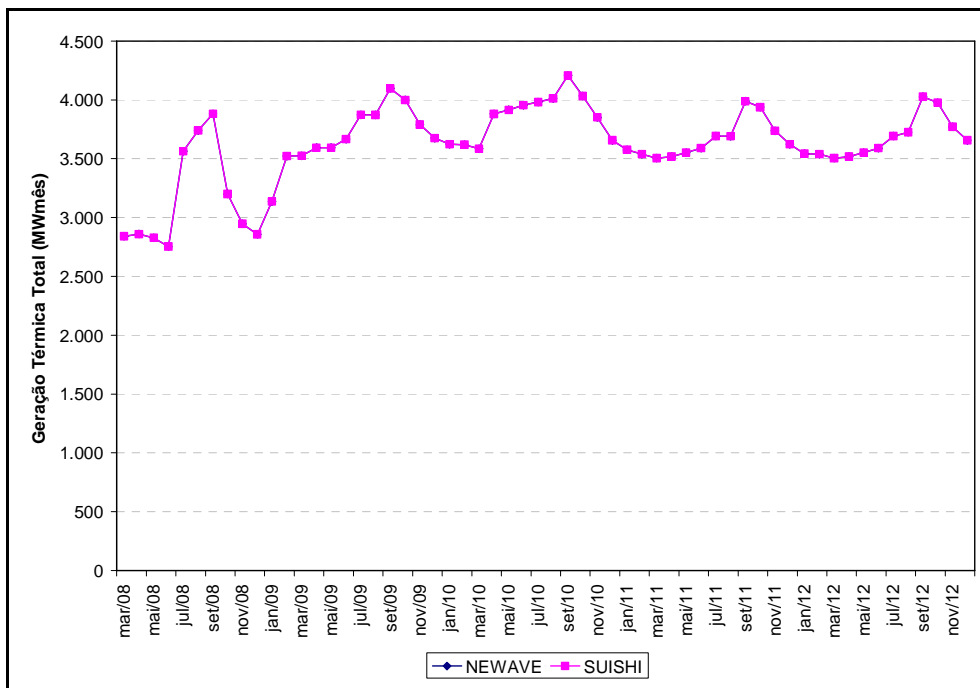


Figura 7.256 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1998

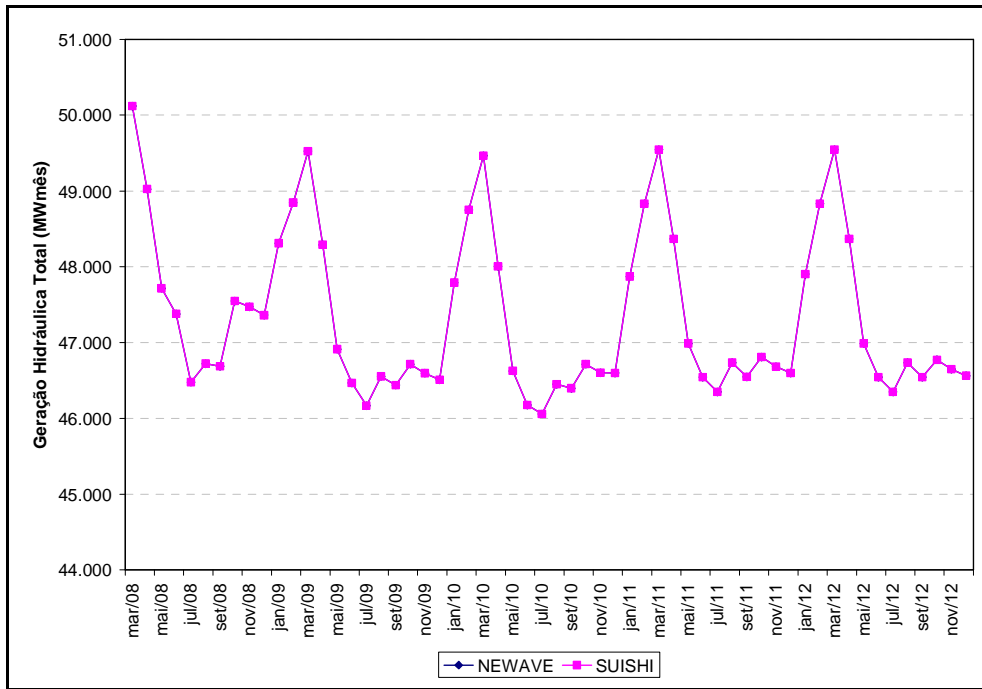


Figura 7.257 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

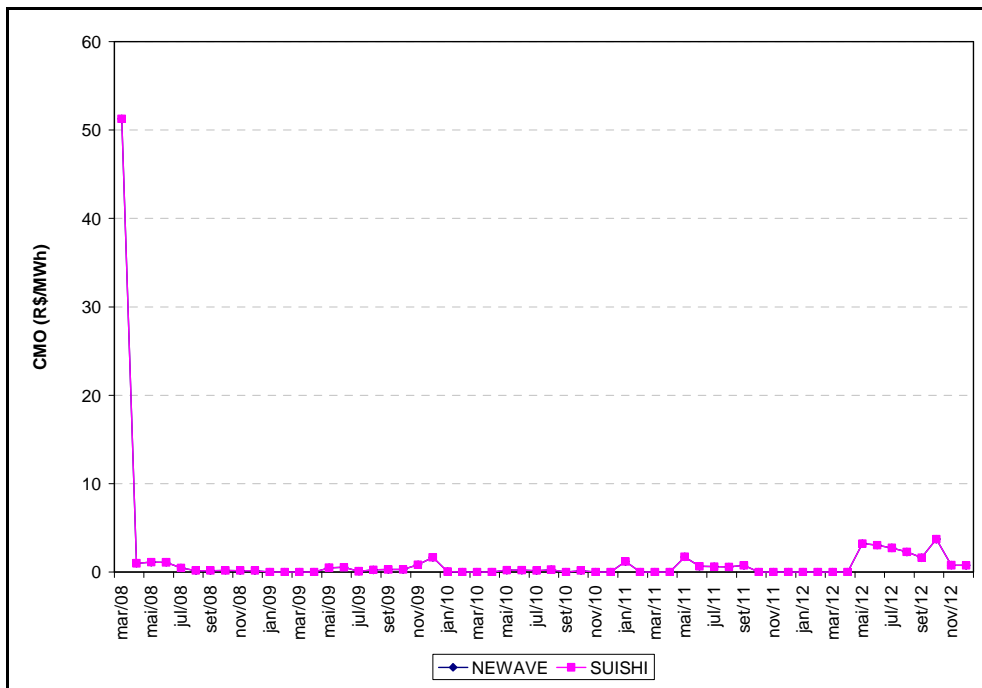


Figura 7.258 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

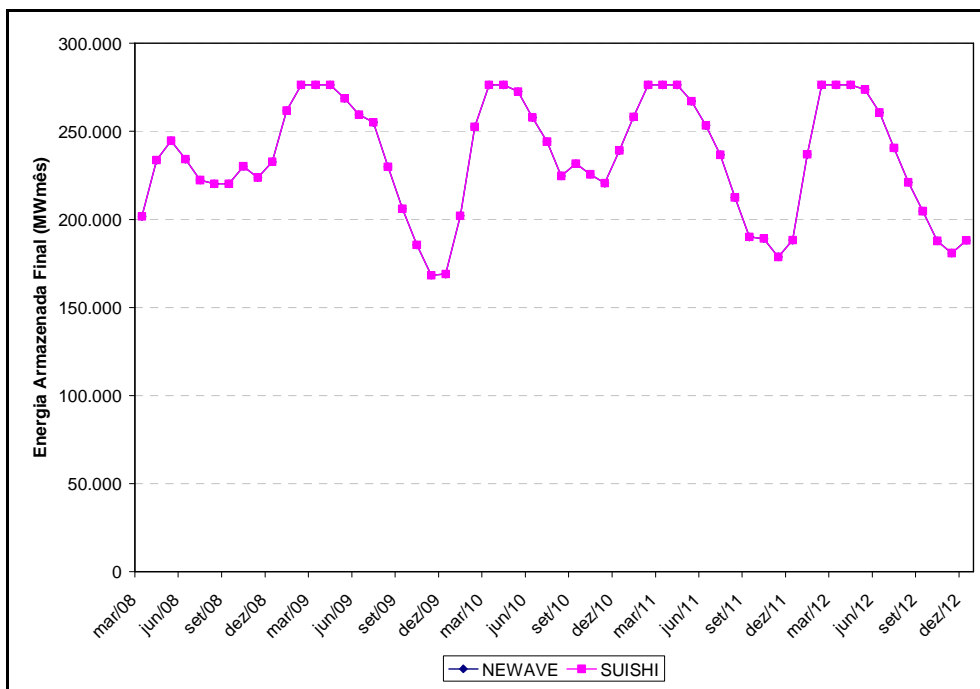


Figura 7.259 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

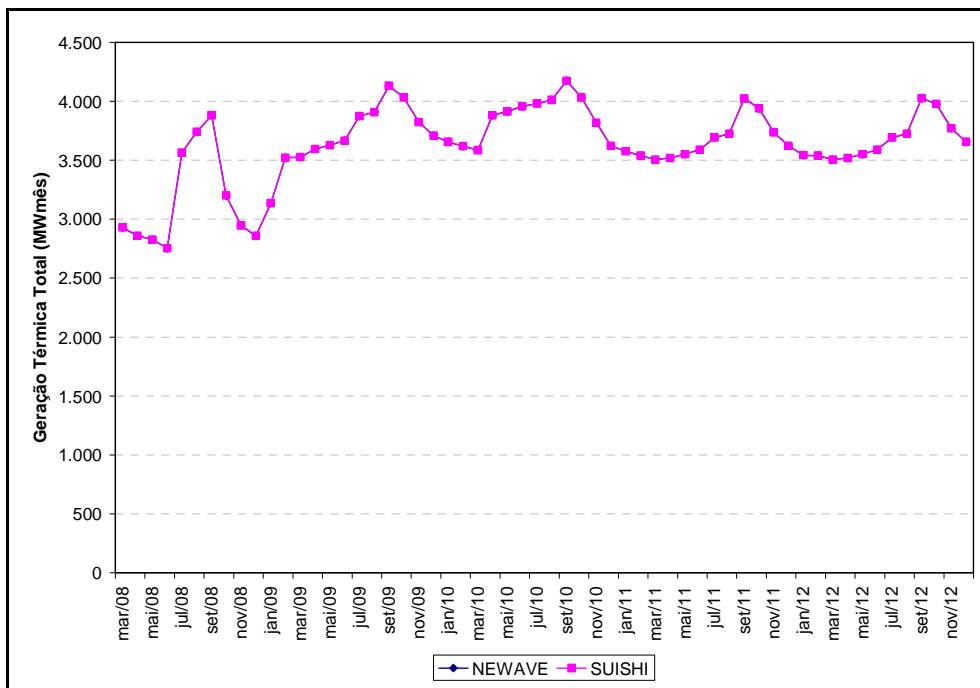


Figura 7.260 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 1999

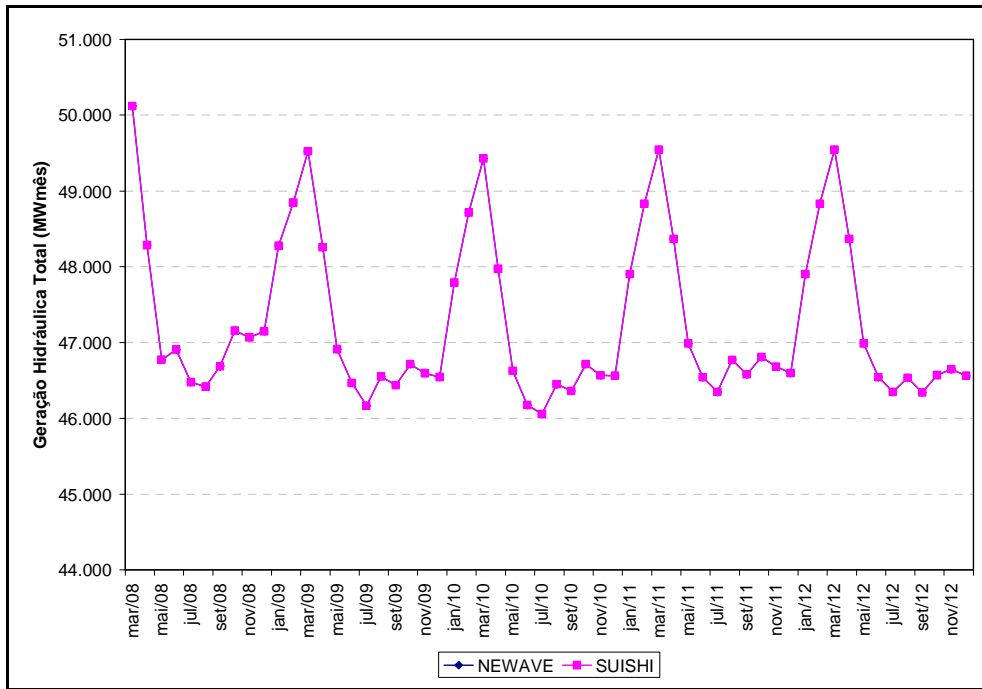


Figura 7.261 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

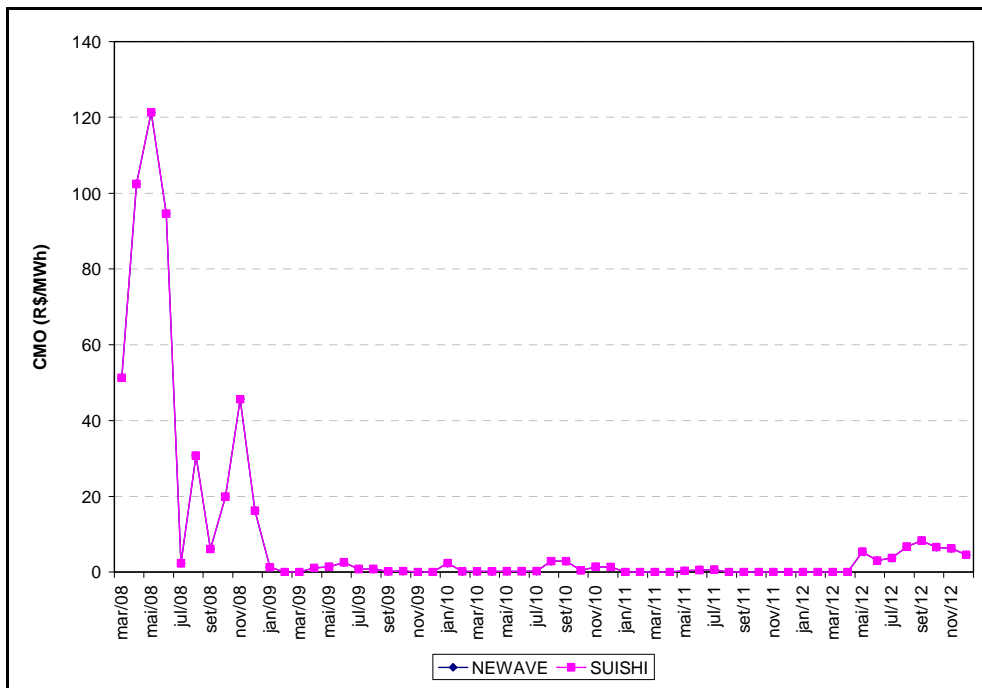


Figura 7.262 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

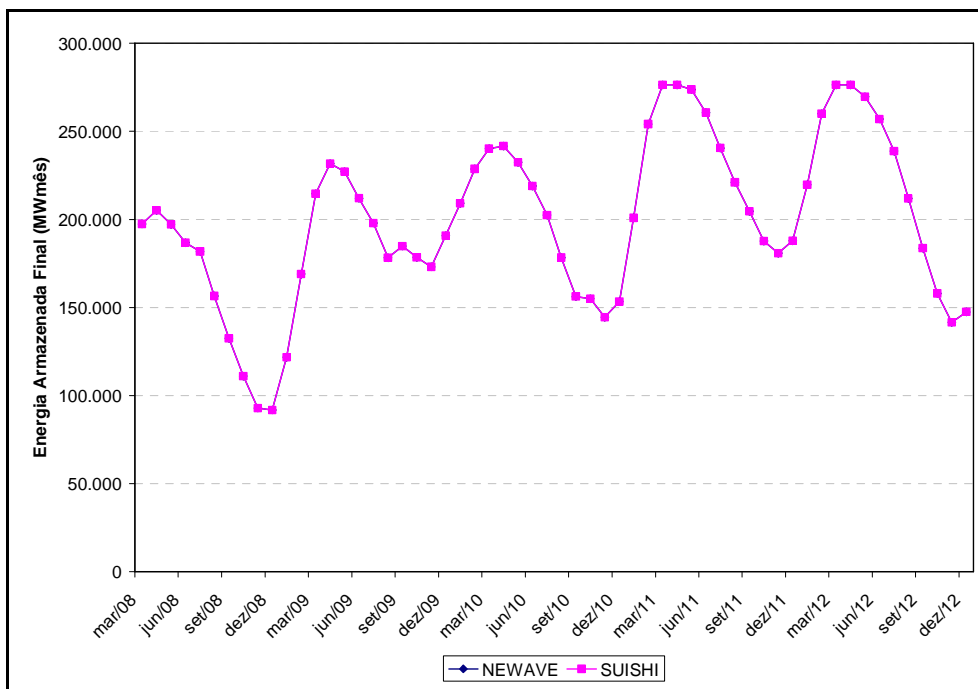


Figura 7.263 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

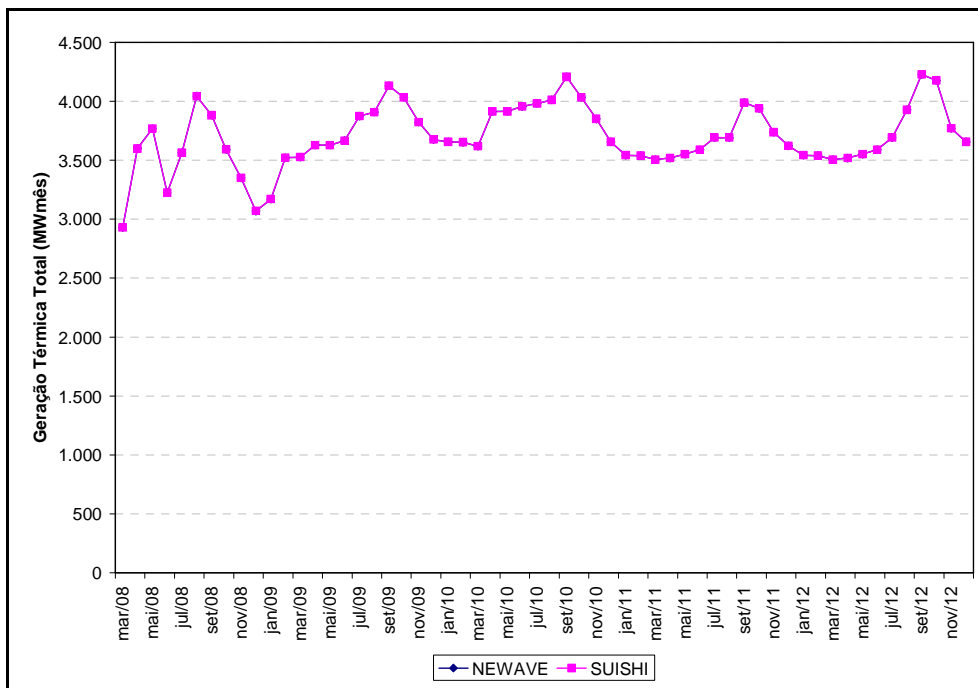


Figura 7.264 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 2000

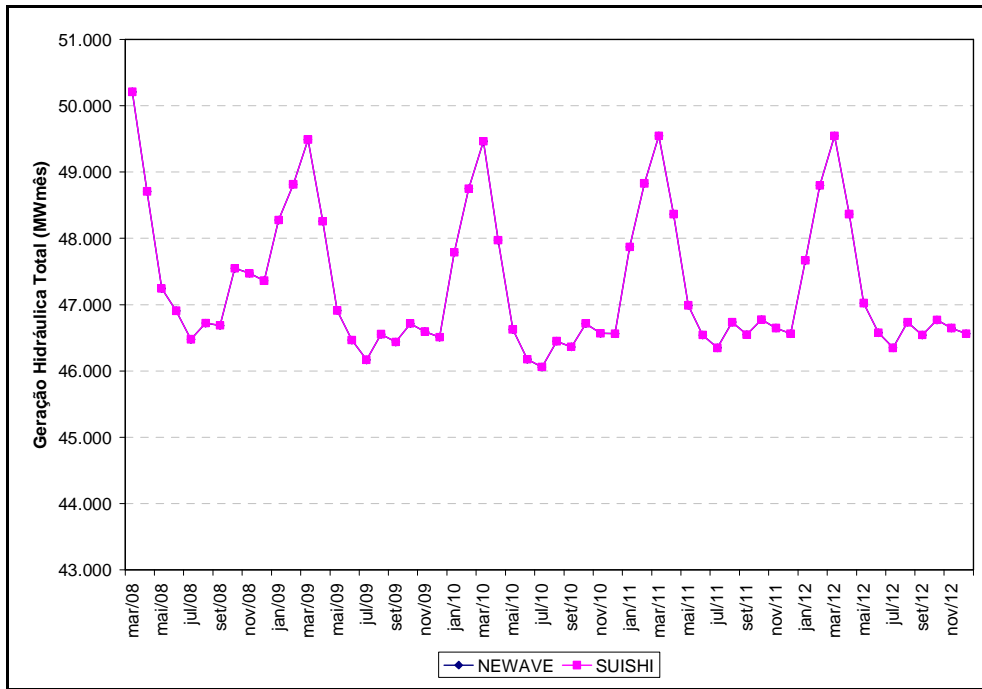


Figura 7.265 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

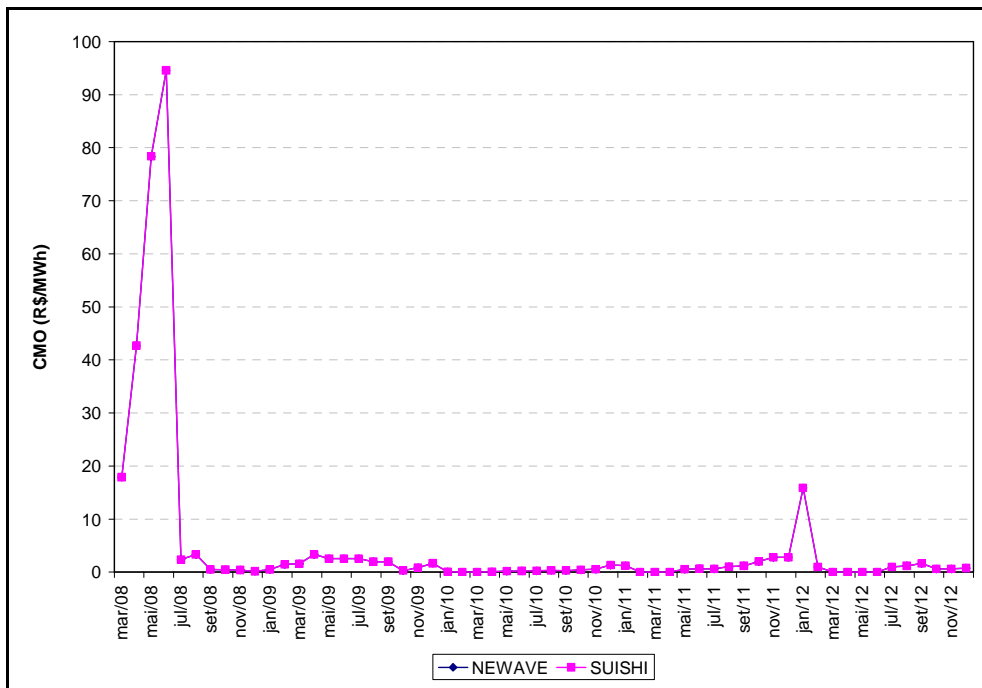


Figura 7.266 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

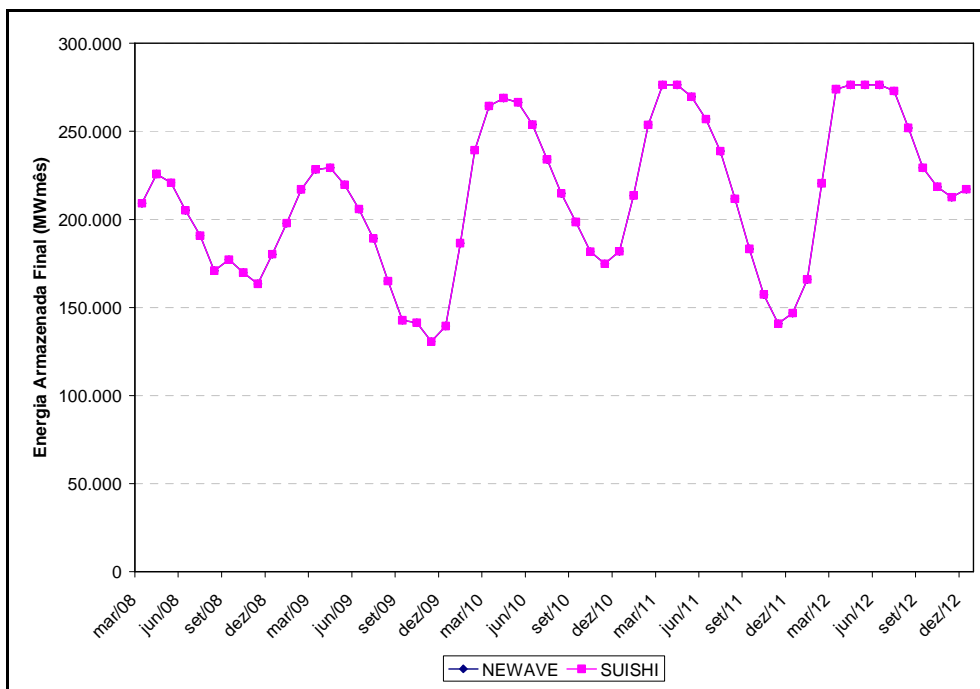


Figura 7.267 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

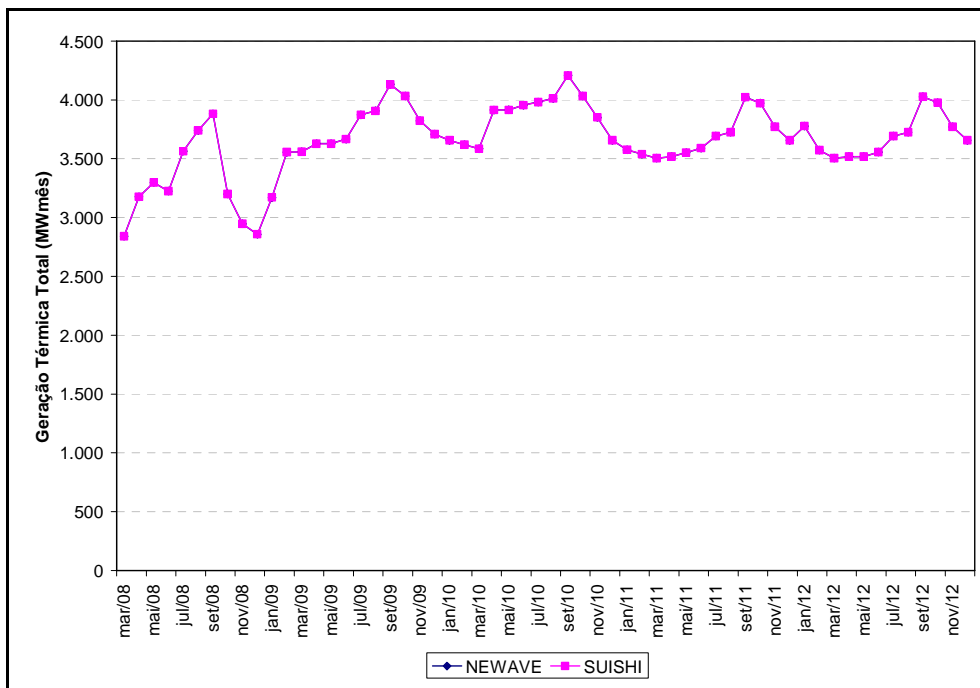


Figura 7.268 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 2001

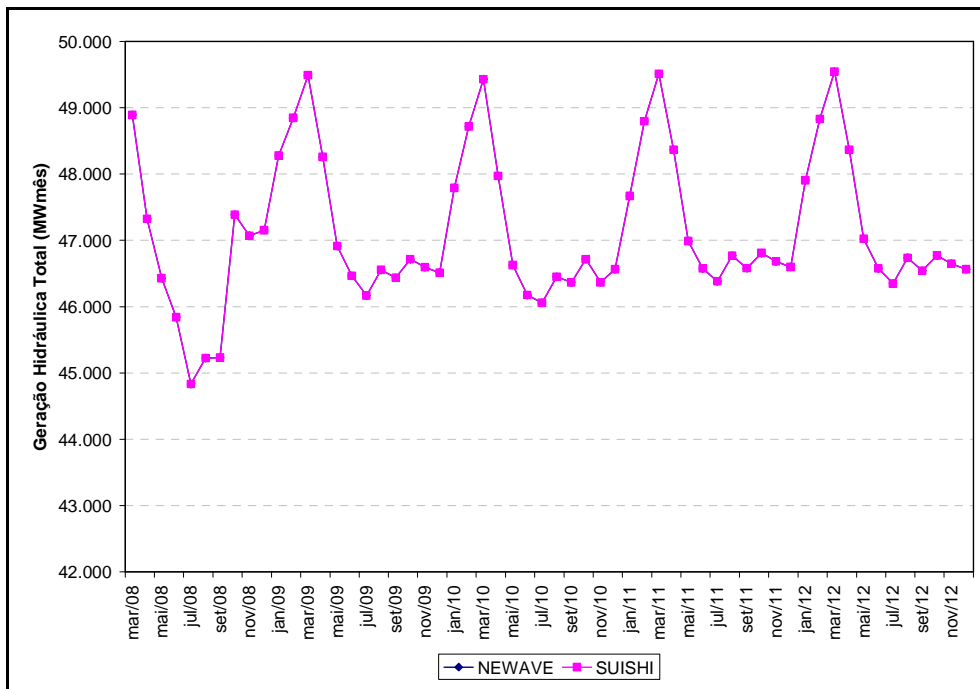


Figura 7.269 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

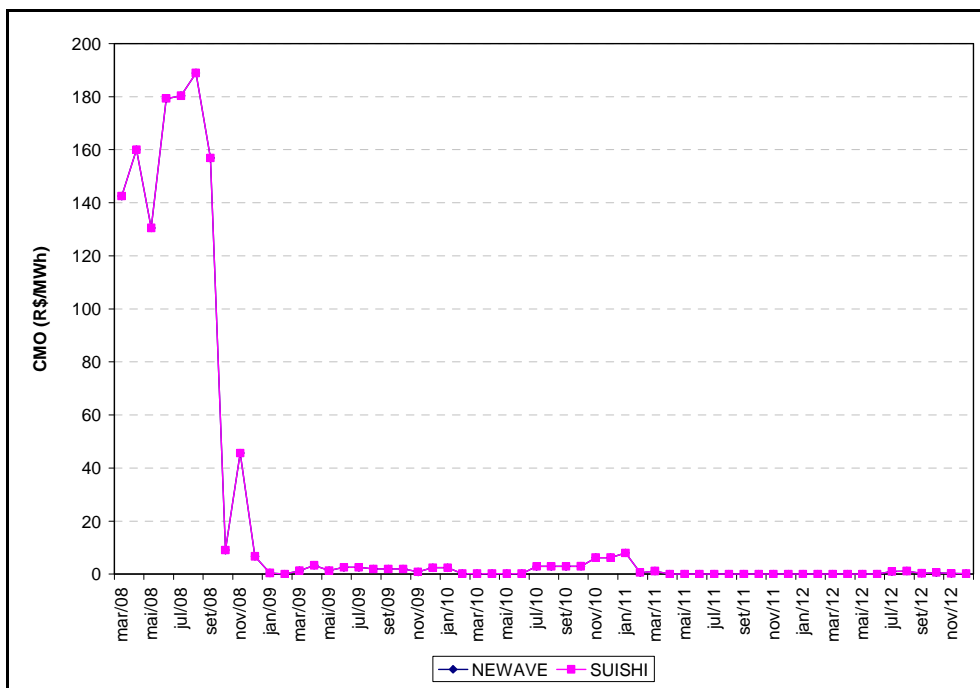


Figura 7.270 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

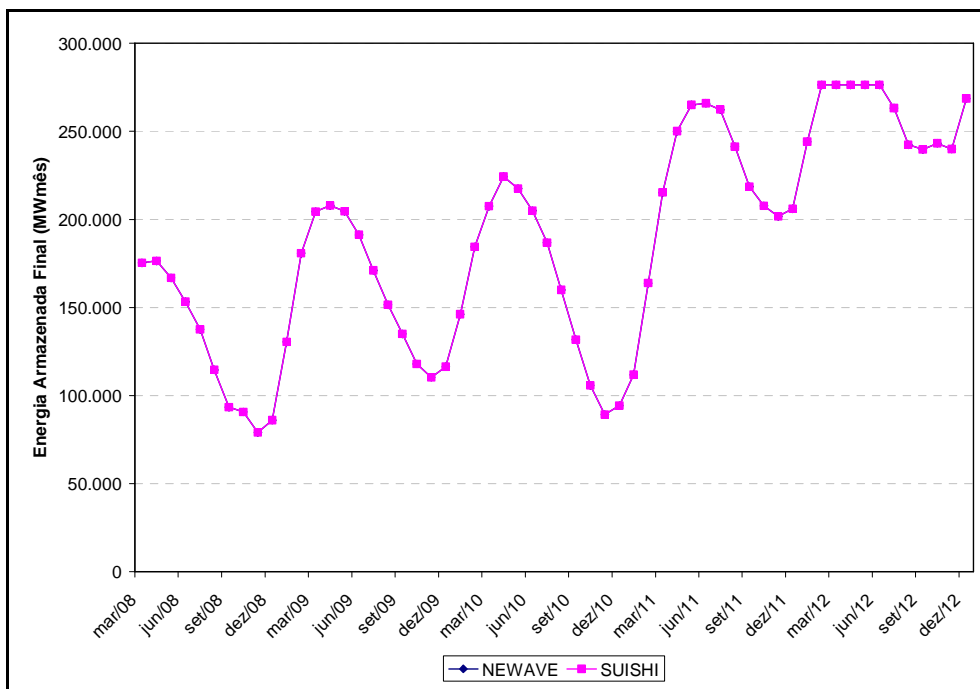


Figura 7.271 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

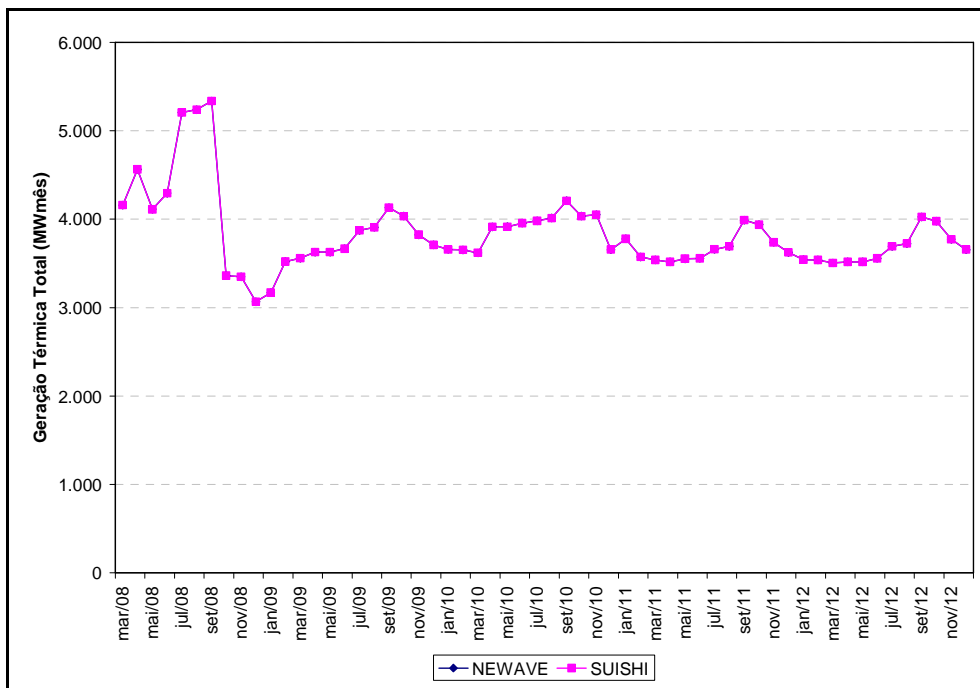


Figura 7.272 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 2002

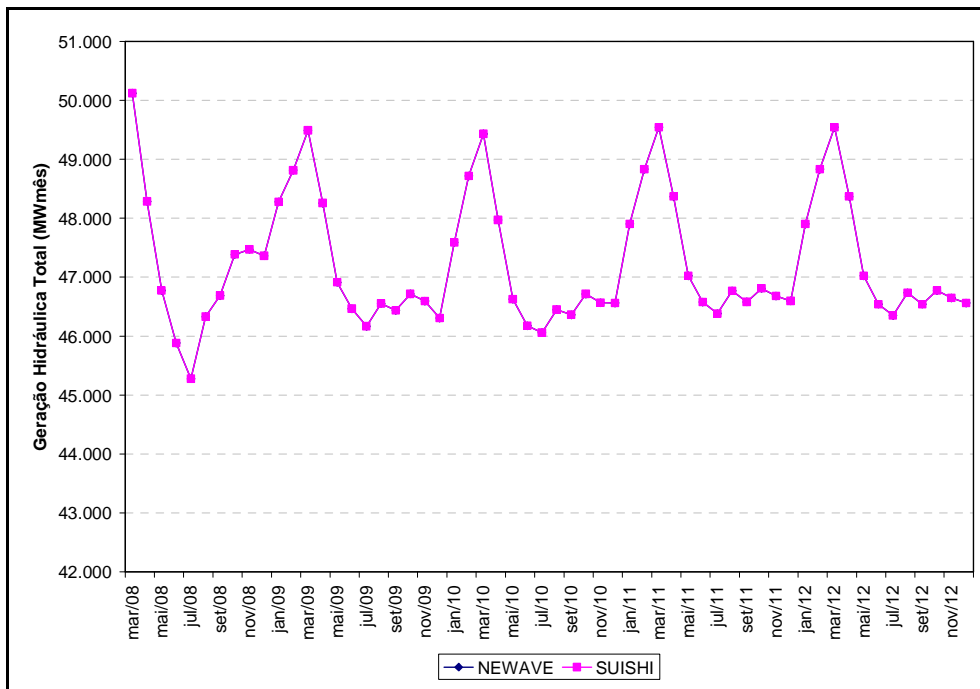


Figura 7.273 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

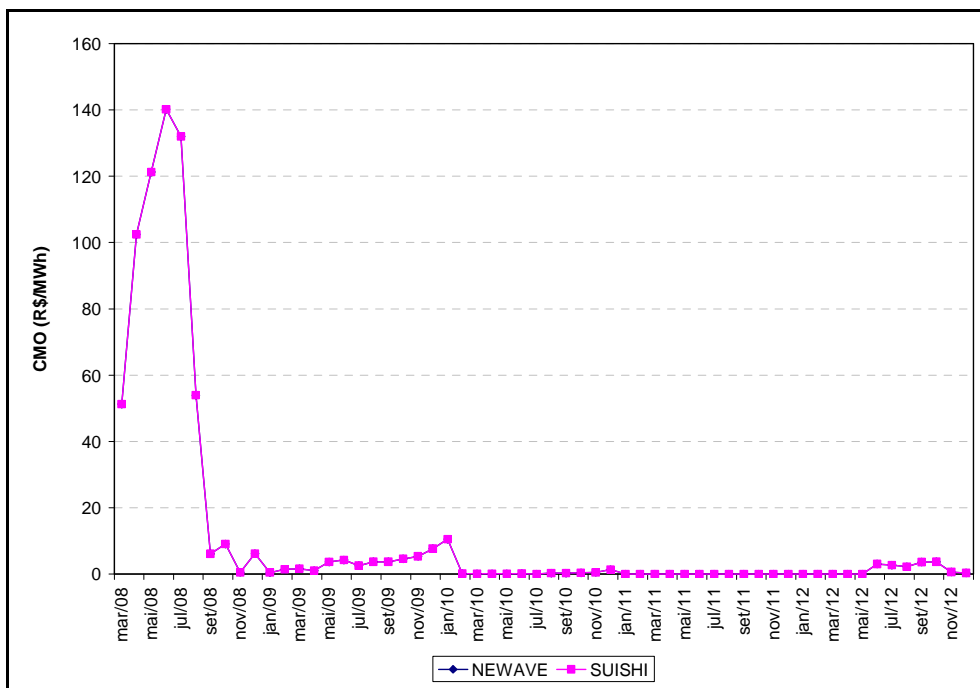


Figura 7.274 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

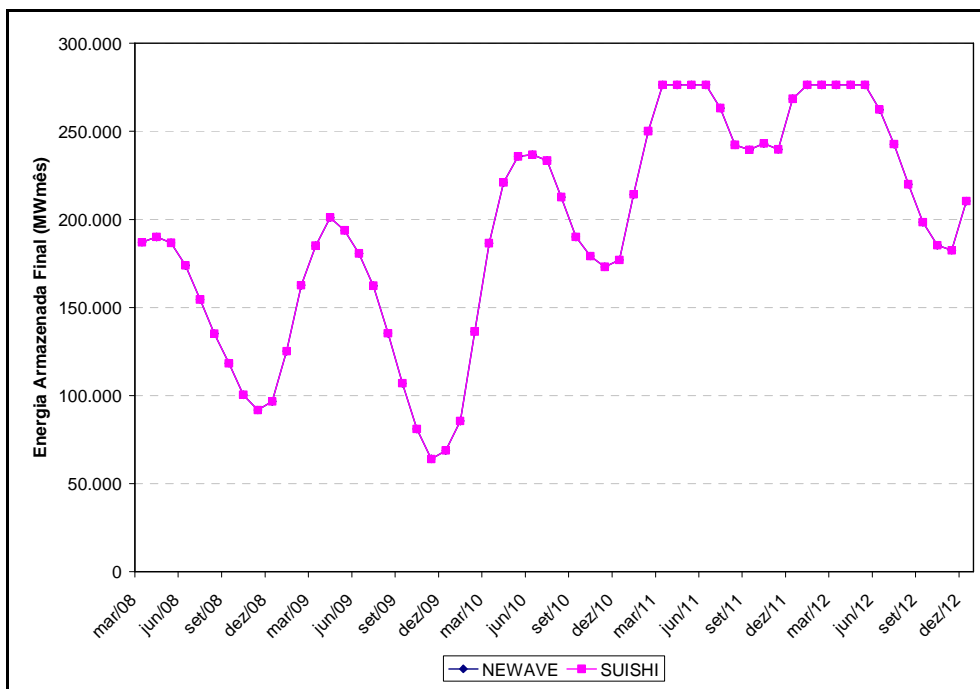


Figura 7.275 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

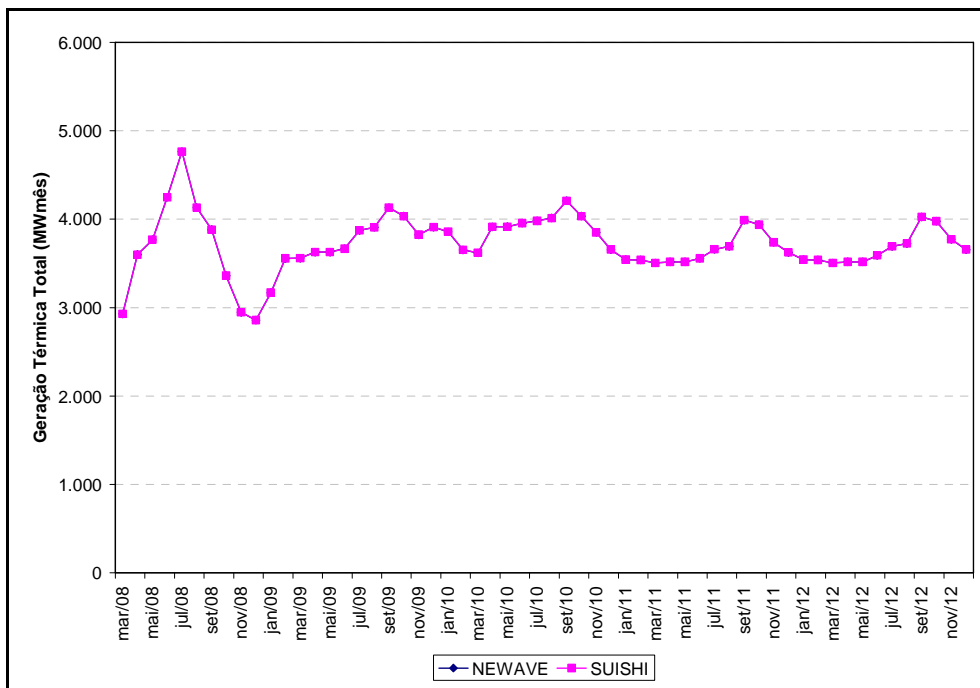


Figura 7.276 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 2003

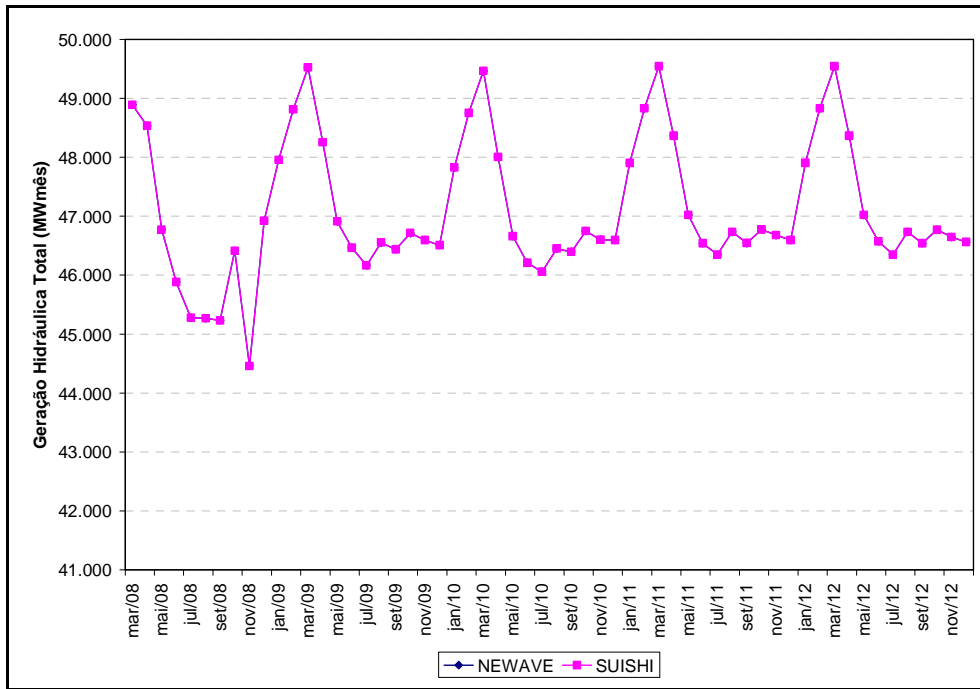


Figura 7.277 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

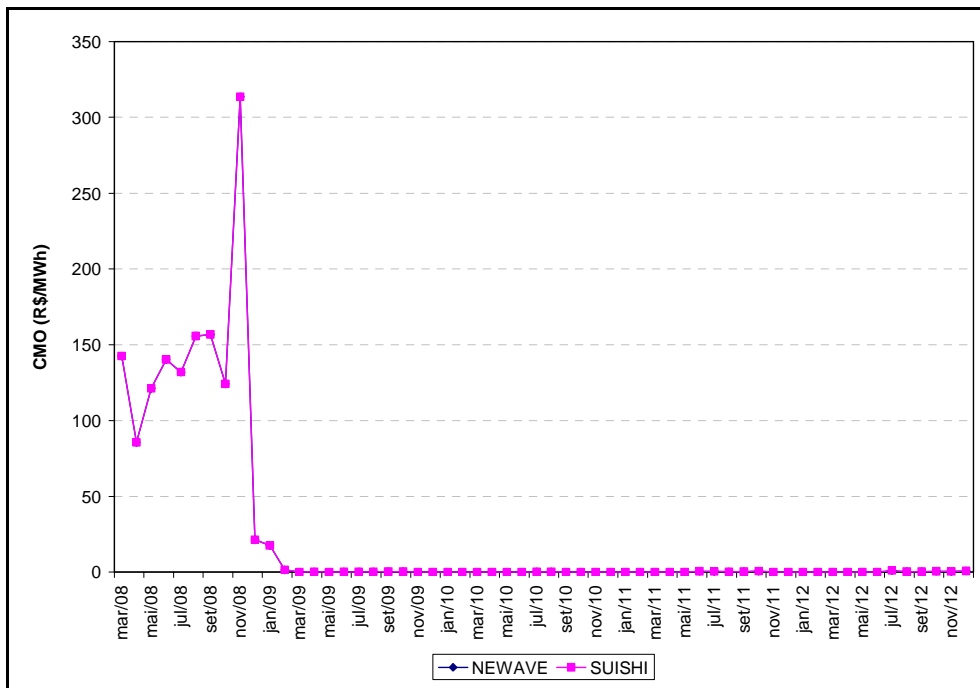


Figura 7.278 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

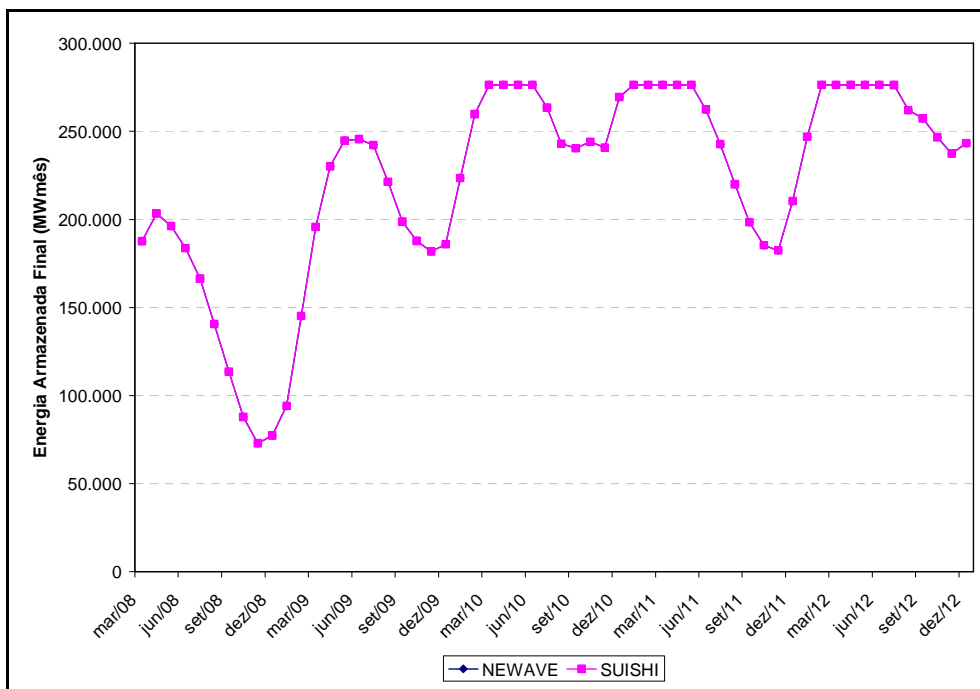


Figura 7.279 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

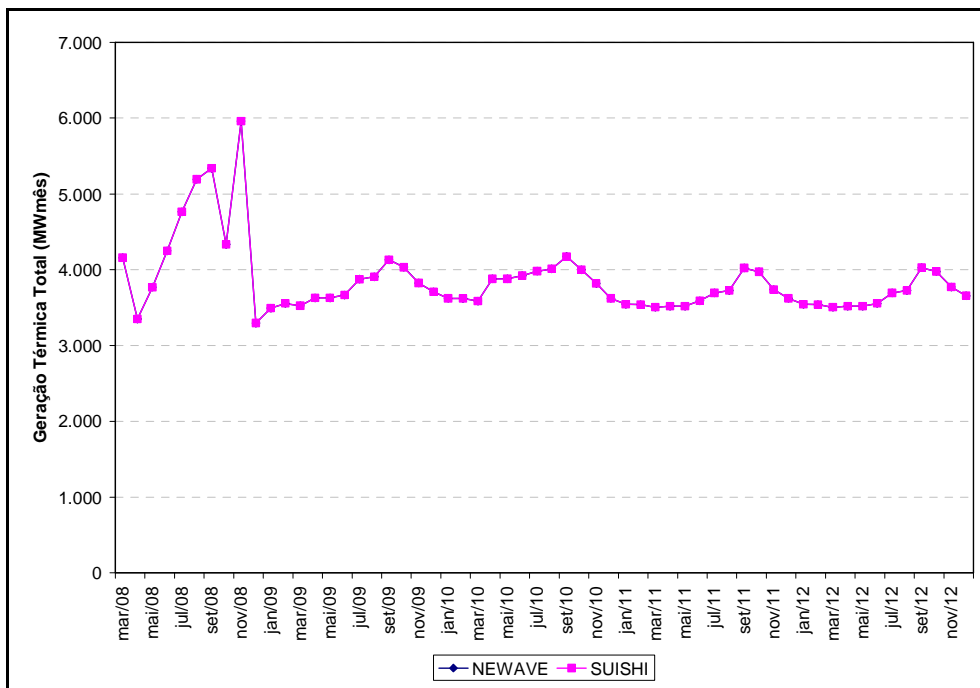


Figura 7.280 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 2004

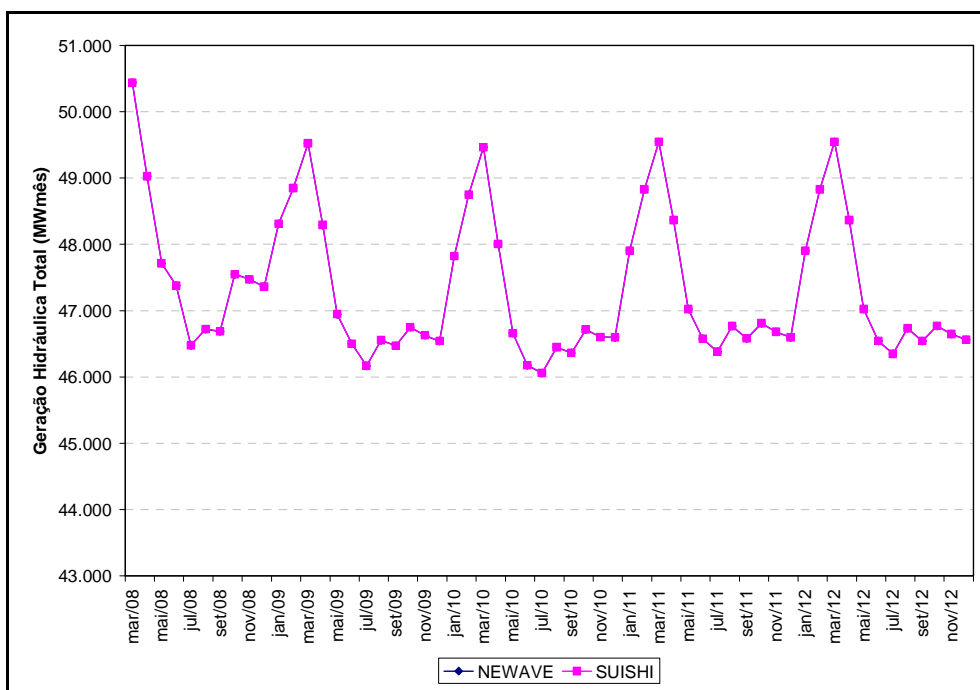


Figura 7.281 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

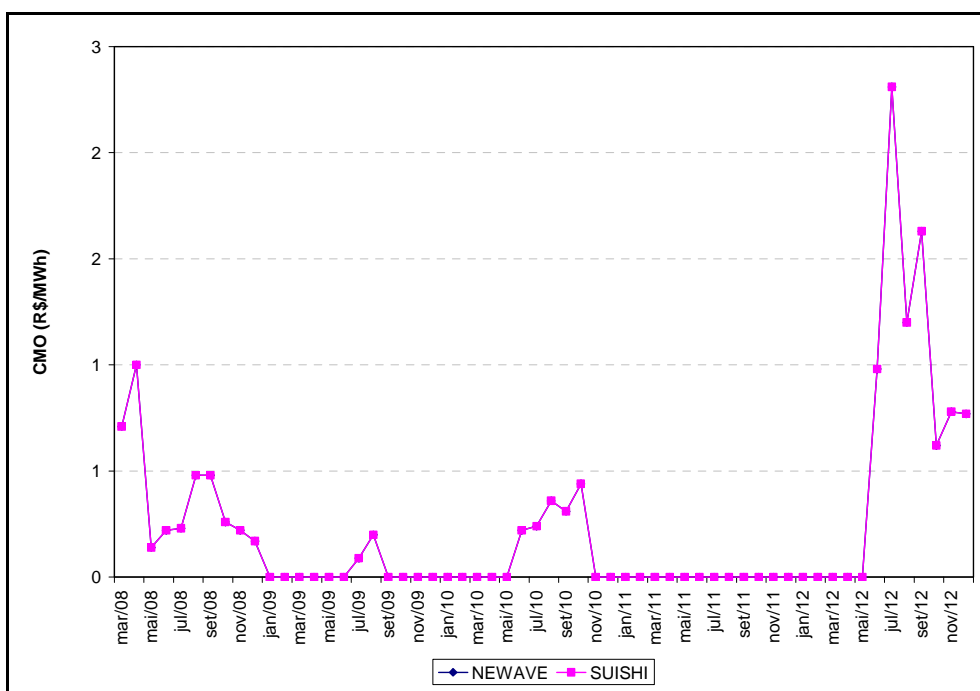


Figura 7.282 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

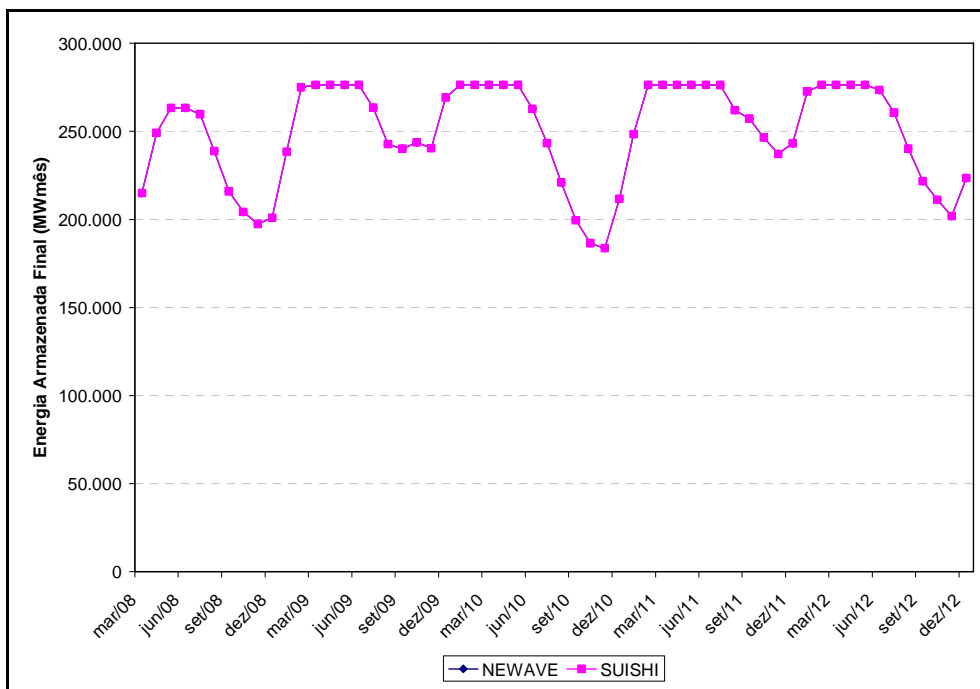


Figura 7.283 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

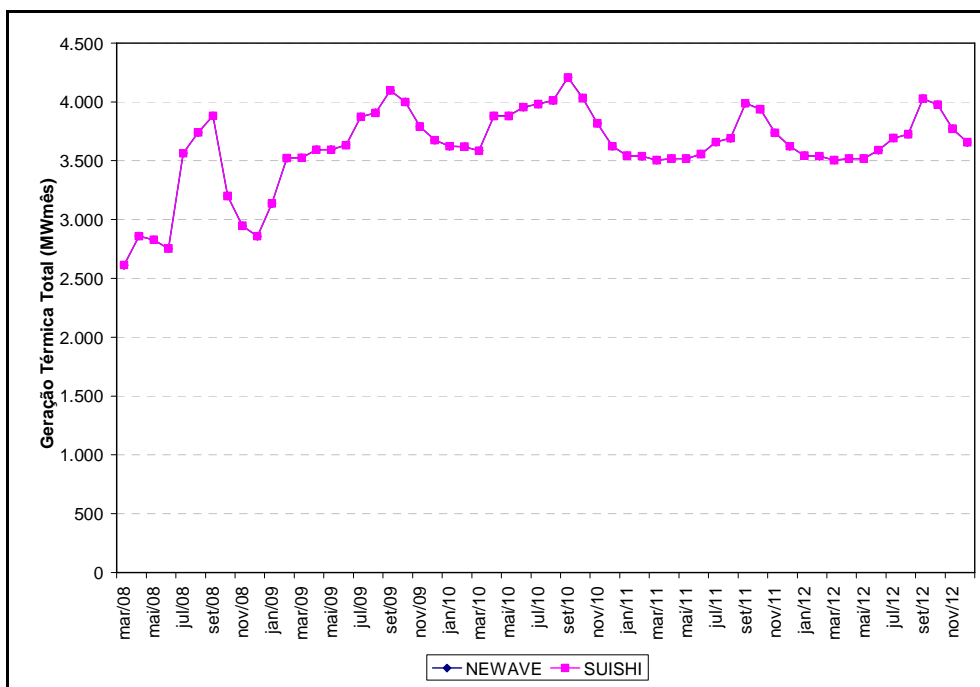


Figura 7.284 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 2005

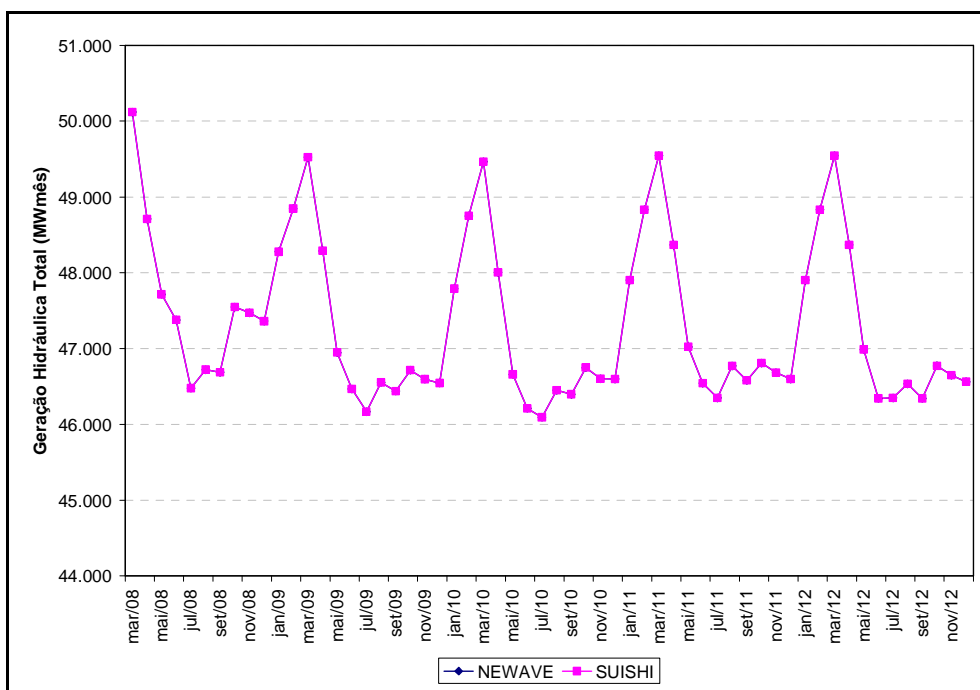


Figura 7.285 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

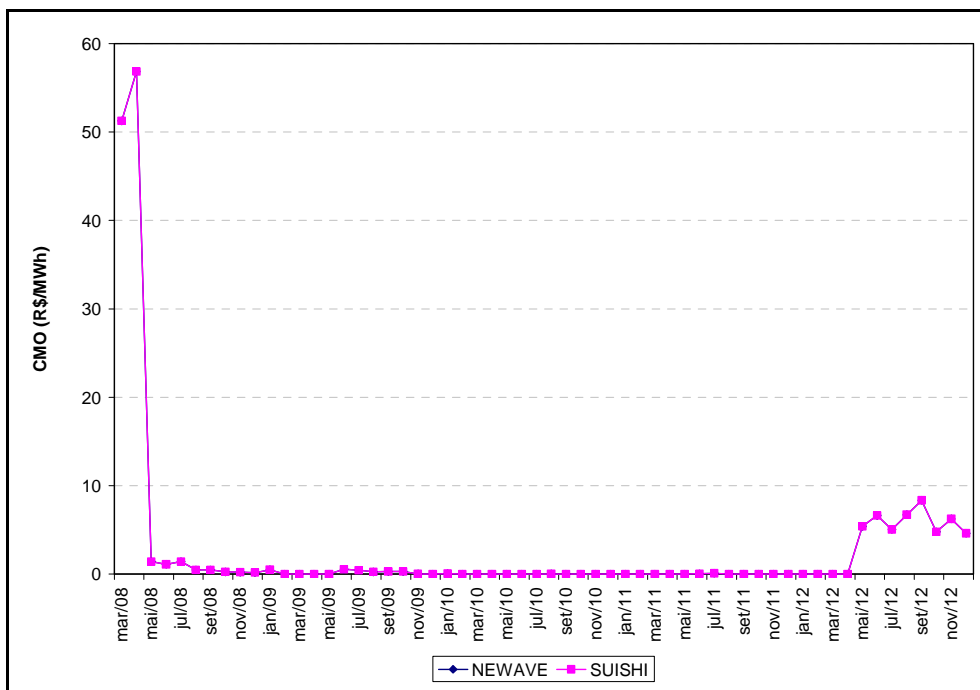


Figura 7.286 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

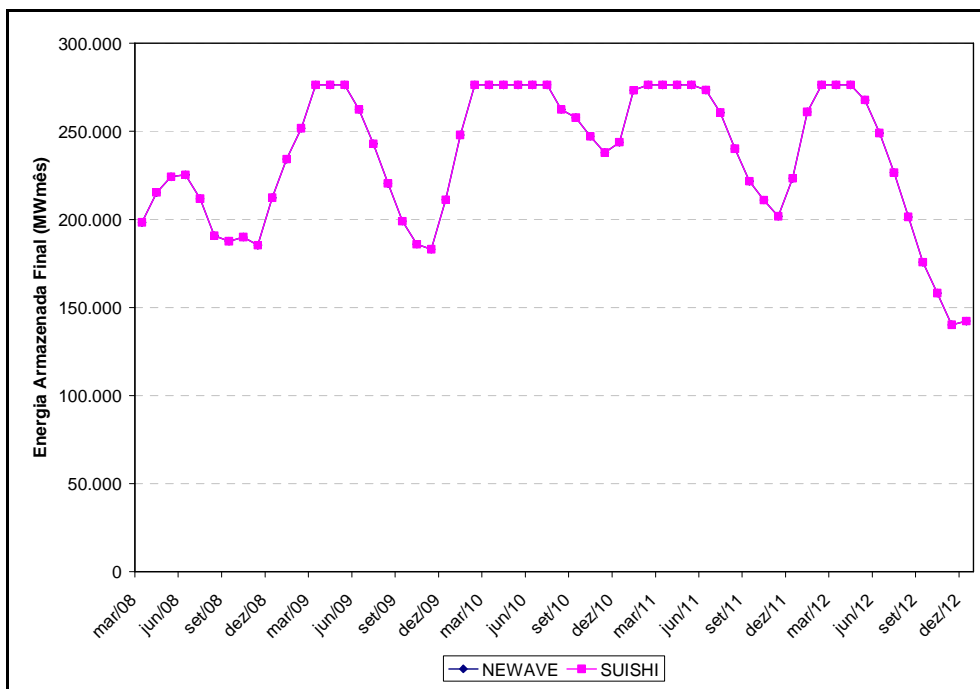


Figura 7.287 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

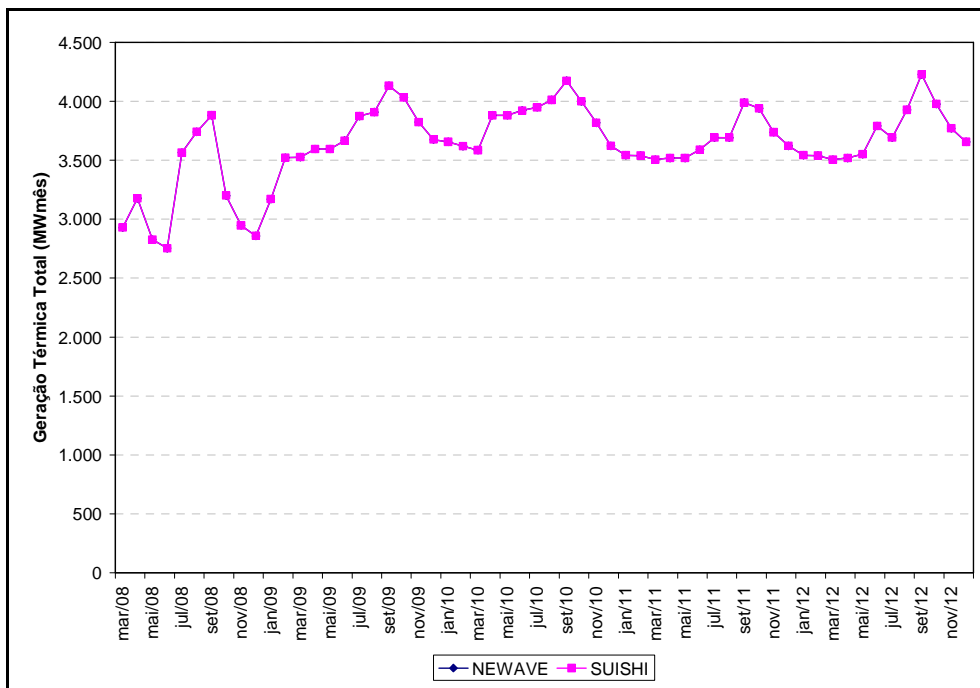


Figura 7.288 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento

- Série Hidrológica de 2006

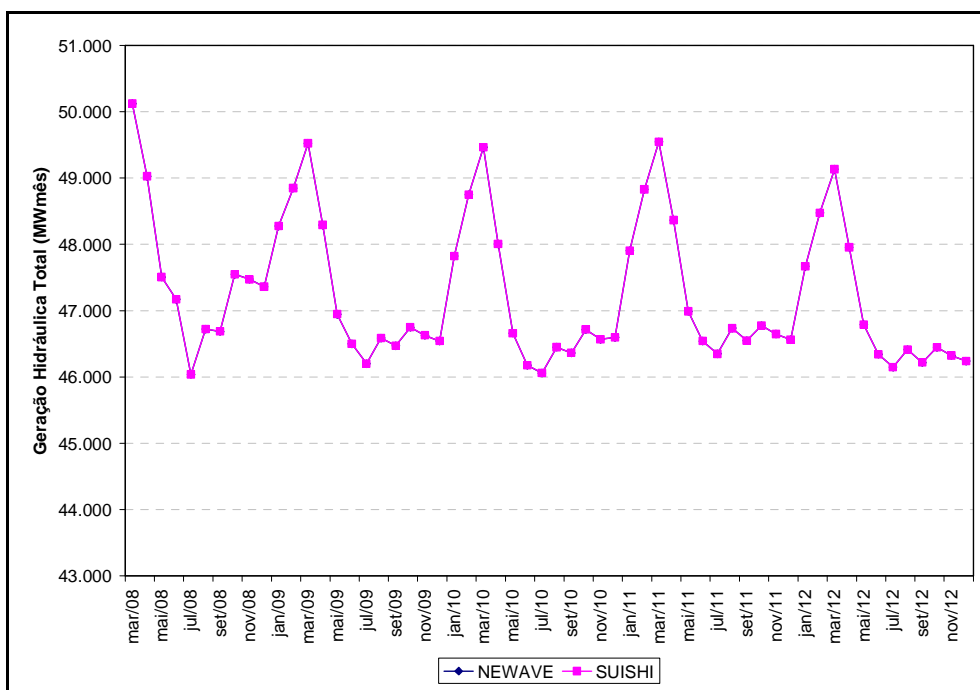


Figura 7.289 – Geração Hidráulica Total Para o Horizonte de Planejamento

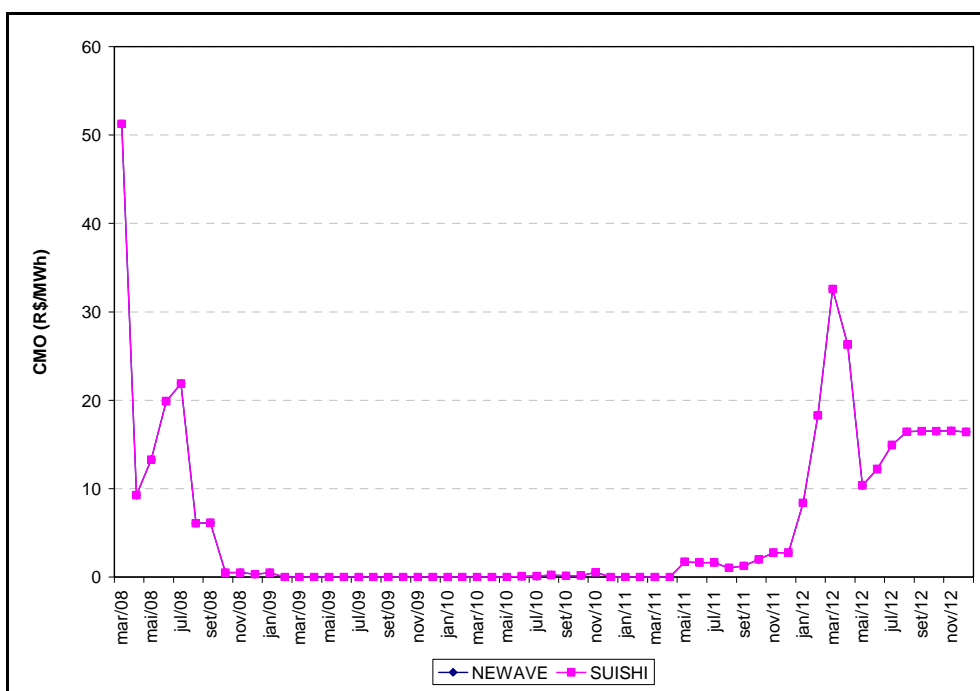


Figura 7.290 – Custo Marginal de Operação Para o Horizonte de Planejamento

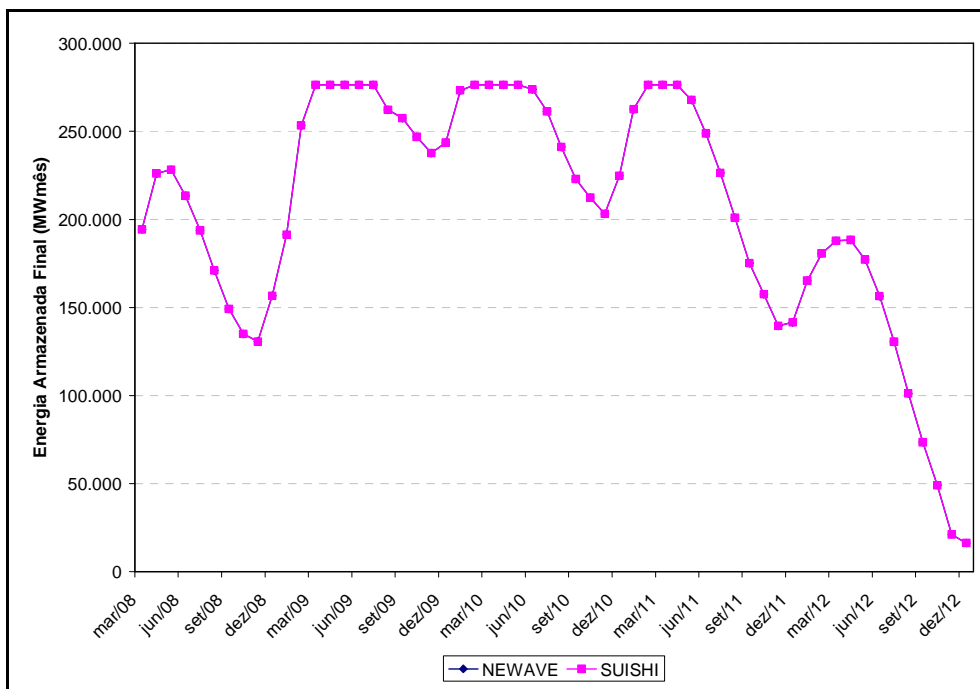


Figura 7.291 – Energia Armazenada Final Para o Horizonte de Planejamento

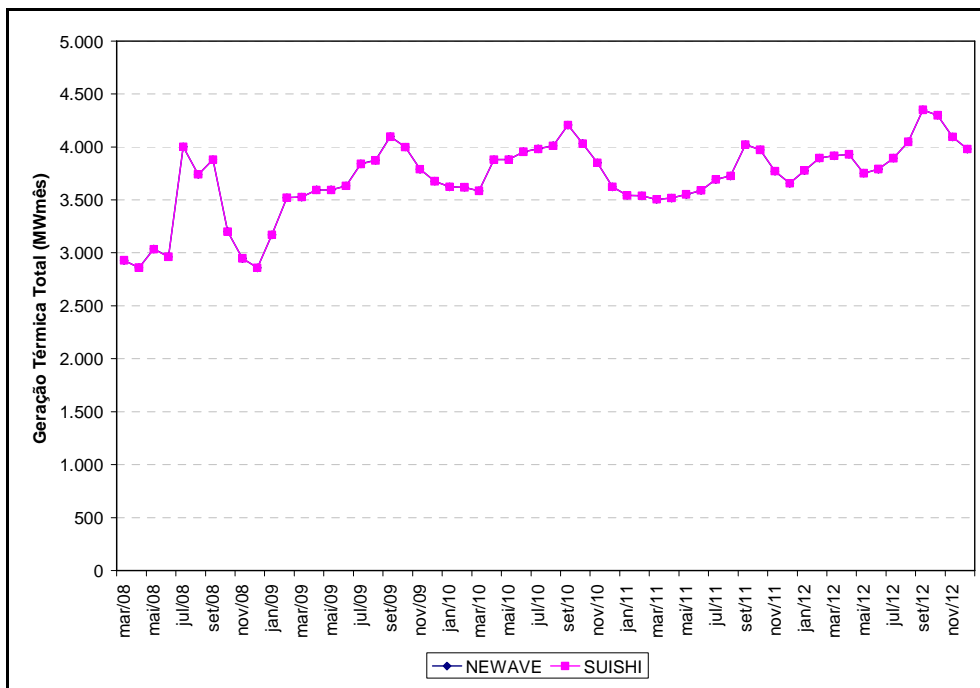


Figura 7.292 – Geração Térmica Total Para o Horizonte de Planejamento