

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELÉTRICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**GABRIEL GIONGO COLFERAI**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE REPOTENCIAÇÃO DE CENTRAL  
GERADORA HIDROELÉTRICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2017**

GABRIEL GIONGO COLFERAI

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE REPOTENCIAÇÃO  
DE CENTRAL GERADORA HIDROELÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Elétrica – DAELE – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Batista de Jesus Soares

PATO BRANCO

2017

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

O trabalho de Conclusão de Curso intitulado “**Estudo de Viabilidade Técnica de Repotenciação de Central Geradora Hidroelétrica**”, do aluno “**Gabriel Giongo Colferai**” foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata da banca examinadora N° **143** de 2017.

Fizeram parte da banca os professores:

**Alexandre Batista de Jesus Soares**

**César Augusto Portolann**

**Gérémi Gilson Dranka**

**A Ata de Defesa assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica**

Dedicado aos meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos professores que tive contato durante a minha passagem pela UTFPR que me ajudaram a adquirir conhecimento para a realização deste trabalho e para a vida profissional.

Agradeço a minha família em especial aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado me apoiando em minhas decisões e conseguiram me manter no caminho certo mesmo nas situações mais difíceis.

*“O homem científico não almeja resultados imediatos. Ele não espera que suas ideias mais avançadas sejam rapidamente retomadas. Seu trabalho é como o de um agricultor para o futuro. Seu dever é estabelecer bases para aqueles que estão por vir e apontar o caminho a ser seguido.” (Nikola Tesla).*

## RESUMO

COLFERAI, Gabriel Giongo. Estudo de Viabilidade Técnica de Repotenciação de Central Geradora Hidroelétrica. 2017. 116 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Departamento Acadêmico de Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

A crescente demanda por energia elétrica e as dificuldades para a implantação de grandes usinas faz com que sejam estudadas alternativas regionais para o atendimento as cargas instaladas. Este trabalho faz uma revisão bibliográfica voltada para usinas hidroelétricas, delimita o que é repotenciação e então sugere métodos para serem aplicados a pequenas centrais hidroelétricas e então os avalia em um estudo de caso.

**Palavras-chave:** Energia Hidroelétrica, Pequenas Centrais, Repotenciação.

## **ABSTRACT**

COLFERAI, Gabriel Giongo. Technical Feasibility Study of Repowering of Small Hydroelectric Plant. In 2017. 116 pages. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Departamento Acadêmico de Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

The growing demand for electricity and the obstacles to build large hydropower plants made possible the study of alternatives to support the loads installed. This essay begins with a bibliographic review about hydropower plants, defines what really is repowering. Explain methods to be applied to a small hydro electrical plants and finishes in a case study.

**Palavras-chave:** Hydropower , Small Hydro Plants, Repowering.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rotor do Gerador Síncrono de Polos Salientes .....	18
Figura 2 – Rotor do Gerador Síncrono de Polos Lisos.....	19
Figura 3 – Aplicação de Cada Modelo de Turbina.....	20
Figura 4 –Turbina Francis .....	22
Figura 5 – Especificações Turbina Francis.....	23
Figura 6 – Especificações Turbina Francis.....	24
Figura 7 – Tendência de Geração Futura.....	28
Figura 8 – Esboço de uma Central Hidroelétrica.....	30
Figura 9 – Gerador Elétrico CGH Salto São Luiz.....	41
Figura 10 – Turbina Hidráulica CGH Salto São Luiz.....	42
Figura 11 – Turbina Hidráulica CGH Salto São Luiz.....	43
Figura 12 – Tubulação Forçada Anterior a Reforma.....	44
Figura 13 – Comporta CGH.....	45
Figura 14 – Grade de Limpeza CGH.....	45
Figura 15 – Barragem CGH.....	46
Figura 16 – GPS Utilizado.....	47
Figura 17 – Medidor de Qualidade de Energia Utilizado.....	53
Figura 18 – Transformadores de Corrente (TCs) Utilizados.....	53
Figura 19 – Tensões de Linha Medidas.....	54
Figura 20 – Fator de Potência.....	55
Figura 21 – Visor Termográfico Infravermelho Utilizado.....	56
Figura 22 – Avaliação Termográfica do gerador.....	57

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
A	Ampere
ANA	Agência Nacional de Águas
CGH	Central Geradora Hidroelétrica
COPEL	Companhia Paranaense de Energia Elétrica
<i>L</i>	Comprimento
<i>C<sub>s</sub></i>	Concentração de Resíduos
<i>Y<sub>ap</sub></i>	Densidade dos Sedimentos
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
<i>E<sub>t</sub></i>	Percentual de Resíduos Acumulados
fp	Fator de Potência
GW	Giga watt
DRC	Índice Relativo de Tensão Crítica
DRP	Índice Relativo de Tensão Precária
IGPM	Índice Geral de Preços ao Consumidor
km	Quilometro
km <sup>2</sup>	Quilometro quadrado
kV	Quilovolts
kVA	Quilovolt Ampere
kWh	Quilowatt Hora
M.D	Margem Direita
M.E	Margem Esquerda
MW	Megawatt
m	Metro
m <sup>3</sup>	Metro Cubico
m <sup>3</sup> /s	Metro Cubico por Segundo
mg/l	Miligrama por Litro
nlc	Número de Leituras Criticas
nlp	Número de Leituras Precárias
PCH	Pequena Central Hidroelétrica

PNE	Plano Nacional de Energia
P	Potência Ativa
R. C	Região Central
S	Potência Aparente
GPS	Sistema de Posicionamento Global
SIN	Sistema Interligado Nacional
$V_{ab}$	Tensão Entre Fases
TN	Tensão Nominal
t/m <sup>3</sup>	Tonelada por Metro Cúbico
Q	Vasão
$V_{res}$	Volume do Reservatório

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das Centrais Geradoras .....	11
Tabela 2 – Geração de Energia Instalada no Brasil por Fonte.....	11
Tabela 3 – Dimensões Usuais de Turbinas Francis.....	23
Tabela 4 – Faixas de Tensão em Instalações com até 1 kV.....	34
Tabela 5 – Desnível Mensurado.....	48
Tabela 6 – Vazões Médias Rio Chopinzinho de Acordo com a ANA.....	49
Tabela 7 – Permanência de Vazões .....	49
Tabela 8 – Vazões Medidas com o Método do Flutuador .....	50
Tabela 9 – Constantes Aplicadas no Cálculo de Assoreamento .....	51
Tabela 10 – Tempo de Assoreamento Calculado.....	52
Tabela 11 – Índices DRP e DRC.....	54
Tabela 12 – Fator de Potência para os Piores Casos.....	55
Tabela 13 – Fator de Desequilíbrio para os Piores Casos.....	56
Tabela 14 – Dimensões da Turbina Instalada .....	58
Tabela 15 – Volume de Água Turbinada Medido Após Troca da Tubulação .....	58
Tabela 16 – Cenários para Estimar a Geração.....	59

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	10
1.1.1	Classificação das Centrais Geradoras .....	10
1.1.2	Agentes Produtores de Energia .....	11
1.1.3	Incentivos a Micro Geração.....	12
1.2	MOTIVAÇÕES.....	13
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.4	OBJETIVO GERAL.....	14
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
2	COMPONENTES DE CENTRAIS GERADORAS HIDROELÉTRICAS.....	16
2.1	BARRAGEM.....	16
2.2	TOMADA D'ÁGUA .....	16
2.3	CONDUTO DE ÁGUA .....	17
2.4	CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO .....	17
2.5	GERADOR ELÉTRICO .....	17
2.5.1	Geradores Síncronos .....	18
2.6	VOLANTE DE INÉRCIA .....	19
2.7	TURBINA HIDRÁULICA.....	20
2.7.1	Turbinas Pelton .....	21
2.7.2	Turbinas Kaplan .....	21
2.7.3	Turbinas Bulbo .....	21
2.7.4	Turbinas Francis.....	22
2.8	SUBESTAÇÃO.....	24
2.9	LINHA DE TRANSMISSÃO.....	24
2.10	QUADRO DE COMANDO .....	25

3 DELIMITAÇÃO DE REPOTENCIAÇÃO .....	26
3.1 DESATIVAÇÃO .....	26
3.2 RECONSTRUÇÃO .....	26
3.3 MANUTENÇÃO .....	27
3.4 REPOTENCIAÇÃO .....	27
3.5 MODERNAIZAÇÃO .....	29
3.6 AMPLIAÇÃO .....	29
4 METODOLOGIA.....	30
4.1 DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA USINA.....	30
4.1.1 Rendimento Típico do Sistema de Admissão .....	30
4.1.2 Rendimento Típico da Turbina .....	31
4.1.3 Rendimento Típico do Gerador .....	31
4.1.4 Rendimento Total de um Aproveitamento Hídrico .....	31
4.2 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO .....	32
4.3 DETERMINAÇÃO DA ALTURA BRUTA .....	33
4.4 AVALIAÇÃO DO GERADOR.....	33
4.4.1 Qualidade de Energia.....	34
4.4.1.1 Tensão em Regime Permanente.....	34
4.4.1.2 Desequilíbrio de Tensão.....	35
4.4.2 Fator de Potência .....	35
4.4.3 Termografia .....	36
4.5 AVALIAÇÃO DA TURBINA .....	36
4.6 AVALIAÇÃO DA BARRAGEM.....	36
4.6.1 Assoreamento .....	36
4.6.2 Grade de Limpeza.....	38
4.7 AVALIAÇÃO DA TUBULAÇÃO .....	38
4.7.1 Vazamentos .....	38

4.8 INSTALAÇÃO DE UMA NOVA CASA DE FORÇA .....	39
5 ESTUDO DE CASO .....	40
5.1 LEVANTAMENTO HISTÓRICO .....	40
5.1.1 Gerador de Energia .....	41
5.1.2 Turbina Hidráulica .....	42
5.1.3 Sistema de Adução .....	43
5.1.4 Barragem.....	46
5.2 AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES .....	47
5.2.1 Altura Bruta .....	47
5.2.2 Vazão .....	48
5.2.2.1 Banco de Dados Agência Nacional de Águas .....	48
5.2.2.2 Método do flutuador.....	50
5.2.2.3 Comparação entre os métodos utilizados .....	51
5.2.3 Assoreamento .....	51
5.2.4 Gerador .....	52
5.2.4.1 Qualidade de Energia.....	52
5.2.4.2 Termografia .....	56
5.2.5 Turbina .....	57
5.2.6 Sistema de Adução .....	58
5.2.7 Estimativas de Geração .....	59
5.2.8 Nova Casa de Força .....	59
6 CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICES.....	64
ANEXOS .....	104

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil é um país rico em recursos hídricos que podem ser aproveitados para a geração de energia elétrica. Estima-se que considerando somente as quedas d' água que o potencial de geração seja de 260 GW, sendo que atualmente apenas cerca de 90 GW são aproveitados segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2016).

De acordo com o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) espera-se que até 2030 o Brasil tenha uma potência instalada de 174 GW, no entanto existem inúmeras incertezas sobre o aproveitamento efetivo deste potencial, em especial da Bacia Amazônica devido a questões ambientais, e dificuldades encontradas na instalação de novas linhas (EPE, 2008).

A repotenciação de centrais hidroelétricas antigas é uma alternativa a construção de novas centrais geradoras. Em países industrializados a repotenciação de centrais hidroelétricas antigas é visto com certa normalidade, mesmo em situações em que exista apenas ganho de confiabilidade sem alterar a capacidade de geração (FARRET, 2014).

Para realizar a repotenciação de modo eficiente, devem ser realizadas análises técnicas, objetivando conhecer o estado atual da planta de geração no que tange a eficiência e o tempo de vida residual das instalações, a fim de se aplicar ações corretivas e intervenções, tendo como meta a redução de perdas (OLIVEIRA, 2012).

### 1.1.1 Classificação das Centrais Geradoras

De acordo com a ANEEL, as plantas de geração hidroelétricas são divididas em categorias de acordo com a potência instalada e área alagada, conforme apresentado na Tabela 1.



**Tabela 1 – Classificação das Centrais Geradoras**

	<b>Quanto a Potência Instalada</b>	<b>Quanto a Área Alagada</b>
Central Geradora Hidroelétrica (CGH)	Até 1 MW	Sem Reservatório
Pequena Central Hidroelétrica (PCH)	Entre 1 MW e 30 MW	Até 3 km <sup>2</sup>
Usina Hidroelétrica (UHE)	Mais de 30 MW	Maior que 3 km <sup>2</sup>

**Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2016).**

A Tabela 2 apresenta a potência instalada no Brasil de todas as fontes de geração, que atualmente é de 147 GW.

**Tabela 2 – Geração de Energia Instalada no Brasil Por Fonte**

Tipo	Quantidade	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	557	437.072	0,3
PCH	449	4.841.818	3,29
UHE	220	90.166.353	61,18
Eólica	380	9.275.730	6,29
Fotovoltaica	40	22.962	0,02
Termoelétrica	2912	40.638.651	27,58
Termonuclear	2	1.990.000	1,35
<b>Total</b>	<b>4560</b>	<b>147.372.586</b>	<b>100</b>

**Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2016).**

Percebe-se que a participação percentual da geração de pequenas centrais hidroelétricas (PCH's) e de centrais geradoras hidroelétricas (CGH's) corresponde a 3,59%, do total instalado, no entanto o impacto ambiental é considerado baixo, por não envolver alagamentos de grandes áreas (EPE, 2008).

### 1.1.2 Agentes Produtores de Energia

No Brasil a geração de energia hidroelétrica em quantidades menores que 1 MW, pode ser feita por qualquer pessoa física ou jurídica, desde que tenha licença ambiental para tal (EPE, 2008).

A produção pode ser feita na modalidade “Produtor Independente”, em que uma pessoa jurídica ou um consórcio obtém uma concessão da ANEEL para produzir energia elétrica, destinada à comercialização de toda ou de apenas parte

da produção, assumindo os riscos da produção ser deficiente e acabar surgindo à necessidade de compra de energia (FARRET, 2014).

Outra modalidade possível é a de “Autoprodutor”, em que os interessados recebem uma concessão ou autorização para produzir energia exclusivamente para uso próprio, com a possibilidade de eventualmente comercializar os excedentes de energia perante autorização da ANEEL.

Para aproveitamentos com mais de 30 MW, deve haver licitação pública em que a empresa ou o consórcio ganhador recebam a concessão ou a autorização para explorar determinado local (SOUZA, 2009).

### 1.1.3 Incentivos a Micro Geração

A ANEEL recomenda a utilização de CGH's como forma eficiente de expandir a oferta de energia frente a crescente demanda, pois podem complementar o fornecimento de energia de centros urbanos, regiões rurais e industriais (SOUZA, 2009).

O governo tem tentando simplificar o processo de outorga oferecendo incentivos visando atrair investimentos que valem para todos os estados brasileiros nas proximidades de centros de carga em áreas distantes ao sistema de transmissão e em pontos de expansão agrícola, dentre os incentivos destacam-se: (FARRET, 2014).

a) A autorização para exploração de potencial hidráulico sem ônus (Lei 9074 de 7 de julho de 1995, Lei 9427 de 26 de dezembro de 1996 e Lei 7990 de 28 de dezembro de 1989).

b) Desconto de pelo menos 50% para a utilização de sistemas de transmissão e distribuição (Lei 10438 de 26 de abril de 2002, resolução ANEEL 281 de 10 de outubro de 1999 e resolução ANEEL 219 de 23 de abril de 2003).

c) Livre comercialização de energia para consumo ou grupo de consumidores (consórcio) com demanda superior a 500 kW em locais interligados ao sistema integrado nacional (SIN) ou 50 kW para comunidades isoladas (Lei 10438 de 26 de abril de 2002).

## 1.2 MOTIVAÇÕES

O custo para o consumidor industrial da energia elétrica tem crescido de forma significativa ao longo dos últimos anos superando inclusive o crescimento de alguns indicadores econômicos como o IPCA e o IGPM (ABRACE, 2011).

Em adição ao aumento das tarifas existe a ocorrência de apagões que deixam em estado de alerta consumidores industriais que dependem de fornecimento ininterrupto de energia para que não ocorram paralizações em processos que possam implicar em prejuízo ou atraso na produção. Para esses itens o governo tem adotado medidas para tentar amenizar o problema como a construção de novas usinas, incentivos a geração distribuída e também acordos com outros países através da importação de energia excedente (VANNI, 2008).

A dificuldade e o tempo médio para a implantação de novas centrais hidroelétricas torna interessante o aproveitamento de estruturas subutilizadas através de processos de reforma, ampliação e repotenciação.

Sistemas descentralizados de geração tem determinados benefícios como a redução das perdas elétricas na transmissão e a redução do carregamento da rede elétrica (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2010).

Marcos (2012) em sua dissertação de mestrado realizou um estudo de repotenciação de PCH's considerando aspectos técnicos e econômicos, sendo que do ponto de vista técnico o autor concluiu que era possível identificar a possibilidade de uma repotenciação através da avaliação de fatores como a idade do empreendimento, custos de operação e manutenção. No que tange a capacidade de geração alguns indicadores como a queda na geração média, fator de disponibilidade e rendimento dos geradores podem evidenciar a possibilidade de se executar uma repotenciação.

Dentro do contexto proposto de economia energética, eficiência e confiabilidade, propõe-se a análise de viabilidade técnica de repotenciação de uma central geradora hidroelétrica. A proposta objetiva buscar o incremento de geração de potência ativa de uma pequena central hidroelétrica através de processos de repotenciação.

### 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Efetuar pesquisa bibliográfica sobre construção e repotenciação de centrais hidroelétricas com ênfase em PCH's e CGH's;
2. Identificar situações em que é viável repotenciar centrais hidroelétricas;
3. Estudo de caso, estimar ganhos de geração com a repotenciação de uma CGH, através da avaliação da barragem, tubulação, turbina e gerador;
4. Avaliar a possibilidade de instalar uma nova unidade geradora na mesma casa de máquinas caso seja possível, ou construir uma nova casa de máquinas.

### 1.4 OBJETIVO GERAL

Estudar os processos e métodos para repotenciação de pequenas centrais hidroelétricas e aplicar os conhecimentos adquiridos na CGH Salto São Luiz localizada no rio Chopinzinho.

### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo foram apresentadas as expectativas futuras da geração hidráulica, divisões das centrais hidroelétricas, agentes produtores de energia e os incentivos existentes para micro centrais e também os objetivos específicos e o objetivo geral.

O capítulo 2 aborda explicações sobre cada uma das partes de uma central hidroelétrica dentre elas destaca-se: barragem, tubulação, turbina e gerador. O capítulo 3 delimita o que é repotenciação diferenciando-a de outras formas de ganho de geração como a ampliação e a modernização.

A metodologia aplicada no desenvolvimento desse trabalho é apresentada no quarto capítulo. O objetivo da metodologia é indicar os

procedimentos a serem realizados para avaliar cada um dos componentes da central geradora.

O estudo de caso, mostrado no capítulo 5, realizado na central Salto São Luiz localizada no rio Chopinzinho é o resultado da aplicação da metodologia proposta no decorrer do capítulo 4.

## 2 COMPONENTES DE CENTRAIS GERADORAS HIDROELÉTRICAS

De acordo com Farret (2014), uma pequena central hidroelétrica é constituída basicamente por uma turbina hidráulica acoplada a um gerador elétrico. No entanto outros elementos como a barragem, tubulação, quadros de comando, subestação, linhas de transmissão entre outros também costumam estar presentes em instalações hidráulicas.

Neste capítulo são apresentados alguns conceitos e características a respeito das partes integrantes de uma central hidráulica.

### 2.1 BARRAGEM

A barragem é uma estrutura civil usada para acumular e bloquear a passagem da água. Podem ser construídas de concreto e chumbadas ao leito e as margens dos rios ou podem ainda serem feitas inteiramente de rochas e terra compactada (SIMONE, 2012).

### 2.2 TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água costuma ser incorporada a barragem, tem como função direcionar a água para os condutos forçados que alimentam a casa de força. Normalmente possuem grades de proteção que interceptam toda a sujeira do rio (como galhos, troncos e lixo urbano).

Para controlar o fluxo d'água na tubulação utilizam-se comportas que são portas móveis que permitem o controle do fluxo de água de uma represa (FARRET, 2014).

## 2.3 CONDUTO DE ÁGUA

Os condutos d'água transportam a água da barragem até a casa de força em usinas em que a casa de força é construída separadamente da barragem. Os condutos podem ser abertos e de baixa pressão (apenas um desvio do rio) ou podem ser forçados em que a água é captada e levada até a turbina por tubulações fechadas (FARRET, 2014).

## 2.4 CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

A chaminé de equilíbrio é uma obra civil que tem como função aliviar as variações de pressão causadas por alterações na vazão devido a abertura ou fechamento de válvulas, falhas de dispositivos de proteção e parada de turbinas. Essas variações de pressão também são conhecidas por golpe de aríete.

Durante o golpe de aríete a pressão pode atingir níveis indesejáveis podendo inclusive ser suficiente para danificar de forma irreversível os condutos e outros mecanismos que podem estar acoplados (SIMONE, 2012).

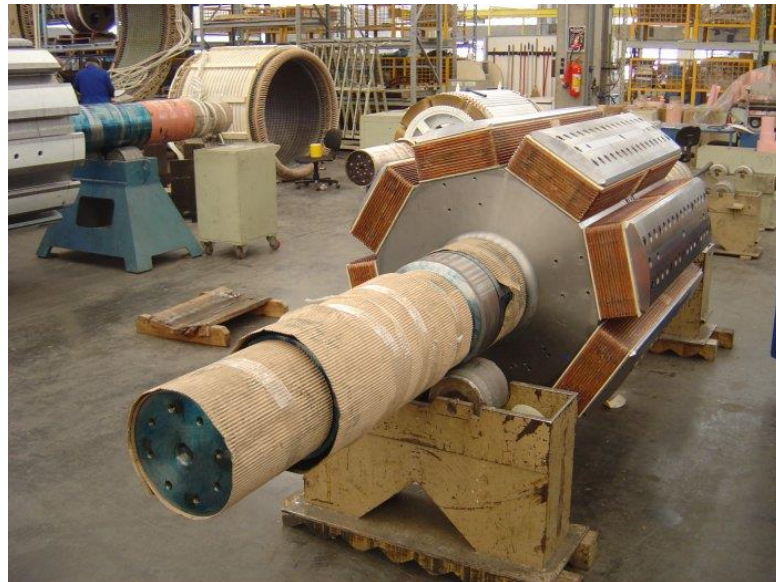
## 2.5 GERADOR ELÉTRICO

Os geradores elétricos de corrente alternada são máquinas rotativas que embasadas em conceitos do eletromagnetismo como a lei de Faraday-Lenz transformam a energia mecânica (rotação) em energia elétrica.

Existem duas classificações das máquinas de corrente alternada, as máquinas síncronas que são motores ou geradores que tem a corrente de campo fornecida por uma fonte de corrente contínua externa e as máquinas indução que são geradores e motores que tem a corrente de campo fornecida por indução magnética diretamente aos enrolamentos de campo (CHAPMAN, 2013).

### 2.5.1 Geradores Síncronos

Nos geradores síncronos o campo magnético é produzido no rotor através de um ímã permanente ou um eletroímã obtido através da aplicação de uma corrente contínua aplicada ao enrolamento do rotor. O rotor é acionado por uma máquina acoplada em seu eixo como uma turbina hidráulica no caso de uma hidroelétrica ou um motor diesel em um conjunto de geração a combustão. O movimento girante produz um campo magnético girante no interior da máquina que por sua vez induz um conjunto de tensões trifásicas nos enrolamentos do gerador (FITZGERALD; KINGSLEY; UMANS, 2014).



**Figura 1 – Rotor do Gerador Síncrono de Polos Salientes.  
Fonte: Extraído de (WEG INDÚSTRIAL, 2008)**

O rotor de um gerador síncrono é basicamente um eletroímã, os pólos magnéticos do rotor podem ser construídos de duas maneiras: salientes, em que os pólos do rotor se projetam para fora do rotor de maneira radial como mostrado na Figura 1, enquanto que as máquinas de pólos lisos têm os pólos encaixados e nivelados com o rotor conforme apresentado na Figura 2.





**Figura 2 – Rotor do Gerador Síncrono de Polos Lisos.  
Fonte: Extraído de (POWER TECHNOLOGY, 2017)**

Uma corrente contínua aplicada ao rotor para a criação do campo magnético, essa corrente pode ser fornecida por um banco de baterias conectado a um conjunto de anéis deslizantes e escovas no entanto estas exigem um alto grau de manutenção pois seu desgaste deve ser conferido com frequência. Apesar desses pontos negativos costuma-se usar escovas em máquinas de menor porte devido ao baixo custo. Em geradores de grande porte usa-se uma “excitatriz piloto” que é um gerador de menor porte com ímãs permanentes (FITZGERALD; KINGSLEY; UMANS, 2014).

## 2.6 VOLANTE DE INÉRCIA

O volante de inércia é um elemento usado para armazenamento de energia, acoplado ao eixo do gerador. O volante é usado para estabilizar a velocidade do eixo quando ocorre variação na carga ou na geração. Em grandes centrais o próprio peso do gerador atua como amortecedor de carga.

A energia em MW que um volante armazena é definida por (1). Em que  $H$  é a constante de inércia do rotor que em geradores hidráulicos costuma ser maior que 2,0 e menor que 4,0, já a variável  $S$  é a potência do gerador.

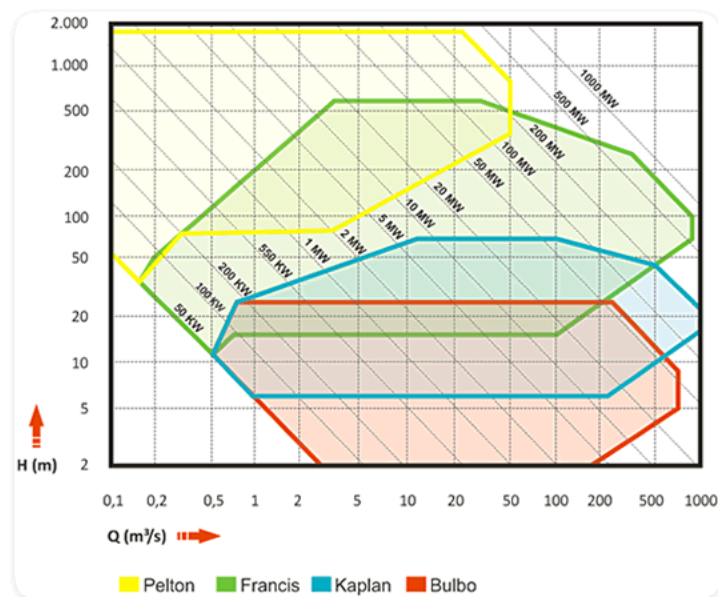
$$E_{armazenda} = H.S \quad (1)$$

Aplicando a Equação têm-se que para um volante de inércia com a constante  $H$  igual a 2,0 instalado em um gerador de 250 kW a energia armazenada é igual a 500kW, ou seja, em caso de parada súbita da geração, ocasionada por exemplo pelo fechamento das comportas o gerador conseguiria ainda atender a carga instalada por alguns instantes. No caso de um corte súbito de carga a energia armazenada no volante seria dispersada pela chaminé de equilíbrio (KUNDUR, 1993).

## 2.7 TURBINA HIDRÁULICA

Turbinas hidráulicas são rodas rotacionadas por água com energia cinética armazenada jorrada sobre palhetas. A escolha do tipo de turbina utilizado em um aproveitamento hidráulico depende de alguns critérios técnicos como altura e vazão d'água e de outros critérios como custo e disponibilidade comercial da turbina. (SOUZA; FUCHS; SANTOS, 1983).

Dentre as turbinas normalmente utilizadas destacam-se as do tipo Pelton, Francis e Kaplan. A Figura 3 mostra a aplicação de cada turbina em função da altura da queda d'água e da vazão.



**Figura 3 – Aplicação de Cada Modelo de Turbina.**  
 Fonte: Extraído de (HACKER INDUSTRIAL LTDA, 2017).

Usualmente as turbinas do tipo Kaplan são usadas em baixas quedas com grande vazão enquanto que as Pelton são aplicadas em altas quedas de baixa vazão e enquanto que se aplicam as Francis em situações intermediárias.

### 2.7.1 Turbinas Pelton

A turbina Pelton é uma turbina de ação, ou seja, não é imersa na água. Nessa turbina a energia potencial da água é transformada em energia cinética com o uso de injetores que impulsionam água sobre pás em uma roda motriz, fazendo-a trabalhar sob pressão atmosférica. Estas turbinas costumam ser de fácil manutenção devido a facilidade de acesso ao rotor. (FARRET, 2014, SIMONE, 2012).

### 2.7.2 Turbinas Kaplan

As turbinas Kaplan assemelham-se a propulsores de navio, se tiverem as pás ajustáveis podem operar dentro de uma faixa de vazões mantendo o rendimento alto. (SOUZA; FUCHS; SANTOS, 1983).

Em pequenas centrais usando esse tipo de turbina alguns mecanismos auxiliares como um servo motor para abertura e fechamento das pás e um multiplicador de rotação para geradores de alta velocidade podem ser necessários.

### 2.7.3 Turbinas Bulbo

As turbinas Bulbo são na realidade turbinas Kaplan em que o gerador é conectado diretamente ao eixo da turbina ficando submerso na água protegido por invólucro hermético.

Existem 6 turbinas Bulbo em processo de instalação na casa de força auxiliar da Usina de Belo Monte no Para o Sitio Pimental cada uma delas com capacidade de geração igual a 38,8 MW.

### 2.7.4 Turbinas Francis

As turbinas Francis, representada na Figura 4, são versáteis podendo ser usadas em pequenas centrais com quedas entre 2 e 150 metros com vazão de ao menos 0,1 m<sup>3</sup>/s. O seu eixo pode ser instalado tanto na posição horizontal quanto na vertical sendo a posição horizontal a mais indicada pois pode ser conectada diretamente ao gerador sem a necessidade de o gerador ser posicionado sobre a turbina ou ser utilizado correias para a conexão (FARRET, 2014).



**Figura 4 – Turbina Francis.**  
**Fonte: Extraído de (HACKER INDUSTRIAL LTDA, 2017).**

O diâmetro do rotor  $D$  ideal de uma turbina Francis pode ser determinado por (2) em que  $n_s$  é a velocidade de rotação específica<sup>1</sup> calculada pela Equação (3),  $H$  a altura do aproveitamento e  $n$  a velocidade efetiva de rotação (SIMONE, 2012).

$$D = \frac{(0,16n_s + 35,1)H^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (2)$$

<sup>1</sup> Grandezas específicas relacionam todas as turbinas que sejam geometricamente semelhantes sob operação em uma queda de 1,0 m gerando 1,0 CV em condições análogas. Portanto um grupo de turbinas com geometria semelhante são a mesma turbina unidade. Define-se então que a rotação específica  $n_s$  é o número de rotações por minuto da turbina unidade para a turbina analisada e também de todas as outras que forem geometricamente semelhantes a ela.

$$n_s = \frac{n(1,36P_{turb})^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{5}{4}}} \quad (3)$$

A variável  $H$  é a altura líquida do aproveitamento e  $P_{turb}$ , a potência em kW esperada da turbina. Após calculado o diâmetro as demais dimensões da turbina, mostradas nas Figuras 5 e 6 podem ser determinadas pelas relações apresentadas na Tabela 3 (FARRET, 2014).

Tabela 3 - Dimensões Usuais de Turbinas Francis

Descrição	Variável	Dimensão (m)
Diâmetro maior	$D_1$	$1,0D$
Diâmetro menor	$D_2$	$0,6D$
Altura do duto aspirador	$a$	$1,2D$
Largura do duto aspirador	$b$	$3,0D$
Comprimento do aspirador vertical	$L_v$	$(5 - \frac{n_s}{200})D$
Comprimento do aspirador horizontal	$L_h$	$2,2D$
Altura máxima	$A$	$(3,0 - \frac{n_s}{400})D$

Fonte: Adaptado de (FARRET, 2014).

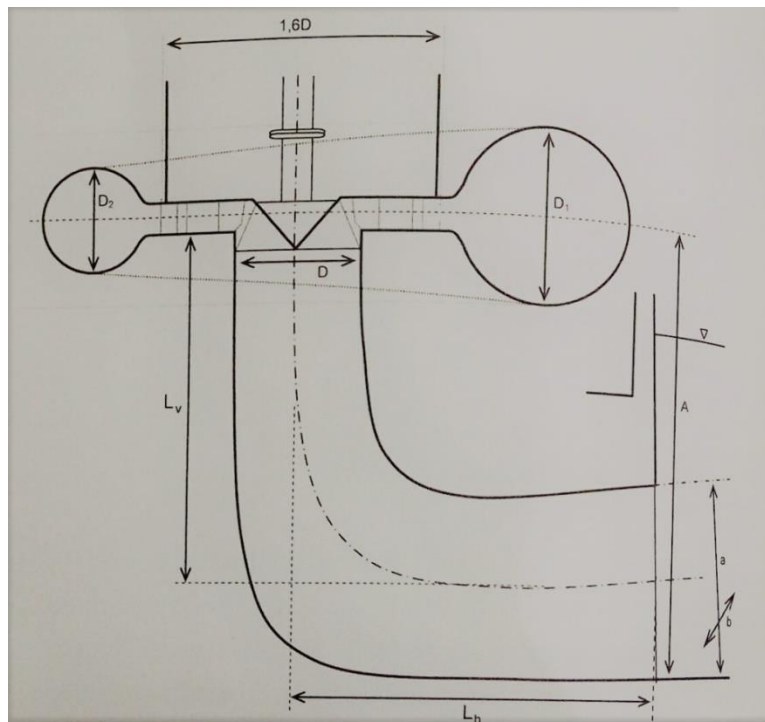
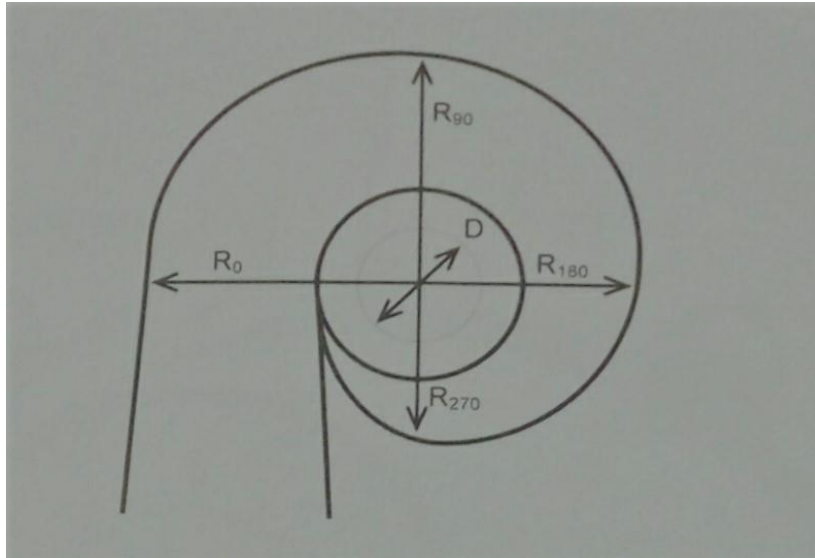


Figura 5 - Especificações Turbina Francis.  
Fonte: Extraído de Farret (2014).



**Figura 6 – Especificações Turbina Francis.**  
 Fonte: Extraído de Farret (2014).

## 2.8 Subestação

As subestações são instaladas juntamente com a casa de máquinas, onde estão localizados os transformadores, chaves seccionadoras e disjuntores. Em pequenas centrais esses elementos podem ser reunidos junto ao quadro de comando.

Os transformadores devem possuir uma potência igual ou maior do que a potência máximas dos geradores em kVA e a tensão do primário deve ser igual a tensão de saída do gerador assim como a tensão do secundário deve ser igual a tensão da linha de distribuição (PETRUZELLA, 2013).

## 2.9 Linha de Transmissão e Distribuição

As linhas de alimentação interligam a geração a carga, no entanto quando a carga não está próxima da geração a tensão é elevada para reduzir as perdas na transmissão (OLIVEIRA, *et al.*, 2000).

## 2.10 Quadros de Comando

Nos quadros de comando localizam-se os instrumentos de medição, controle e monitoramento do processo de geração e da carga. Nos quadros o operador tem acesso a funções como: ligar e desligar os geradores, abrir e fechar comportas, limitar carga entre outras funções.

Os dispositivos de proteção possuem seus módulos de controle instalados no interior dos quadros de comando. Estes dispositivos interpretam as informações enviadas por sensores como: sensor de rotação do gerador, sensor de temperatura. Também são responsáveis por interpretar informações enviadas pelos Transformadores de Corrente (TC) e Transformadores de Potencial (TP) (PETRUZELLA, 2013).

Quando ocorrem anomalias nas variáveis medidas os dispositivos de proteção atuam de forma apropriada emitindo sinais sonoros e luminosos e em situações mais críticas paralisam a geração (PETRUZELLA, 2013).

### 3 DELIMITAÇÃO DE REPOTÊNCIAÇÃO

A expressão repotenciação de centrais hidroelétricas tem várias interpretações possíveis, (EPE, 2008), a definição clássica de repotenciação é relacionada a qualquer alteração que possa ocasionar ganho de rendimento e potência.

Dentre as opções existentes depois de avaliado o desempenho atual de uma central hidroelétrica cita-se: desativação, manutenção e prosseguimento operacional, reconstrução e repotenciação, (OLIVEIRA, 2012).

#### 3.1 DESATIVAÇÃO

Esta opção é considerada apenas em casos extremos onde existam problemas estruturais na barragem ou nas fundações que comprometam a segurança.

Usualmente opta-se pela reconstrução de uma PCH em vez da desativação, no entanto, por questões financeiras ou por ser um aproveitamento hidráulico muito pequeno a reconstrução acaba sendo inviável e o empreendimento acaba sendo desativado (EPE, 2008).

#### 3.2 RECONSTRUÇÃO

É o equivalente a construir uma nova planta geradora, pois envolve obras como a demolição da estrutura antiga e a reconstrução da barragem, circuitos de adução e restituição, casa de máquinas e substituição do conjunto turbina-gerador (VEIGA, 2002).



### 3.3 MANUTENÇÃO

No caso de manutenção assume-se que as máquinas estão em condições boas de rendimento e confiabilidade, ou seja, considera-se que investimentos não trariam melhoras de magnitude suficiente para serem financeiramente viáveis. A condição das máquinas depende diretamente de manutenções corretivas e preventivas (EPE, 2008).

### 3.4 REPOTENCIAÇÃO

Repotenciação é definida como uma intervenção em estruturas civis, hidráulicas ou em equipamentos eletromecânicos que estejam envolvidos na conversão de energia hidráulica em elétrica em empreendimentos já existentes que tenham como resultado ganho de potência ou rendimento (EPE, 2008).

Entre as ações desenvolvidas em uma PCH que podem ser caracterizadas como repotenciação estão:

- a) Reforma da turbina, incluindo a substituição das pás e rolamentos.

Reforma no gerador, substituindo o estator e troca do isolamento das bobinas, utilizando isolantes menos espessos fazendo com que o calor seja dissipado mais rapidamente.

- b) Substituição de gerador, turbina e transformadores em final de vida útil.

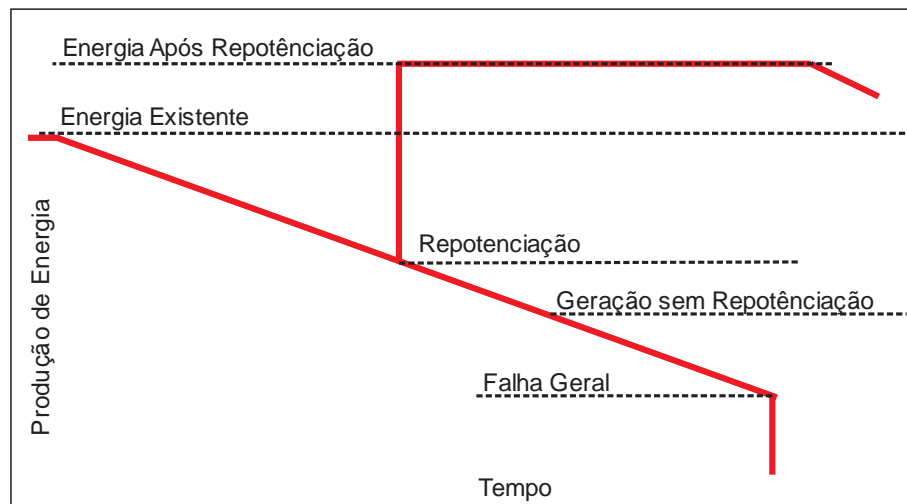
Em casos de plantas em que foram utilizados equipamentos que estavam disponíveis no mercado, ou seja, não foram fabricados especificamente para a queda d'água existente, pode acontecer de a turbina estar sub dimensionada, trabalhando fora da faixa ótima de operação ou ainda sofrendo cavitação ou ruído excessivo (VEIGA, 2002).

- c) Ampliação através da instalação de um novo conjunto de geração em paralelo com o original, neste caso deve-se atentar para os custos envolvidos e para questões ambientais (FARRET, 2014).

O processo de repotenciação, não tem uma metodologia definida, ou seja, cada caso deve ser avaliado individualmente, e em certos casos o custo pode ser

superior aos gastos com manutenção de rotina. São caracterizados como repotenciação os processos em que existe incremento na capacidade de geração. (SOUZA, 2009)

Na Figura 7 mostra a tendência de decrescimento de geração de energia com o passar dos anos de uma central hidroelétrica devido ao desgaste dos equipamentos e final da vida útil, assim como mostra a tendência do acréscimo de geração e incremento de vida útil devido à repotenciação.



**Figura 7 – Tendência de Geração Futura.**  
**Fonte: Adaptado de Farret (2014).**

Para fins econômicos adota-se que uma central hidroelétrica tem uma vida útil de 50 anos, no entanto o cálculo de depreciação é feito considerando um prazo de 30 anos (FARRET, 2014).

Cada equipamento em uma central geradora tem vida útil diferente, estruturas civis como a barragem e casa de força têm uma vida útil de aproximadamente 60 anos, turbinas e tubulações de 30 anos, gerador e transformador de 25 anos, barramentos e equipamentos de proteção de 20 anos (EPE, 2008).

As usinas com mais de 20 anos em operação em que os geradores tenham mais de 120 mil horas de operação são consideradas antigas e devem passar por manutenções (SOUZA, 2009).

### 3.5 MODERNIZAÇÃO

A modernização de uma central hidroelétrica diferentemente da repotenciação não pretende aumentar a capacidade de geração, mas sim aumentar a confiabilidade dos equipamentos instalados permitindo uma extensão da vida útil de até 30 anos a um custo reduzido se comparado com o valor para a construção de uma central hidroelétrica

Como exemplos de modernização citam-se: instalação de um sistema automatizado para limpeza das grades, painel de automação para a tomada d'água e comportas. Com a modernização é possível ainda dispensar a utilização de operadores (OLIVEIRA, 2012).

### 3.6 AMPLIAÇÃO

A ampliação consiste em instalar um novo conjunto turbina-gerador em um aproveitamento com potencial utilizado parcialmente. Existem usinas em que a casa de força tem espaço não utilizado construídas pensando em ampliações futuras.

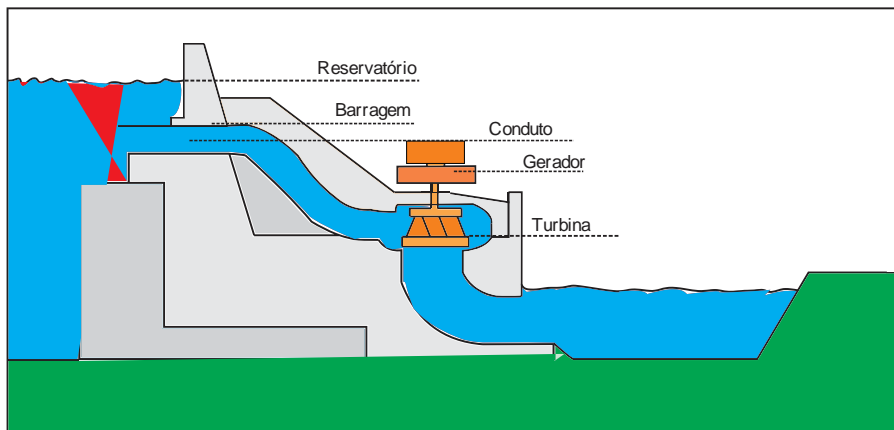
## 4 METODOLOGIA

### 4.1 DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA USINA

O esquemático básico da instalação de uma unidade geradora em um aproveitamento hidráulico está apresentado na Figura 8. A potência disponível em uma queda d'água é definida pela Equação 4.

$$P_{bruta} = gQH_b \quad (4)$$

Em que:  $P_{bruta}$  é a potência eletromecânica disponível em um aproveitamento em kW;  $g$  a aceleração da gravidade em m/s<sup>2</sup>;  $Q$  a vazão d'água m<sup>3</sup>/s e  $H_b$  a altura bruta, diferença de nível entre jusante e montante.



**Figura 8 – Esboço de uma Central Hidroelétrica**  
 Fonte: Adaptado de Simone (2012).

No entanto a potência efetivamente convertida em energia elétrica é resultado da multiplicação da potência disponível no aproveitamento pelos rendimentos de cada elemento que compõe o sistema de geração.

#### 4.1.1 Rendimento Típico do Sistema de Admissão

O rendimento do sistema de admissão  $n_{sa}$  normalmente encontra-se entre 0,97 e 0,999, os menores são recorrentes em centrais onde a tubulação de captação

é comprida e acaba tendo áreas de alta e baixa pressão, já as mais altas ocorrem quando a casa de máquinas é próxima da barragem.

#### 4.1.2 Rendimento Típico da Turbina

O rendimento interno da turbina  $n_i$  devido a atrito, fugas e turbulências, o valor está compreendido entre 0,30 e 0,97 sendo os menores para turbinas hidrocinéticas (entre 0,30 e 0,60), os intermediários para turbinas com rotor Michell-Banki ou Turgo (entre 0,50 e 0,85), e por fim para turbinas com rotor Pelton, Francis, hélice ou Kaplan onde os rendimentos estão compreendidos entre 0,75 e 0,97;

#### 4.1.3 Rendimento Típico do Gerador

O rendimento do gerador  $n_g$  normalmente está compreendido entre 0,80 e 0,98, os menores para geradores antigos de baixo rendimento ou operando fora da curva ótima, já os maiores valores são referentes a geradores de alto rendimento.

#### 4.1.4 Rendimento Total de um Aproveitamento Hídrico

Define-se então que o rendimento do aproveitamento é dado pela Equação (5), No entanto deve-se observar que a Equação contém algumas aproximações visando simplificar os cálculos, pois outros fatores como quantidade de mancais tipo de eixo, forma de acoplamento entre gerador e turbina, também podem interferir no rendimento, reduzindo-o para um fator entre 0,77 e 0,97. Sendo os valores mais baixos referentes a sistemas com caixa de redução entre a turbina e o gerador (SIMONE, 2012; FARRET, 2014).

$$P_{el} = P_{bruta} n_{sa} n_i n_q \quad (5)$$

Sendo  $P_{el}$ , energia efetivamente convertida em potência elétrica;  $n_{sa}$  o rendimento do sistema de admissão;  $n_i$  o rendimento da turbina e  $n_g$  o rendimento do gerador.

## 4.2 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO

A determinação da vazão do rio é importante para determinar se a usina construída esta aproveitando todo volume de água disponível. Para isso sugere-se a utilização de dados históricos da vazão do rio em conjunto com uma nova análise feita durante alguns meses do ano com a finalidade de notar se houveram alterações na vazão média devido a edificações e perfuração de poços artesianos nas proximidades da bacia.

A Agência Nacional de Águas (ANA) possui um banco de dados com vazões atuais e históricas de rios brasileiros. Então deve ser levantado a existência de dados para o rio em estudo e caso contrário devem ser procurados dados sobre a bacia e então estimados valores.

Juntamente com dados históricos sugere-se a aplicação de um método de medição indireto como a medição com flutuador, para isso escolhe-se um local do rio onde o leito seja uniforme e com altura conhecida, demarcam-se dois pontos arbitrários cuja distância entre eles seja conhecida (usualmente mais de 10 m), marca-se então com estacas e cordas a posição deles (ANDRADE, *et al.*, 2010).

Em seguida coloca-se um flutuador um pouco antes da marcação a montante, (uma garrafa plástica fechada com preenchida com água em aproximadamente 1/3 de seu volume), e então conta-se o tempo necessário para o flutuador ultrapassar a marcação a jusante.

Devem ser feitas várias medições em posições próximas, e distantes da margem devido à diferença de velocidade d'água entre a superfície e o leito do rio, é então calculado a vazão d'água com a aplicação da Equação (6) (FARRET, 2014).

$$Q = (0,8 * L * A)/t \quad (6)$$

Sendo L comprimento do trecho; A a área da seção transversal; t tempo que o flutuador levou para ultrapassar o espaço entre os dois pontos e 0,8 o coeficiente para corrigir a diferença de velocidade da água na superfície com relação ao fundo. Devem ser realizadas diversas medidas e então calculado a média aritmética entre elas (ANDRADE, *et al.*, 2010).

#### 4.3 DETERMINAÇÃO DA ALTURA BRUTA

Dentre os métodos que podem ser utilizados para determinar a altura bruta estão: a utilização de um nível topográfico, a utilização do método com duas réguas e a utilização de um GPS.

A medição com o nível topográfico pode ter um alto custo, pois depende de um profissional em topografia enquanto que a utilização do método com duas réguas carece de praticidade, portanto devido a praticidade e simplicidade sugere-se a utilização de um GPS. Devem ser realizadas diversas medições tanto na altura da turbina quanto no nível do reservatório, em diferentes dias e então deve ser calculada a média dessas medidas para suprimir-se possíveis erros de instrumentos de medida.

#### 4.4 AVALIAÇÃO DO GERADOR

Para a avaliação do gerador será utilizado um medidor de qualidade de energia que poderá mensurar a tensão gerada a cada intervalo de tempo determinado permitindo calcular o Índice Relativo de Tensão Precária (DRP), o Índice Relativo de Tensão Crítica (DRC) e o desequilíbrio de tensão. Com auxílio do medidor também serão coletados dados de potência ativa e aparente gerada para determinar-se o fator de potência.

Será utilizada uma câmera termográfica para avaliar se existem áreas no gerador em que esteja ocorrendo aquecimento de maneira indevida, como diferença de temperatura entre as bobinas e sobre aquecimento no eixo.

#### 4.4.1 Qualidade de energia

Como não existe nas normas brasileiras uma metodologia para avaliar-se a qualidade da energia gerada nos terminais de um gerador sugere-se uma adaptação do manual: Procedimentos de Distribuição (PRODIST) Módulo 8 – Qualidade de Energia Elétrica da Aneel.

##### 4.4.1.1 Tensão em Regime Permanente

Para avaliar a tensão em regime permanente serão realizadas medidas de tensão em um intervalo de 10 minutos durante uma semana obtendo-se 1008 medições. Calcula-se então o DRP e o DRC aplicando-se as Equações (7) e (8) (ANEEL, 2017).

$$DRP = \frac{nlp}{1008} 100\% \quad (7)$$

$$DRC = \frac{nlc}{1008} 100\% \quad (8)$$

As variáveis *nlp* e *nlc* representam o total de leituras precárias e críticas respectivamente. Para determinar a faixa de tensão que a leitura encontra-se para instalações com tensão nominal inferior a 1 kV deve ser usada a Tabela 4, sendo a tensão nominal (TN) e a tensão lida (TL).

**Tabela 4 – Faixas de Tensão em Instalações com até 1 kV**

<b>Tensão de Atendimento</b>	<b>Faixa de Variação da Leitura Admitida</b>
Adequada	$0,92TN \leq TL \leq 1,05TN$
Precária	$0,87TN \leq TL < 0,92TN$ ou $1,05TN < TL \leq 1,06TN$
Crítica	$TL < 0,87TN$ ou $TL > 1,06TN$

Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2017).



Calcula-se então o percentual de leituras em que a tensão encontra-se fora dos limites estabelecidos pela ANEEL, que é igual a 3,0% para o DRP e 0,5% para o DRC.

#### 4.4.1.2 Desequilíbrio de Tensão

O desequilíbrio de tensão está relacionado com a variação das tensões entre as fases do sistema de distribuição. Para se estimar o desequilíbrio de tensão aplica-se as Equações 9 e 10 Sendo  $FD\%$  o fator de desequilíbrio de tensão e  $V_{ab}$ ,  $V_{bc}$  e  $V_{ca}$  as tensões entre fases (ANEEL, 2017).

$$FD\% = 100 \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} \quad (9)$$

$$\beta = \frac{V_{ab}^4 + V_{bc}^4 + V_{ca}^4}{(V_{ab}^2 + V_{bc}^2 + V_{ca}^2)^2} \quad (10)$$

O valor limite para o  $FD\%$  para redes de distribuição (13,8kV e 34kV) é de 2%, já para redes com tensão inferior a 1 kV deve-se usar os valores apresentados na Tabela 4.

Para se determinar a existência de desequilíbrio de tensão serão obtidas medidas a cada 10 min das tensões entre fases durante uma semana totalizando 1008 medições e então as Equações 9 e 10 serão aplicadas para cada caso.

#### 4.4.2 Fator de Potência

Serão tomadas amostras com um intervalo de 10 min durante o período de 7 dias totalizando 1008 amostras dos valores de potência ativa ( $P$ ) e potência aparente ( $S$ ) fornecidas a carga. Utilizando a Equação (11) será calculado o fator de potência para cada uma das medições.

$$fp = \frac{P}{S} \quad (11)$$

Os valores obtidos serão representados em um gráfico e caso o fator de potência esteja abaixo de 0,92 será sugerida a instalação de um banco de capacitores.

#### 4.4.3 Termografia

A termografia é uma técnica que permite o mapeamento de um material identificando áreas com diferentes temperaturas através de cores do espectro visível. Para sua aplicação é necessária uma câmera que capte pontos de um local com diferentes temperaturas através de radiação infravermelha e o transforme em uma imagem visível.

Através da análise do gerador por uma câmera termográfica espera-se que seja possível identificar pontos com sobre aquecimento devido ao desgaste de componentes mecânicos.

### 4.5 AVALIAÇÃO DA TURBINA

Para avaliar a turbina será verificado se as suas dimensões condizem com as dimensões típicas de projeto apresentadas na seção 2.7.3 no caso de a turbina ser do tipo Francis.

### 4.6 AVALIAÇÃO DA BARRAGEM

#### 4.6.1 Assoreamento

As barragens causam uma redução na velocidade da corrente d'água provocando o acúmulo de sedimentos que ocasiona o assoreamento diminuindo a capacidade de armazenamento do reservatório podendo inclusive inviabilizar a operação caso os sedimentos ultrapassem o volume morto (acúmulo de água a baixo da captação) e atinjam a tomada d'água (FARRET, 2014).

No caso de lagos de grandes usinas como Itaipu e Belo Monte o tempo de assoreamento estimado pode ultrapassar centenas de anos, porém para pequenas acumulações como no caso de usinas a fio d'água esse tempo tende a ser muito menor variando de 20 a 30 anos (CARVALHO, *et al.*, 2000).

O assoreamento de reservatórios pode impactar negativamente na geração de energia reduzindo o volume de água turbinado podendo também causar danos físicos no sistema de adução e na turbina. Para determinar o nível de assoreamento exato do reservatório deve ser determinada a composição do solo do local, o volume de sedimentos em suspensão na água e presentes no leito do rio.

Sugere-se a aplicação de métodos aproximados para a determinação da quantidade de sedimentos presentes no reservatório e para a determinação da vida útil do reservatório (CARVALHO, *et al.*, 2000).

Aplica-se a Equação (12) para determinar o volume de sedimentos no reservatório  $S$  em  $m^3$  por ano para tal necessita-se de:  $Q_{st}$  que é a descarga de materiais sólidos totais em toneladas por dia,  $E_r$  percentual de sedimentos que são retidos no reservatório e  $\gamma_{ap}$  que é a densidade do material sedimentado em  $(t/m^3)$ .

$$S = \frac{365Q_{st}E_t}{\gamma_{ap}} \quad (12)$$

Usa-se então (12) em (13) para determinar o tempo de assoreamento em anos do reservatório, sendo  $T$  o tempo em anos e  $V_{res}$  o volume morto do reservatório.

$$T = \frac{V_{res}}{S} \quad (13)$$

O valor de  $\gamma_{ap}$ , costuma ser arbitrado com valores entre 1,4 a 1,5  $t/m^3$  e o valor de  $E_t$  em aproximadamente 50% para reservatórios de pequeno porte e  $Q_{st}$  pode ser calculado através de múltiplas medições da concentração de sedimentos no reservatório ao longo de um período.

Para calcular-se  $Q_{st}$  coleta-se água do reservatório e através de filtragem separa-se os resíduos sólidos para pesá-los, e então se aplica a Equação (14) em

que  $c_s$  é a concentração em mg/l de resíduos em suspensão na água e  $Q$  é a vazão d'água do reservatório em m<sup>3</sup>/s.

$$Q_{st} = 0,0864. Q. c_s \quad (14)$$

#### 4.6.2 Grade de Limpeza

A grade de limpeza tem como função evitar a entrada de resíduos sólidos como galhos, folhas e lixo na tubulação de adução evitando danos a turbina. Sujeira nas grades reduz o volume de água captado por consequência a geração. Em alguns casos a grade precisa ser limpa com frequência podendo ser viável a instalação de um mecanismo de limpeza automático.

Para avaliar a viabilidade da instalação de um mecanismo automático sugere-se considerar que as grades são limpas com frequência suficiente para não afetar a quantidade de energia gerada e então estimar a quantidade de horas de serviço de funcionários e maquinário são para a limpeza ao longo de um período e então comparar com o custo para a instalação e manutenção de um sistema de limpeza automático (EPE, 2008).

### 4.7 AVALIAÇÃO DA TUBULAÇÃO

#### 4.7.1 Vazamentos

Vazamentos na tubulação fazem com que parte da água captada seja desperdiçada, para avaliar esse item sugere-se que seja medido o volume de água entrando na tubulação e o volume de água saindo da turbina simultaneamente e então se divide os valores obtendo-se o percentual de água sendo desperdiçado (EPE,2008).

Como foi definido que o volume de água seria medido na saída da turbina prováveis vazamentos existentes na turbina estarão sendo considerados como sendo na tubulação.

#### 4.8 INSTALAÇÃO DE UMA NOVA CASA DE FORÇA

Usinas construídas sem que tenha havido um estudo prévio para determinar a melhor localização possível para a instalação da casa de força podem estar dimensionadas incorretamente.

A viabilidade de se instalar uma casa de força auxiliar será determinada através da análise de estudos existentes que mostram se a usina encontra-se em um ponto de aproveitamento ótimo dentro do curso do rio. Neste caso se a usina não se encontrar no ponto de aproveitamento ótimo será sugerida a possibilidade de se construir uma nova usina no local ideal (MIGLIORINI, 2011).

O segundo item a ser avaliado é a existência de vazão excedente durante o ano que viabilize do ponto de vista técnico a instalação de um novo conjunto gerador respeitando a legislação vigente.

## 5 ESTUDO DE CASO

A metodologia sugerida por este trabalho será aplicado em um estudo de caso, para isso escolheu-se a central geradora Salto São Luiz localizada no município de Chopinzinho – PR, no rio Chopinzinho.

### 5.1 LEVANTAMENTO HISTÓRICO

O aproveitamento hidráulico do rio Chopinzinho foi concedido a prefeitura municipal de Chopinzinho pelo decreto Lei 69.185 de 13 de setembro de 1971, juntamente com a outorga para produzir, transmitir e distribuir energia elétrica.

No entanto segundo registros da Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL) a central geradora teve sua construção iniciada em 1961 sendo finalizada em 1964 mesmo ano que entrou em operação, como uma capacidade de geração de 323 kW, de acordo com a ANEEL. Em 1969 quando a COPEL passou a atuar na região a usina continuou em operação sendo desativada apenas em 1983 após uma grande enchente que danificou de maneira irreversível suas instalações.

Em 1997 a Prefeitura Municipal de Chopinzinho solicitou a COPEL um estudo de viabilidade para a recuperação da usina. Foram levantados custos para a recuperação de equipamentos, obras civis incluindo a possibilidade de se levantar a barragem (PINTO; ANDRIGUETTO JUNIOR, 1997).

No ano de 1999 as ruínas da usina foram cedidas pela Prefeitura Municipal de Chopinzinho para uma empresa privada que recuperou a usina para uso próprio durante o ano de 2001.

Atualmente a usina opera de maneira isolada da rede fornecendo energia exclusivamente a indústria que está instalada em suas proximidades. A indústria tem uma demanda contratada de 1,2 MW, é consumidora livre<sup>2</sup>, e compra energia da Copel Transmissão.

---

<sup>2</sup> Consumidores livres tem a opção de adquirir energia de qualquer concessionária, permissionária ou autorizado, possuindo desconto para utilização do sistema de distribuição.

### 5.1.1 Gerador de Energia

A Figura 9 apresenta o gerador da central que é o mesmo da época de fundação da usina (1964) tendo sido reformado e rebobinado em 2001, e desde então opera de forma praticamente ininterrupta totalizando quase 150.000 horas em operação.

Adicionalmente descobriu-se que sua fabricação é anterior a 1919 (final da primeira guerra mundial) e que era acoplado a um motor a combustão e utilizado para geração de energia elétrica em um navio.

Este gerador possui 14 pólos opera com velocidade de rotação igual a 514 rpm e potência nominal estimada de 380 kW em tensão igual a 380 V, tem aproximadamente 1,5 m de altura 1,5 m de largura e 0,70 m de profundidade. O gerador já não possui mais a placa de identificação, por isso, o fator de potência e o fabricante não são conhecidos. Não existe banco de capacitor acoplado ao gerador para a correção do fator de potência. Para o circuito de campo é utilizada uma excitatriz estática.



**Figura 9 – Gerador Elétrico CGH Salto São Luiz.  
Fonte: Autoria Própria.**

No eixo acoplado ao gerador existe o volante de inércia (equipamento de cor alaranjada na Figura 9) com um peso de aproximadamente 1200kg cuja função é

amortecer a variação repentina tanto de carga quanto de geração. A regulação de velocidade é feita por um mecanismo acoplado ao eixo que faz a abertura e o fechamento das pás do distribuidor da turbina controlando assim o fluxo de água na turbina.

### 5.1.2 Turbina Hidráulica

Da turbina original instalada na época da construção da usina restou somente à carcaça, todos os rolamentos e pás assim como o sistema de regulação d'água foram substituídos em 2001, desde então não foram feitas outras modificações.

A turbina é do tipo Francis com eixo horizontal, tem potência estimada de 316 kW, vazão nominal de 3,133 m<sup>3</sup>/s e velocidade de rotação igual a 514 rpm sendo a velocidade ideal da água na entrada da turbina de 2,40 m/s. A turbina está mostrada nas Figuras 12 e 13 (HISA, 2000).



**Figura 10 – Turbina Hidráulica CGH Salto São Luiz.  
Fonte: Autoria Própria.**





**Figura 11 – Turbina Hidráulica CGH Salto São Luiz**  
**Fonte: Autoria Própria.**

### 5.1.3 Sistema de Adução

Em 1997 quando a COPEL realizou estudo com a finalidade de reativar a usina constatou-se que na tubulação e na chaminé de equilíbrio existiam vazamentos com possibilidade de recuperação.

O sistema de adução passou por pequenas reformas para que a usina fosse reativada em 2001. A tomada d'água era feita pela parte inferior da barragem, através de dois condutos com 200 m de comprimento e diâmetro de 0,80 m fabricado de chapas metálicas dobradas com espessura de ¼" (PINTO; ANDRIGUETTO JUNIOR, 1997).

Por causa de vazamentos causados pela ação do tempo partes da tubulação foram reformadas em 2001 com o auxílio de placas metálicas e parafusos, porém nem todos os vazamentos foram completamente resolvidos e alguns novos apareceram após a reforma.

Devido a constantes entupimentos por causa da sujeira no leito do rio a tomada d'água foi refeita no ano de 2012. Nesta mudança a água passou a ser captada pela parte superior da barragem (aproximadamente 4 metros do leito do rio), ajudando também a retardar o assoreamento foi instalada também uma

comporta para controlar o fluxo d' água e também foi instalada uma grade de limpeza para impedir a entrada de matéria orgânica na tubulação.

Ao final de 2016 a tubulação foi completamente substituída por uma nova com 1,4 m de diâmetro e 200 m de comprimento construída por peças moldadas de metal derretido possuindo 3 m de comprimento cada sendo as junções feitas por anéis com coeficiente de dilatação menor que o das seções e desde então não existem mais vazamentos aparentes.

A tubulação se encerra na chaminé de equilíbrio que é construída de concreto possuindo forma arredondada com 9,0 m de altura 5,0 m de diâmetro externo e diâmetro interno desconhecido. A chaminé possui infiltrações no concreto e a única alteração que se tem conhecimento foi uma pintura executada em 2001.

A Figura 12 é de agosto de 2016, anterior à reforma executada em dezembro de 2016 e mostra o inicio da tubulação. Na parte inferior é possível ver parte da tubulação que partia da tomada d'água originalmente.



**Figura 12 – Tubulação Forçada Anterior a Reforma.  
Fonte: Autoria Própria.**

As Figuras 13 e 14 também de fevereiro de 2017 e mostram a comporta e a grade de limpeza respectivamente.



**Figura 13 – Comporta CGH.**  
**Fonte: Autoria Própria.**



**Figura 14 – Grade de Limpeza CGH**  
**Fonte: Autoria Própria.**



#### 5.1.4 Barragem

Em 1997 quando se realizou o estudo com a finalidade de reativar a usina constatou-se que a barragem era construída de pedra preenchida com argamassa tendo uma altura média de 5 m e comprimento de 50 m, sendo o vertedouro localizado na parte central possuindo 20 m de comprimento.

Verificaram-se também os seguintes problemas: a comporta encontrava-se bastante avariada e o reservatório encontrava-se em fase avançada de assoreamento.

Em contra partida notou-se que a barragem e o vertedouro estavam em boas condições.

A barragem original fora substituída em 2001 por uma nova feita de concreto construída em frente (aproximadamente 1 m da original) com altura igual a 8 m, fazendo com que a antiga fica-se submersa. A barragem atual é mostrada na Figura 15.



**Figura 15 – Barragem CGH**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Em 2001 como o pequeno reservatório estava em estado avançado de assoreamento ele foi dragado, ou seja grande parte do lodo que estava no leito do reservatório foi removido através de uma bomba de sucção e despejado após a barragem.

As margens estavam em fase avançada de erosão por isso os locais em que existia uma grande declividade foram terraplanados e as margens do reservatório foram reflorestadas.

## 5.2 AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

### 5.2.1 Altura Bruta

Para a determinação da altura da barragem foram realizadas medidas de altitude em relação ao nível do mar com a utilização de um GPS<sup>3</sup> similar ao mostrado na Figura 16.



Figura 16 – GPS Utilizado  
Fonte: Autoria Própria.

---

<sup>3</sup> Marca Garmin modelo Etrex10

Foram realizadas 10 medidas no nível da turbina e 10 medidas no nível máximo do reservatório em dias diferentes, os valores obtidos são em relação ao nível do mar.

A altura média encontrada é de 15,3 m os demais valores encontrados estão apresentados na Tabela 5. Os valores obtidos serão aplicados posteriormente para se estimar a eficiência da CGH

**Tabela 5 – Desnível Mensurado**

Data	Altura na Turbina(m)	Altura na Barragem(m)	Desnível (m)
03/03/2017	572,2	587,3	15,1
06/03/2017	572,1	587,0	14,9
07/03/2017	571,6	587,0	15,8
08/03/2017	572,4	587,9	15,5
09/03/2017	572,5	588,0	15,5
10/03/2017	572,4	587,5	15,1
14/03/2017	572,9	587,9	15,0
15/03/2017	572,2	587,5	15,3
16/03/2017	572,9	587,5	14,6
17/03/2017	573,1	588,1	15,0
<b>Desnível Médio</b>			<b>15,2</b>

**Fonte: Autoria Própria**

### 5.2.2 Vazão

De acordo com o proposto na metodologia foram coletados dados da ANA sobre a vazão do Rio Chopinzinho. Posteriormente foram realizadas medições em campo aplicando o método do flutuador para confirmar as informações obtidas.

#### 5.2.2.1 Banco de Dados Agência Nacional de Águas

Para obter-se a vazão média do rio foram retiradas informações do banco de dados da ANA referentes ao Rio Chopinzinho, sendo a vazão média mensal em m<sup>3</sup> apresentada na Tabela 6.

**Tabela 6 – Vazões Médias Rio Chopinzinho de Acordo com a ANA**

<b>Ano</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Média</b>
<b>1956</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	9,14	4,91	3,17	2,61	X
<b>1957</b>	4,15	X	3,64	3,31	2,86	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>1958</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	17,3	6,31	4,67	4,81	X
<b>1959</b>	3,30	10,80	4,43	3,39	3,30	6,87	4,00	4,73	2,98	3,16	2,25	2,08	4,27
<b>1960</b>	1,74	2,23	1,28	1,34	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>1961</b>	X	X	X	X	5,13	3,36	2,46	2,22	10,00	19,10	9,74	9,72	X
<b>1962</b>	4,27	6,91	5,35	2,93	3,07	3,90	2,83	2,48	9,62	13,70	5,13	3,00	5,27
<b>1963</b>	4,91	7,11	5,11	3,14	4,15	2,48	1,87	1,59	1,98	7,91	31,90	5,22	6,45
<b>Média</b>	<b>3,67</b>	<b>6,86</b>	<b>3,96</b>	<b>2,82</b>	<b>3,70</b>	<b>4,15</b>	<b>2,79</b>	<b>8,50</b>	<b>8,50</b>	<b>9,18</b>	<b>9,48</b>	<b>4,57</b>	<b>5,33</b>

Fonte: Adaptado de (ANA, 2017).

As vazões médias diárias, vazões máximas e mínimas registradas diariamente podem ser consultadas no Anexo A.

Com os valores encontrados montou-se também a Tabela 7 de permanência de vazões que mostra o percentual de vezes acumuladas em que uma determinada vazão foi atingida ou ultrapassada.

**Tabela 7 - Permanência de Vazões**

<b>Série</b>	<b>100%</b>	<b>95%</b>	<b>90%</b>	<b>85%</b>	<b>80%</b>	<b>75%</b>	<b>70%</b>	<b>65%</b>	<b>60%</b>	<b>55%</b>	<b>50%</b>	<b>45%</b>	<b>40%</b>	<b>35%</b>	<b>30%</b>	<b>25%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>	<b>10%</b>	<b>5%</b>
<b>Total</b>	0,9	1,54	1,86	2,2	2,4	2,6	2,75	2,9	3,1	3,28	3,46	3,7	3,85	4,05	4,28	4,68	5,34	6,7	9,32	15,4
<b>Jan</b>	1,22	1,45	1,54	1,96	2,16	2,4	2,6	2,85	3	3,11	3,28	3,4	3,46	3,58	3,76	3,9	4,09	4,36	4,84	5,71
<b>Fev</b>	1,46	1,7	1,9	2,6	3,05	3,67	3,75	3,85	3,99	4,1	4,2	4,52	4,68	5,17	6,26	7,54	9,84	11,1	14,2	21,9
<b>Mar</b>	0,9	1,12	1,22	1,38	1,96	3,1	3,27	3,4	3,46	3,58	3,7	3,8	3,9	4	4,15	4,44	4,68	5,2	6,09	8,46
<b>Abr</b>	0,9	0,98	1,22	1,67	2,45	2,6	2,7	2,8	2,88	2,9	3	3,05	3,12	3,16	3,34	3,52	3,75	3,88	4,2	4,88
<b>Mai</b>	1,86	2,2	2,35	2,5	2,6	2,7	2,7	2,75	2,8	2,9	3	3,1	3,22	3,4	3,59	3,7	3,85	4,01	4,66	7,44
<b>Jun</b>	1,98	2,2	2,45	2,6	2,6	2,8	2,9	2,96	3,03	3,1	3,16	3,28	3,4	3,57	3,7	3,9	4,07	4,62	6,93	13,3
<b>Jul</b>	1,62	1,72	1,86	1,86	1,98	2,1	2,2	2,3	2,4	2,56	2,6	2,65	2,7	2,8	3	3,22	3,52	3,81	4,15	4,64
<b>Ago</b>	1,46	1,54	1,58	1,62	1,78	1,86	2,1	2,25	2,4	2,4	2,55	2,8	2,95	3,4	3,52	3,8	4,1	4,28	4,68	6,02
<b>Set</b>	1,22	1,38	1,46	2,07	2,35	2,6	2,8	3,24	3,46	3,87	4,1	4,64	5,1	6,36	7,75	9,45	11,9	14,6	20,8	30,9
<b>Out</b>	2,02	2,3	2,74	3	3,48	3,9	4,1	4,24	4,5	4,61	4,84	5	6,02	6,7	7,54	8,43	10,2	13,1	19	33,6
<b>Nov</b>	1,74	2,02	2,35	2,61	2,9	3,1	3,42	3,54	3,72	3,9	4,1	4,72	5,1	6,41	7,69	9	10,6	14,3	17,9	40,1
<b>Dez</b>	1,54	1,78	2,05	2,2	2,3	2,45	2,6	2,72	2,94	3,34	3,49	3,75	3,96	4,24	4,51	4,78	5,51	6,35	7,12	8,9

Fonte: Adaptado de (ANA, 2017).

Com as informações da Tabela 7 foi plotado o gráfico de permanência de vazões médias apresentado no Anexo B.

### 5.2.2.2 Método do flutuador

Para verificar-se a veracidade dos dados obtidos na ANA foram realizadas medições no Rio Chopinzinho aplicando-se o método do flutuador, explanado na seção 3.2. As medições foram realizadas a aproximadamente 2 km a jusante da usina onde o rio é raso e não possui poços nem corredeiras facilitando as medições. Verificou-se também que não existiam outros rios desaguando no Rio Chopinzinho que pudessem interferir nas medições. As possíveis perdas por evaporação foram ignoradas.

O trecho para a medição foi limitado com a ajuda de duas cordas e quatro estacas, foram escolhidos três pontos na extensão da corda para largar o flutuador, uma próxima de cada uma das margens (M.E e M.D) e outra no meio (R.C). A distância entre as cordas é de 12 metros, o rio possui uma largura média de 10 metros e a profundidade média é de aproximadamente 0,7 m.

Foram realizadas medições durante 10 dias, sendo que em cada dia foram feitos cinco testes em cada um dos três pontos na extensão da corda. Aplicou-se então a Equação (7) para cada um dos casos, os resultados médios obtidos estão apresentados na Tabela 8, sendo os valores detalhados apresentados no Apêndice A.

**Tabela 8 – Vazões Medidas com o Método do Flutuador**

<b>Data</b>	<b>Vazão (m³/s)</b>
03/03/2017	3,7
06/03/2017	3,9
07/03/2017	3,6
08/03/2017	4,2
09/03/2017	5,1
10/03/2017	4,8
14/03/2017	4,1
15/03/2017	3,6
16/03/2017	3,7
17/03/2017	3,6
<b>Vazão Média</b>	<b>4,03</b>

**Fonte: Autoria Própria**



### 5.2.2.3 Comparação entre os métodos utilizados

Apesar das vazões obtidas pelo método do flutuador e através do banco de dados da ANA para o mês de março serem similares (4,03 e 3,96 respectivamente) não se pode afirmar que essas medições estão corretas e são precisas pois não foi levado em consideração as chuvas nos períodos analisados.

Os dados da ANA também são anteriores a construção das usinas de Salto Santiago (1980), Salto Osório (1975) e Salto Caxias (1999) todas localizadas a menos de 100 km da usina estudada no Rio Iguazu rio em que deságua o Rio Chopinzinho. A construção dessas usinas pode ter alterado a vazão do rio o que pode ocasionar discrepância nas medições.

Como não existem dados de fontes confiáveis em data mais recente para efeito de cálculo serão considerados os dados obtidos no banco de dados da ANA pelo fato de o levantamento ter sido feito durante um período prolongado.

### 5.2.3 Assoreamento

Na determinação do tempo de assoreamento do reservatório utilizou-se a metodologia apresentada na seção 3.6.1, os valores definidos como constantes estão apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9 - Constantes para o Cálculo de Assoreamento**

$Y_{ap}$ (t/m <sup>3</sup> )	$L$ (m)	$V_{res}$ (m <sup>3</sup> )	$E_t$
1,45	600	168000	0,5

Fonte: Autoria Própria

A quantidade de sedimentos em suspensão na água foi obtida aplicando-se a metodologia apresentada no item 4.6.1 foram realizadas três medições em dias diferentes, estando os valores obtidos apresentados na Tabela 10 assim como os resultados obtidos com a aplicação das Equações (12), (13) e (14).

Tabela 10 – Tempo de Assoreamento

Data	Q (m³/s)	C <sub>s</sub> (mg/l)	Tempo de Assoreamento (anos)
03/03/2017	3,7	50	83,5
06/03/2017	3,9	50	79,2
09/03/2017	5,1	60	50,5

Fonte: Autoria Própria

Verificou-se que o tempo de assoreamento provável para o reservatório se considerada uma vazão de aproximadamente 4 m³/s deve ficar em torno de 80 anos. No entanto deve ser lembrado que a tubulação de adução encontra-se a aproximadamente 4 m do solo. Se considerada a configuração anterior em 2012, em que a tubulação encontrava-se próxima do leito do rio se arbitrando a distância como sendo de 0,5 m teríamos que o volume morto seria de apenas 21000 m³ reduzindo o tempo de assoreamento para aproximadamente 8 anos.

#### 5.2.4 Gerador

Na avaliação do gerador foram realizadas medições da qualidade da energia gerada através da medição das tensões de fase, fator de potência e potência ativa gerada. Adicionalmente usou-se uma câmera termográfica para se localizar pontos de aquecimento desequilibrado, conforme previsto na metodologia.

##### 5.2.4.1 Qualidade de Energia

No período de 18/03/2017 à 25/03/2017 foi instalado no gerador um medidor de qualidade de energia<sup>4</sup>, Figura 17, sendo obtidas 1008 leituras em intervalos de 10 min das tensões das fases, potência ativa e potência aparente. Na sua interface o medidor possui 4 entradas para a referência de tensão (3 fases e o neutro), 3 entradas com corrente máxima igual a 5 A, uma para cada TC que devem instalados nas fases, entrada para sensor de temperatura, entrada de alimentação, conexão RJ45 e cartão de memória além de entradas NA e NF para utilização em acionamentos.

<sup>4</sup> Medidor de energia da marca ISSO Telecom Ltda, modelo DMI T5T-88ES.

Como as entradas para o Transformador de Corrente<sup>5</sup> (TC) do equipamento suportavam uma corrente máxima de 5 A foram utilizados os TC com relação de 600:5, mostrados na Figura 18.



**Figura 17 – Medidor de Qualidade de Energia Utilizado**  
Fonte: Autoria Própria.

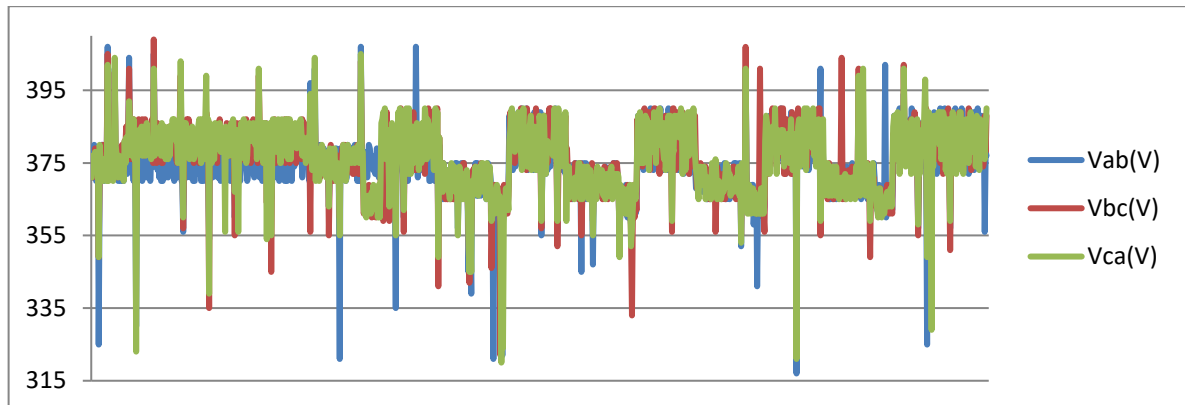


**Figura 18 – Transformadores de Corrente (TCs) Utilizados**  
Fonte: Autoria Própria.

---

<sup>5</sup> Transformador de Corrente (TC) da marca JNG Comércio de Produtos Industriais Ltda, modelo DP-58.

A Figura 19 apresenta a plotagem das 1008 medidas cujos valores estão no Apêndice B.



**Figura 19 – Tensões de Linha Medidas.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Os valores das tensões foram utilizadas para calcular os índices de DRP e DRC aplicando-se as Equações (7) e (8), sendo os resultados obtidos apresentados na Tabela 11.

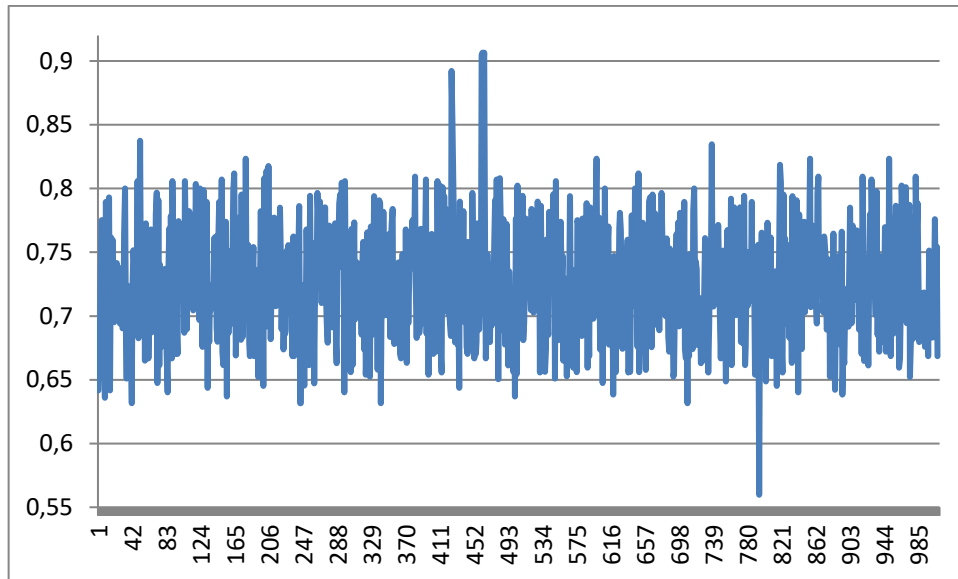
**Tabela 11 – Índices DRP e DRC**

Fase	Leituras Válidas	Leituras Precárias	DRP	Leituras Críticas	DRC
AB	1008	17	1,68%	32	3,17%
BC	1008	14	1,39%	38	3,77%
CA	1008	14	1,39%	14	1,39%

**Fonte: Autoria Própria**

O limite máximo estabelecido pelos Procedimentos de Distribuição (PRODIST) para os índices de tensão precária e de tensão crítica são 0,5% e 3% respectivamente. Portanto os resultados encontrados estão acima do máximo estabelecido exceto a DRP e a tensão entre fases CA.

Com os valores medidos das potências ativa e aparente foi calculado o fator de potência com a Equação (11) sendo os resultados encontrados plotados na Figura 20.



**Figura 20 – Fator de Potência.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

O fator de potência para os 10 piores casos está apresentado na Tabela 12.

**Tabela 12 – Fator de potência para os piores casos**

Data	$V_{ab}$	$V_{bc}$	$V_{ca}$	$S$	$P$	FP
24/03/2017 03:10	317	359	321	184	103	0,559783
20/03/2017 23:30	375	375	383	190	120	0,631579
20/03/2017 07:30	377	378	382	190	120	0,631579
18/03/2017 21:40	372	379	377	190	120	0,631579
20/03/2017 07:20	380	376	377	190	120	0,631579
23/03/2017 12:50	374	369	368	190	120	0,631579
18/03/2017 16:20	325	349	349	162	103	0,635802
19/03/2017 16:40	374	385	378	190	121	0,636842
22/03/2017 02:20	379	390	373	190	121	0,636842

**Fonte: Autoria Própria**

O fator de potência exigido para consumidores de acordo com a ANEEL é de 0,92 já o fator de potência médio da usina obtido através das medições é de 0,76.

Não existe uma norma que regularize os fatores de potência das centrais geradoras, porém se fosse instalado um banco de capacitores na usina a geração de energia reativa seria menor impactando na corrente e conseqüentemente na potência aparente exigida pela instalação do sistema.

O fator de desequilíbrio de tensão (FD%), Tabela 13 também foi avaliado aplicando-se as Equações (9) e (10). De acordo com o PRODIST o FD% não pode ser superior ao máximo estabelecido de 2 %. O desequilíbrio pode ser tanto consequência do desequilíbrio de carga entre as fases quanto devido ao fato da máquina estar desgastada.

**Tabela 13 – Fator de Desequilíbrio para os Piores Casos**

Data	$V_{ab}$	$V_{bc}$	$V_{ca}$	FD%
25/03/2017 04:30	382	373	329	8,915299743
24/03/2017 03:10	317	359	321	8,239991899
24/03/2017 07:40	401	355	359	8,096765057
21/03/2017 18:20	321	362	365	7,988015421
24/03/2017 19:50	402	362	364	7,058612044
20/03/2017 13:30	321	360	355	6,994349996
21/03/2017 19:50	357	356	320	6,960440357
21/03/2017 20:00	322	324	357	6,919445995
20/03/2017 08:00	397	356	394	6,800835372
21/03/2017 19:40	357	322	358	6,746585459

**Fonte: Autoria Própria**

#### 5.2.4.2 Termografia

A avaliação termográfica foi feita com um termo visor infravermelho<sup>6</sup> semelhante ao apresentado na Figura 21.



**Figura 21 – Termo Visor Infravermelho.  
Fonte: Autoria Própria.**

<sup>6</sup> Termo visor infravermelho de marca FLIR, modelo TG-165

A Figura 22 é a imagem obtida pela câmera para o gerador, percebe-se que o mancal possui áreas com diferentes temperaturas, o que pode significar desbalanço no eixo, fato também percebido por inspeção visual.



**Figura 22 – Avaliação Termográfica do Gerador.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Nota-se também que nas proximidades do gerador (externamente) existem zonas com altas temperaturas demonstrando que existe grande perda de energia por aquecimento (perdas ôhmicas).

### 5.2.5 Turbina

Na metodologia proposta determinado que a turbina fosse avaliada a partir da comparação com os valores típicos de projeto. Sendo as dimensões determinadas a partir da largura ideal do duto aspirador da turbina calculado a partir das Equações (2) e (3).

Para os cálculos foi considerado que a velocidade específica de rotação  $n_s$  é igual a 514 rpm, a vazão turbinada ideal é de 3,133 m<sup>3</sup>, a potência esperada como sendo igual a 316 kW e a altura líquida da queda d'água como sendo igual a 15 m. Obteve-se que o diâmetro ideal deveria ser de 0,7 m.



As demais dimensões ideais da turbina foram obtidas a partir do diâmetro do rotor conforme instruções da Tabela 3 e Figuras 5 e 6. As dimensões reais da turbina foram obtidas a partir do projeto elaborado na última reforma executada em 2001 (HISA, 2000).

**Tabela 14 – Dimensões da Turbina Instalada**

Descrição	Variável	Dimensão Ideal (m)	Dimensão Encontrada (m)
Diâmetro do Canal de Fuga	$D$	0,7	0,9
Diâmetro maior	$D_1$	0,7	0,85
Diâmetro menor	$D_2$	0,42	0,50
Altura do duto aspirador	$a$	1,14	1,0
Largura do duto aspirador	$b$	2,1	2,5
Comprimento do aspirador vertical	$L_v$	2,24	2,5
Comprimento do aspirador horizontal	$L_h$	1,54	2,0
Altura máxima	$A$	1,47	2,5

**Fonte: Autoria Própria**

### 5.2.6 Sistema de Adução

Para avaliar as perdas no sistema de adução a metodologia determinou medição simultânea do volume de água entrando na tubulação e do volume de água saindo da turbina. Foram feitas 12 medições na entrada e 12 medições na saída utilizando-se o método do flutuador apresentado na seção 4.2 entre os dias 12 e 15 de dezembro de 2016 os resultados encontrados são apresentados na Tabela 15.

**Tabela 15 – Volume de Água Turbinada Medido Após Troca da Tubulação**

Data	Água Entrando na Tubulação (m <sup>3</sup> )	Água Saindo da Turbina (m <sup>3</sup> )	Água Perdida em Vazamentos(%)
12/12/2016	2,1	1,9	9%
12/12/2016	2,1	1,9	9%
12/12/2016	2,0	1,8	10%
13/12/2016	2,1	1,9	9%
13/12/2016	2,1	1,9	9%
13/12/2016	2,0	1,8	10%
14/12/2016	2,1	1,9	9%
14/12/2016	2,1	1,9	9%
14/12/2016	2,1	1,9	9%
15/12/2016	2,0	1,8	10%
15/12/2016	2,1	1,9	9%
15/12/2016	2,1	1,9	9%

**Fonte: Autoria Própria**



Na seção 4.1.3 comentou-se que a tubulação havia sido substituída no início de 2017, após a substituição foram realizados novos ensaios entre os dias 14 e 17/03/2017 e não foram percebidas perdas na tubulação.

### 5.2.7 Estimativas de Geração

De acordo com a metodologia definida na seção 4.1 e subseções, as Equações (4) e (5) definem a eficiência da usina. Para a análise serão considerados 6 cenários possíveis no quesito vazão sendo: 2 otimistas, 2 pessimistas e 2 intermediários.

O desnível do aproveitamento será considerado constante e igual a 15,2 m (calculado na seção 5.2.1) e a gravidade como sendo igual a 9,8 m/s<sup>2</sup>. Os cenários e os resultados são apresentados na Tabela 16.

**Tabela 16 – Cenários Considerados para Estimar a Geração**

Cenário	Variáveis					$P_{el}(kW)$
	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$n_{sa}$	$n_i$	$n_g$		
Otimista	1	6	0,999	0,97	0,98	<b>848,75</b>
	2	6	0,97	0,75	0,80	<b>520,16</b>
Intermediários	3	4	0,999	0,97	0,98	<b>565,84</b>
	4	4	0,97	0,75	0,80	<b>346,77</b>
Pessimista	5	2	0,999	0,97	0,98	<b>282,92</b>
	6	2	0,97	0,75	0,80	<b>173,39</b>

### 5.2.8 Nova Casa de Força

Para o rio Chopinzinho existe um inventário hidroelétrico que prevê a instalação de 5 CGH's sendo a primeira localizada a 7,4 km da foz e a última a 34,2 km da foz. A provável potência instalada para esses empreendimentos somados é de 8,32 MW.

Os impactos que poderiam ser causados a CGH em estudo pela instalação das novas usinas não foram considerados no inventário e a razão não foi especificada.

A curva de vazões levantada no capítulo 4.2.2.1 mostra que durante 50% do tempo a vazão da usina é superior a  $3,5 \text{ m}^3$  sendo a vazão turbinada igual a  $2,0 \text{ m}^3$ , existe, portanto uma sobra de vazão onde do ponto de vista técnico seria possível instalar uma turbina.

No entanto deve-se atentar que a turbina instalada tem especificação de vazão igual a  $3,1333 \text{ m}^3/\text{s}$ , e essa vazão não está sendo atendida outro fator a ser levado em conta é a viabilidade financeira da instalação de um novo conjunto gerador.

## 6 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi encontrar formas viáveis do ponto de vista técnico de repotenciar a CGH Salto São Luiz, buscaram-se métodos para avaliar os componentes da usina a partir da definição de uma metodologia.

Analisando-se os resultados obtidos ao longo do trabalho verificou-se que a repotenciação da CGH estudada é viável para algumas situações do ponto de vista técnico, porém seria interessante a realização do estudo de viabilidade econômica.

Algumas situações críticas merecem ser destacadas como: a ampla faixa de variação da tensão do gerador, o baixo fator de potência, os vazamentos notados na tubulação e a turbina que deveria turbinar praticamente 60% mais água do que estava efetivamente sendo turbinado, o desequilíbrio de tensão e o baixo rendimento do aproveitamento.

Dentre os pontos positivos que merecem ser destacados está a existência de sobra de vazão suficiente para a instalação de uma nova turbina e a redução de vazamentos em aproximadamente 10% após a troca da tubulação e o aumento do tempo de assoreamento com o deslocamento da tomada d'água.

Foi avaliada também a possibilidade de se construir uma nova casa de força (uma nova usina), que apesar de não ser considerado processo de repotenciação se mostrou como sendo uma possível barreira a repotenciação da usina estudada.

Para trabalhos futuros sugere-se a avaliação econômica da repotenciação de CGH's, outra sugestão é tentar relacionar as variações de tensão de um gerador isolado com as variações bruscas de carga.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST, Módulo 8 - Qualidade da Energia Elétrica, 8ª Revisão.** [S.l.]: [s.n.], 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Banco de Informações de Geração. **ANEEL.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 17 agosto 2016.

ANDRADE, Luiz A. et al. **Estudo Comparativo dos Métodos de Medição de Vazão - Uma Aplicação em Comissionamento de Turbinas Hidráulicas.** Centro de Pesquisas em Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais: [s.n.], 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5356.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1993.

BRASIL. **Decreto Lei nº 69185.** [S.l.]: [s.n.], 20 de dezembro de 1971.

CARVALHO, N. O. et al. **Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios.** Brasília: ANEEL, 2000.

CHAPMAN, J. C. **Fundamento de Máquinas Elétricas.** 5ª. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Considerações sobre repotênciação e Moodernização de usinas hidroelétricas.** Rio de Janeiro: MME, 2008.

FARRET, Felix A. **Aproveitamento de Pequenas Fontes de Energia Elétrica.** 3ª. ed. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, Charles; UMANS, Stephen D. **Máquinas Elétricas.** 6ª. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2014.

HACKER INDUSTRIAL LTDA. **HACKER.** Disponível em: <[http://www.hacker.ind.br/produtos\\_turbinas\\_hidraulicas.php](http://www.hacker.ind.br/produtos_turbinas_hidraulicas.php)>. Acesso em: 10 Abril 2017.

HACKER INDUSTRIAL LTDA. **HACKER.** Disponível em: <[http://www.hacker.ind.br/img/projetos/20\\_DSC07034\\_\[SITE\\_HACKER\].jpg](http://www.hacker.ind.br/img/projetos/20_DSC07034_[SITE_HACKER].jpg)>. Acesso em: 5 Maio 217.

HISA. **Desenho Turbina Francis Prefeitura Municipal de Chopinzinho.** Projeto Mecânico. Joaçaba: [s.n.], 2000.

KAGAN, Nelson; OLIVEIRA, Carlos C. B. D.; ROBBA, Ernesto J. **Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica.** 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2010.

KUNDUR, Prabha. **Power System Stability and Control.** 1ª. ed. Nova Iorque, EUA: McGraw-Hill, 1993.

- MIGLIORINI, Paulo C. P. **Repotenciação da Pequena Central Hidrelétrica de Emas "Nova" - Pirassununga - SP: Aspectos Técnicos, Socioambientais e Econômicos**. 1ª. ed. São Carlos: EESC/USP, 2011.
- OLIVEIRA, Carlos et al. **Introdução a Sistemas Elétricos de Potência - Componentes Simétricas**. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2000.
- OLIVEIRA, Marcos A. D. **Repotênciação de pequenas centrais hidroelétricas: avaliação técnica e econômica**. Itajubá: [s.n.], 2012.
- PETRUZELLA, Frank. **Motores Elétricos e Acionamentos**. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013.
- PINTO, Alberto D. A.; ANDRIGUETTO JUNIOR, Jorge. **Aproveitamento Chopinzinho Recuperação de Usina Existente**. COPEL. Curitiba: [s.n.], 1997.
- POWER TECHNOLOGY. **Power Technology**. Disponível em: <<http://www.power-technology.com/contractors/fabrication/field-system/>>. Acesso em: 3 Maio 2017.
- SIMONE, Gilio A. **Centrais e Aproveitamentos Hidrelétricos**. São Paulo: Érica, 2012.
- SOUZA, Zulcy D.; SANTOS, Afonso H. M.; BORTONI, Edson D. C. **Centrais Hidrelétricas , Implantação e Comissionamento**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- SOUZA, Zulcy; FUCHS, Rubens D.; SANTOS, Afonso H. M. **Centrais Hidro e Termelétricas**. 1ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1983.
- VANNI, Silvia R. **Estudo de Viabilidade Econômica de Fontes Alternativas de Energia de uma Comunidade Típica da Região Nordeste do Brasil**. 2008. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2008..
- VEIGA, José R. C. D.; BERMANN, Célio.  
Repotenciação de usinas hidrelétricas: uma avaliação a partir de três estudos de caso . **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v. 9, n. 1, 2002.
- WEG INDÚSTRIAL. **WEG**. Disponível em: <<http://old.weg.net/br/Media-Center/Noticias/Produtos-e-Solucoes/Tecnologia-WEG-a-servico-da-USIMINAS>>. Acesso em: 25 Abril 2017.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – MEDIÇÕES DE VAZÃO REALIZADAS NO RIO CHOPINZINHO

Data	Med. nº	Tempo (s)			Vazão (m <sup>3</sup> /s)		
		M.E	R.C	M.D	M.E	R.C	M.D
03/03/2017	1	19	18	19	3,5	3,7	3,5
	2	18	16	19	3,7	4,2	3,5
	3	20	18	20	3,4	3,7	3,4
	4	18	16	19	3,7	4,2	3,5
	5	18	16	18	3,7	4,2	3,7
06/03/2017	1	18	17	17	3,7	4,0	4,0
	2	17	17	18	4,0	4,0	3,7
	3	18	17	18	3,7	4,0	3,7
	4	17	18	17	4,0	3,7	4,0
	5	19	18	16	3,5	3,7	4,2
07/03/2017	1	20	16	19	3,4	4,2	3,5
	2	19	18	19	3,5	3,7	3,5
	3	21	17	20	3,2	4,0	3,4
	4	20	18	19	3,4	3,7	3,5
	5	22	18	19	3,1	3,7	3,5
08/03/2017	1	16	14	15	4,2	4,8	4,5
	2	16	15	16	4,2	4,5	4,2
	3	17	16	15	4,0	4,2	4,5
	4	18	16	17	3,7	4,2	4,0
	5	18	16	17	3,7	4,2	4,0
09/03/2017	1	14	12	13	4,8	5,6	5,2
	2	14	12	13	4,8	5,6	5,2
	3	13	11	13	5,2	6,1	5,2
	4	14	13	14	4,8	5,2	4,8
	5	14	13	15	4,8	5,2	4,5
10/03/2017	1	15	13	14	4,5	5,2	4,8
	2	15	13	15	4,5	5,2	4,5
	3	15	13	14	4,5	5,2	4,8
	4	15	14	15	4,5	4,8	4,5
	5	14	13	14	4,8	5,2	4,8
14/03/2017	1	16	15	17	4,2	4,5	4,0
	2	17	16	17	4,0	4,2	4,0
	3	16	15	17	4,2	4,5	4,0
	4	17	16	17	4,0	4,2	4,0
	5	17	16	16	4,0	4,2	4,2

15/03/2017	1	19	18	18	3,5	3,7	3,7
	2	18	18	20	3,7	3,7	3,4
	3	18	18	20	3,7	3,7	3,4
	4	19	18	19	3,5	3,7	3,5
	5	18	18	19	3,7	3,7	3,5
16/03/2017	1	18	18	19	3,7	3,7	3,5
	2	17	19	19	4,0	3,5	3,5
	3	18	18	20	3,7	3,7	3,4
	4	18	18	19	3,7	3,7	3,5
	5	17	17	19	4,0	4,0	3,5
17/03/2017	1	17	17	18	4,0	4,0	3,7
	2	17	18	19	4,0	3,7	3,5
	3	19	19	20	3,5	3,5	3,4
	4	20	18	20	3,4	3,7	3,4
	5	19	18	19	3,5	3,7	3,5

## APÊNDICE B – MEDIÇÕES DE TENSÕES EFETUADAS NO GERADOR

Nº	Data/Hora	Vab	Vbc	Vca	S	P	FP	FD%
1	18/03/2017 15:00	371	374	371	187	120	0,641711	0,538364858
2	18/03/2017 15:10	374	371	377	186	125	0,672043	0,926272598
3	18/03/2017 15:20	371	377	374	178	124	0,696629	0,926272598
4	18/03/2017 15:30	380	374	377	183	135	0,737705	0,918901064
5	18/03/2017 15:40	378	379	378	178	138	0,775281	0,176289354
6	18/03/2017 15:50	370	374	376	175	121	0,691429	0,94374973
7	18/03/2017 16:00	374	374	378	189	140	0,740741	0,711175962
8	18/03/2017 16:10	376	373	370	181	121	0,668508	0,92875613
9	18/03/2017 16:20	325	349	349	162	103	0,635802	4,641924932
10	18/03/2017 16:30	370	372	380	171	135	0,789474	1,639558953
11	18/03/2017 16:40	372	379	375	173	131	0,757225	1,081199772
12	18/03/2017 16:50	380	377	371	185	122	0,659459	1,404785325
13	18/03/2017 17:00	380	374	374	171	126	0,736842	1,066720134
14	18/03/2017 17:10	372	380	370	174	138	0,793103	1,639558953
15	18/03/2017 17:20	370	376	376	187	120	0,641711	1,066719406
16	18/03/2017 17:30	378	374	376	172	131	0,761628	0,614214724
17	18/03/2017 17:40	371	372	375	178	126	0,707865	0,645790725
18	18/03/2017 17:50	375	378	370	179	136	0,759777	1,245142147
19	18/03/2017 18:00	407	405	402	113	83	0,734513	0,717688892
20	18/03/2017 18:10	375	379	370	187	130	0,695187	1,388943787
21	18/03/2017 18:20	379	373	372	177	125	0,706215	1,170023651
22	18/03/2017 18:30	371	374	375	174	124	0,712644	0,643088221
23	18/03/2017 18:40	380	373	375	178	132	0,741573	1,10937878
24	18/03/2017 18:50	379	379	373	174	126	0,724138	1,058252554



25	18/03/2017 19:00	371	379	370	172	127	0,738372	1,531448454
26	18/03/2017 19:10	378	371	378	184	132	0,717391	1,238472536
27	18/03/2017 19:20	401	400	404	134	93	0,69403	0,599111351
28	18/03/2017 19:30	373	375	380	187	131	0,700535	1,10937878
29	18/03/2017 19:40	373	376	377	177	127	0,717514	0,639665421
30	18/03/2017 19:50	373	371	373	184	127	0,690217	0,357783752
31	18/03/2017 20:00	370	378	371	178	123	0,691011	1,35379933
32	18/03/2017 20:10	379	376	377	174	133	0,764368	0,467747534
33	18/03/2017 20:20	377	375	374	175	140	0,8	0,47024161
34	18/03/2017 20:30	370	371	375	189	128	0,677249	0,822697777
35	18/03/2017 20:40	372	380	371	189	123	0,650794	1,52734155
36	18/03/2017 20:50	379	371	373	181	131	0,723757	1,287445949
37	18/03/2017 21:00	370	372	370	185	131	0,708108	0,36003805
38	18/03/2017 21:10	380	381	381	172	124	0,72093	0,175054939
39	18/03/2017 21:20	375	381	375	174	121	0,695402	1,063882828
40	18/03/2017 21:30	380	385	382	184	125	0,679348	0,76056363
41	18/03/2017 21:40	372	379	377	190	120	0,631579	1,105300034
42	18/03/2017 21:50	376	383	380	185	133	0,718919	1,06745559
43	18/03/2017 22:00	404	401	392	161	121	0,751553	1,801494927
44	18/03/2017 22:10	375	383	386	177	131	0,740113	1,71692886
45	18/03/2017 22:20	379	376	379	186	129	0,693548	0,528408018
46	18/03/2017 22:30	376	378	377	177	122	0,689266	0,306288141
47	18/03/2017 22:40	376	385	382	181	128	0,707182	1,386380749
48	18/03/2017 22:50	370	387	387	170	137	0,805882	2,9512115
49	18/03/2017 23:00	379	376	376	189	129	0,68254	0,53121508
50	18/03/2017 23:10	375	382	379	177	128	0,723164	1,07027307
51	18/03/2017 23:20	330	359	323	203	170	0,837438	6,63978057

52	18/03/2017 23:30	380	386	378	188	140	0,744681	1,263753326
53	18/03/2017 23:40	380	385	377	185	128	0,691892	1,227583334
54	18/03/2017 23:50	375	387	384	181	138	0,762431	1,881410875
55	19/03/2017 00:00	377	382	378	189	137	0,724868	0,807476077
56	19/03/2017 00:10	378	385	379	182	136	0,747253	1,151530742
57	19/03/2017 00:20	372	380	385	188	125	0,664894	1,994411694
58	19/03/2017 00:30	370	387	377	176	136	0,772727	2,616047709
59	19/03/2017 00:40	377	382	377	187	137	0,73262	0,882253416
60	19/03/2017 00:50	379	377	384	172	130	0,755814	1,097678399
61	19/03/2017 01:00	374	387	382	186	124	0,666667	1,983958186
62	19/03/2017 01:10	374	386	377	173	120	0,693642	1,909783805
63	19/03/2017 01:20	371	380	386	178	128	0,719101	2,296375401
64	19/03/2017 01:30	374	385	379	181	139	0,767956	1,677870521
65	19/03/2017 01:40	375	384	380	179	123	0,687151	1,370660492
66	19/03/2017 01:50	380	382	380	172	124	0,72093	0,350571565
67	19/03/2017 02:00	370	377	378	174	121	0,695402	1,338074179
68	19/03/2017 02:10	377	383	376	185	132	0,713514	1,157629744
69	19/03/2017 02:20	379	387	378	174	120	0,689655	1,499198681
70	19/03/2017 02:30	374	375	378	177	138	0,779661	0,640627195
71	19/03/2017 02:40	405	409	401	128	102	0,796875	1,140523791
72	19/03/2017 02:50	380	377	377	190	123	0,647368	0,529807853
73	19/03/2017 03:00	378	382	378	177	140	0,79096	0,704240702
74	19/03/2017 03:10	380	375	383	186	123	0,66129	1,228748364
75	19/03/2017 03:20	373	386	382	181	134	0,740331	2,01567908
76	19/03/2017 03:30	377	376	382	188	127	0,675532	0,983299277
77	19/03/2017 03:40	371	380	378	189	136	0,719577	1,445954656
78	19/03/2017 03:50	376	380	385	178	121	0,679775	1,370049783

79	19/03/2017 04:00	370	385	377	188	130	0,691489	2,298984235
80	19/03/2017 04:10	376	375	386	174	128	0,735632	1,861889924
81	19/03/2017 04:20	370	375	384	175	129	0,737143	2,182957887
82	19/03/2017 04:30	378	381	378	181	126	0,696133	0,528408062
83	19/03/2017 04:40	376	378	385	184	123	0,668478	1,441585035
84	19/03/2017 04:50	371	380	376	189	121	0,640212	1,385248207
85	19/03/2017 05:00	373	377	379	174	127	0,729885	0,936235325
86	19/03/2017 05:10	375	378	383	177	136	0,768362	1,234076407
87	19/03/2017 05:20	371	382	376	182	126	0,692308	1,691258829
88	19/03/2017 05:30	375	385	385	176	137	0,778409	1,739358069
89	19/03/2017 05:40	380	384	377	189	126	0,666667	1,066974946
90	19/03/2017 05:50	375	384	383	170	137	0,805882	1,491148654
91	19/03/2017 06:00	376	381	383	188	139	0,739362	1,093685094
92	19/03/2017 06:10	374	380	387	188	128	0,680851	1,977065392
93	19/03/2017 06:20	375	386	383	185	124	0,67027	1,71692886
94	19/03/2017 06:30	370	382	387	182	132	0,725275	2,646777883
95	19/03/2017 06:40	380	379	386	176	122	0,693182	1,148505279
96	19/03/2017 06:50	378	376	381	188	126	0,670213	0,768610549
97	19/03/2017 07:00	371	375	382	173	134	0,774566	1,713432678
98	19/03/2017 07:10	377	380	375	177	128	0,723164	0,770648955
99	19/03/2017 07:20	377	378	377	179	131	0,731844	0,17675676
100	19/03/2017 07:30	380	386	379	178	135	0,758427	1,148505279
101	19/03/2017 07:40	392	399	403	172	127	0,738372	1,612625503
102	19/03/2017 07:50	370	375	384	187	133	0,711123	2,182957887
103	19/03/2017 08:00	370	384	377	185	140	0,756757	2,144530253
104	19/03/2017 08:10	356	357	360	182	125	0,686813	0,672909391
105	19/03/2017 08:20	373	378	386	170	137	0,805882	2,002142526

106	19/03/2017 08:30	374	385	379	172	130	0,755814	1,677870521
107	19/03/2017 08:40	379	378	386	190	131	0,689474	1,325279878
108	19/03/2017 08:50	371	387	382	170	125	0,735294	2,478826338
109	19/03/2017 09:00	378	385	383	170	122	0,717647	1,087968692
110	19/03/2017 09:10	377	387	379	179	140	0,782123	1,609326392
111	19/03/2017 09:20	376	385	376	177	138	0,779661	1,589581482
112	19/03/2017 09:30	371	381	380	180	138	0,766667	1,678801681
113	19/03/2017 09:40	372	382	382	173	127	0,734104	1,753081422
114	19/03/2017 09:50	375	382	385	177	127	0,717514	1,552981874
115	19/03/2017 10:00	370	378	377	186	131	0,704301	1,338074179
116	19/03/2017 10:10	370	375	376	182	129	0,708791	0,991204769
117	19/03/2017 10:20	370	380	377	180	135	0,75	1,573605351
118	19/03/2017 10:30	378	381	380	173	139	0,803468	0,464288296
119	19/03/2017 10:40	379	380	380	175	130	0,742857	0,175515813
120	19/03/2017 10:50	372	382	382	185	139	0,751351	1,753081422
121	19/03/2017 11:00	379	376	385	183	135	0,737705	1,395260461
122	19/03/2017 11:10	379	375	387	188	131	0,696809	1,860022969
123	19/03/2017 11:20	379	382	379	175	140	0,8	0,527015648
124	19/03/2017 11:30	370	380	375	175	125	0,714286	1,539794665
125	19/03/2017 11:40	376	384	387	178	131	0,735955	1,712450314
126	19/03/2017 11:50	379	378	387	182	123	0,675824	1,499198681
127	19/03/2017 12:00	370	379	376	174	139	0,798851	1,40852504
128	19/03/2017 12:10	375	385	387	172	129	0,75	1,933632408
129	19/03/2017 12:20	372	377	387	178	140	0,786517	2,336998584
130	19/03/2017 12:30	378	389	399	190	133	0,7	3,120258937
131	19/03/2017 12:40	377	387	376	171	135	0,789474	1,856966628
132	19/03/2017 12:50	372	378	387	188	121	0,643617	2,305331136

133	19/03/2017 13:00	354	335	339	178	129	0,724719	3,400850844
134	19/03/2017 13:10	380	379	386	181	123	0,679558	1,148505279
135	19/03/2017 13:20	379	377	382	172	122	0,709302	0,766582897
136	19/03/2017 13:30	375	385	375	176	124	0,704545	1,770156919
137	19/03/2017 13:40	371	380	379	175	126	0,72	1,506930094
138	19/03/2017 13:50	374	379	376	183	132	0,721311	0,772698203
139	19/03/2017 14:00	376	379	376	171	124	0,725146	0,53121508
140	19/03/2017 14:10	375	381	386	184	140	0,76087	1,669800133
141	19/03/2017 14:20	372	378	383	172	131	0,761628	1,683059422
142	19/03/2017 14:30	373	375	380	181	138	0,762431	1,10937878
143	19/03/2017 14:40	371	386	384	181	125	0,690608	2,459182935
144	19/03/2017 14:50	375	383	385	178	121	0,679775	1,598495825
145	19/03/2017 15:00	376	387	386	176	133	0,755682	1,826032269
146	19/03/2017 15:10	370	381	378	171	135	0,789474	1,739677674
147	19/03/2017 15:20	380	384	382	188	134	0,712766	0,604566995
148	19/03/2017 15:30	375	379	378	183	138	0,754098	0,636278864
149	19/03/2017 15:40	373	380	380	171	138	0,807018	1,231933325
150	19/03/2017 15:50	374	383	384	183	123	0,672131	1,665609479
151	19/03/2017 16:00	375	377	356	189	125	0,661376	3,594180806
152	19/03/2017 16:10	373	381	385	178	135	0,758427	1,853967462
153	19/03/2017 16:20	374	386	379	181	138	0,762431	1,835953484
154	19/03/2017 16:30	379	385	379	177	137	0,774011	1,052682958
155	19/03/2017 16:40	374	385	378	190	121	0,636842	1,699839802
156	19/03/2017 16:50	374	378	377	173	130	0,751445	0,637967648
157	19/03/2017 17:00	370	377	380	185	127	0,686486	1,573605351
158	19/03/2017 17:10	374	386	386	171	122	0,71345	2,08372382
159	19/03/2017 17:20	379	378	378	189	131	0,693122	0,176289354

160	19/03/2017 17:30	372	379	387	185	133	0,718919	2,286848316
161	19/03/2017 17:40	380	380	383	181	134	0,740331	0,525630554
162	19/03/2017 17:50	360	355	367	179	135	0,75419	1,932841639
163	19/03/2017 18:00	370	382	382	173	138	0,797688	2,105666053
164	19/03/2017 18:10	378	386	381	170	138	0,811765	1,224362355
165	19/03/2017 18:20	373	380	384	177	129	0,728814	1,693338026
166	19/03/2017 18:30	375	385	356	145	97	0,668966	4,550899068
167	19/03/2017 18:40	376	375	382	185	131	0,708108	1,160703537
168	19/03/2017 18:50	370	386	382	183	139	0,759563	2,523483535
169	19/03/2017 19:00	376	381	386	177	130	0,734463	1,515539963
170	19/03/2017 19:10	376	384	378	181	124	0,685083	1,270433188
171	19/03/2017 19:20	380	376	383	180	140	0,777778	1,06745559
172	19/03/2017 19:30	377	380	387	182	124	0,681319	1,557876938
173	19/03/2017 19:40	376	383	376	171	136	0,795322	1,237379169
174	19/03/2017 19:50	377	382	386	180	123	0,683333	1,363481257
175	19/03/2017 20:00	375	387	375	190	139	0,731579	2,12243988
176	19/03/2017 20:10	370	379	377	186	133	0,715054	1,449796661
177	19/03/2017 20:20	372	383	385	185	129	0,697297	2,117273879
178	19/03/2017 20:30	373	384	386	170	140	0,823529	2,111741187
179	19/03/2017 20:40	373	385	381	178	124	0,696629	1,853967462
180	19/03/2017 20:50	377	375	384	171	123	0,719298	1,445403831
181	19/03/2017 21:00	379	377	383	176	133	0,755682	0,930356344
182	19/03/2017 21:10	377	377	381	180	122	0,677778	0,706105499
183	19/03/2017 21:20	378	387	386	184	123	0,668478	1,479527824
184	19/03/2017 21:30	371	385	382	171	121	0,707602	2,234068873
185	19/03/2017 21:40	373	385	380	186	133	0,715054	1,832787624
186	19/03/2017 21:50	376	377	384	171	125	0,730994	1,332296486

187	19/03/2017 22:00	379	380	376	183	138	0,754098	0,634598997
188	19/03/2017 22:10	373	375	379	184	123	0,668478	0,940275989
189	19/03/2017 22:20	387	399	401	188	127	0,675532	2,199026783
190	19/03/2017 22:30	371	385	382	182	123	0,675824	2,234068873
191	19/03/2017 22:40	378	380	379	178	131	0,735955	0,304671829
192	19/03/2017 22:50	375	377	386	170	125	0,735294	1,790853852
193	19/03/2017 23:00	370	385	386	184	120	0,652174	2,703876444
194	19/03/2017 23:10	378	375	375	188	132	0,702128	0,532629803
195	19/03/2017 23:20	372	385	382	172	126	0,732558	2,062231142
196	19/03/2017 23:30	378	378	386	179	140	0,782123	1,406098115
197	19/03/2017 23:40	386	386	386	189	134	0,708995	0
198	19/03/2017 23:50	375	364	354	173	130	0,751445	3,333327925
199	20/03/2017 00:00	379	384	383	186	120	0,645161	0,798431382
200	20/03/2017 00:10	380	385	378	172	139	0,80814	1,094791767
201	20/03/2017 00:20	380	381	380	189	136	0,719577	0,17536192
202	20/03/2017 00:30	380	383	386	179	131	0,731844	0,904504486
203	20/03/2017 00:40	365	345	355	172	140	0,813953	3,254508785
204	20/03/2017 00:50	370	378	375	185	128	0,691892	1,245142147
205	20/03/2017 01:00	378	377	387	170	139	0,817647	1,677605351
206	20/03/2017 01:10	379	379	387	185	135	0,72973	1,402400454
207	20/03/2017 01:20	375	387	386	175	136	0,777143	1,999718113
208	20/03/2017 01:30	376	375	381	176	120	0,681818	0,985911157
209	20/03/2017 01:40	371	377	378	173	126	0,728324	1,161682988
210	20/03/2017 01:50	378	386	381	187	136	0,727273	1,224362355
211	20/03/2017 02:00	373	378	387	170	125	0,735294	2,16564132
212	20/03/2017 02:10	370	386	381	175	136	0,777143	2,48534649
213	20/03/2017 02:20	375	380	375	172	132	0,767442	0,88694866

214	20/03/2017 02:30	373	377	375	171	121	0,707602	0,615852696
215	20/03/2017 02:40	377	382	387	181	134	0,740331	1,511571616
216	20/03/2017 02:50	376	377	386	174	129	0,741379	1,682043001
217	20/03/2017 03:00	376	379	377	174	131	0,752874	0,467747534
218	20/03/2017 03:10	370	387	384	182	131	0,71978	2,739181445
219	20/03/2017 03:20	377	375	387	172	135	0,784884	1,964231772
220	20/03/2017 03:30	377	384	380	179	133	0,743017	1,066974946
221	20/03/2017 03:40	370	380	387	174	120	0,689655	2,598948311
222	20/03/2017 03:50	373	387	376	174	127	0,729885	2,258648057
223	20/03/2017 04:00	371	383	378	187	126	0,673797	1,842492778
224	20/03/2017 04:10	372	375	387	190	132	0,694737	2,437758452
225	20/03/2017 04:20	373	377	376	175	120	0,685714	0,639665421
226	20/03/2017 04:30	370	380	382	183	126	0,688525	1,959151546
227	20/03/2017 04:40	377	376	380	185	139	0,751351	0,637230473
228	20/03/2017 04:50	377	379	382	177	125	0,706215	0,766582897
229	20/03/2017 05:00	374	379	384	180	136	0,755556	1,523539503
230	20/03/2017 05:10	375	376	386	172	121	0,703488	1,861889924
231	20/03/2017 05:20	380	375	383	180	135	0,75	1,228748364
232	20/03/2017 05:30	376	380	379	188	133	0,707447	0,634598997
233	20/03/2017 05:40	380	381	383	189	140	0,740741	0,462837919
234	20/03/2017 05:50	376	383	384	190	127	0,668421	1,317064181
235	20/03/2017 06:00	380	384	386	181	138	0,762431	0,919158603
236	20/03/2017 06:10	380	378	387	181	121	0,668508	1,434007666
237	20/03/2017 06:20	378	376	384	178	120	0,674157	1,270433188
238	20/03/2017 06:30	371	387	377	170	127	0,747059	2,474103307
239	20/03/2017 06:40	374	376	382	189	140	0,740741	1,277184046
240	20/03/2017 06:50	374	386	378	190	139	0,731579	1,864940445



241	20/03/2017 07:00	376	385	380	187	139	0,743316	1,370049783
242	20/03/2017 07:10	377	382	375	173	136	0,786127	1,103497574
243	20/03/2017 07:20	380	376	377	190	120	0,631579	0,637230473
244	20/03/2017 07:30	377	378	382	190	120	0,631579	0,807476077
245	20/03/2017 07:40	378	376	379	185	134	0,724324	0,46674552
246	20/03/2017 07:50	370	382	380	187	122	0,652406	1,959151546
247	20/03/2017 08:00	397	356	394	184	124	0,673913	6,800835372
248	20/03/2017 08:10	380	385	381	189	122	0,645503	0,801123569
249	20/03/2017 08:20	380	375	373	183	124	0,677596	1,10937878
250	20/03/2017 08:30	379	380	380	190	136	0,715789	0,175515813
251	20/03/2017 08:40	376	374	373	181	139	0,767956	0,471498648
252	20/03/2017 08:50	401	392	404	140	101	0,721429	1,801494927
253	20/03/2017 09:00	373	374	370	185	134	0,724324	0,644813395
254	20/03/2017 09:10	378	375	379	189	125	0,661376	0,636278864
255	20/03/2017 09:20	379	371	378	175	139	0,794286	1,334526083
256	20/03/2017 09:30	380	372	372	185	135	0,72973	1,428700181
257	20/03/2017 09:40	373	377	370	170	123	0,723529	1,086996479
258	20/03/2017 09:50	376	371	378	172	122	0,709302	1,10824242
259	20/03/2017 10:00	380	376	372	173	131	0,757225	1,228503326
260	20/03/2017 10:10	374	375	380	187	121	0,647059	0,988536951
261	20/03/2017 10:20	372	378	379	180	127	0,705556	1,158604016
262	20/03/2017 10:30	379	376	373	185	135	0,72973	0,92134517
263	20/03/2017 10:40	377	375	377	187	139	0,743316	0,353984237
264	20/03/2017 10:50	376	375	374	172	137	0,796512	0,307921695
265	20/03/2017 11:00	372	376	371	181	140	0,773481	0,820488205
266	20/03/2017 11:10	373	374	375	175	137	0,782857	0,308745023
267	20/03/2017 11:20	371	374	378	176	139	0,789773	1,084090376

268	20/03/2017 11:30	363	355	363	170	129	0,758824	1,474793378
269	20/03/2017 11:40	373	373	379	176	125	0,710227	1,069572615
270	20/03/2017 11:50	377	380	372	170	124	0,729412	1,238532415
271	20/03/2017 12:00	379	373	375	184	135	0,733696	0,940275989
272	20/03/2017 12:10	376	374	378	185	138	0,745946	0,614214724
273	20/03/2017 12:20	374	370	371	177	139	0,785311	0,647530449
274	20/03/2017 12:30	374	378	379	182	132	0,725275	0,809003267
275	20/03/2017 12:40	376	371	374	187	130	0,695187	0,777194023
276	20/03/2017 12:50	379	377	370	190	129	0,678947	1,449796661
277	20/03/2017 13:00	378	370	375	174	131	0,752874	1,245142147
278	20/03/2017 13:10	376	377	375	179	138	0,77095	0,307102746
279	20/03/2017 13:20	372	377	370	181	129	0,712707	1,118319086
280	20/03/2017 13:30	321	360	355	176	123	0,698864	6,994349996
281	20/03/2017 13:40	379	376	372	178	123	0,691011	1,078815466
282	20/03/2017 13:50	370	376	374	175	133	0,76	0,94374973
283	20/03/2017 14:00	372	379	374	190	138	0,726316	1,112342956
284	20/03/2017 14:10	378	380	380	175	126	0,72	0,351187141
285	20/03/2017 14:20	378	379	371	176	136	0,772727	1,334526083
286	20/03/2017 14:30	374	380	373	186	126	0,677419	1,166900359
287	20/03/2017 14:40	370	377	370	184	122	0,663043	1,257384485
288	20/03/2017 14:50	371	372	373	172	132	0,767442	0,310404959
289	20/03/2017 15:00	380	375	380	173	129	0,745665	0,879150439
290	20/03/2017 15:10	376	375	376	170	134	0,788235	0,177383836
291	20/03/2017 15:20	378	374	377	171	136	0,795322	0,637967648
292	20/03/2017 15:30	373	377	376	176	130	0,738636	0,639665421
293	20/03/2017 15:40	373	378	375	174	140	0,804598	0,774758378
294	20/03/2017 15:50	379	374	376	180	136	0,755556	0,772698203

295	20/03/2017 16:00	378	372	377	175	139	0,794286	0,985938865
296	20/03/2017 16:10	373	372	379	189	121	0,640212	1,170023651
297	20/03/2017 16:20	380	375	375	170	137	0,805882	0,88694866
298	20/03/2017 16:30	373	379	379	181	127	0,701657	1,058252554
299	20/03/2017 16:40	379	377	376	187	129	0,68984	0,467747534
300	20/03/2017 16:50	370	380	377	179	132	0,73743	1,573605351
301	20/03/2017 17:00	380	372	380	182	127	0,697802	1,408571861
302	20/03/2017 17:10	370	378	375	178	136	0,764045	1,245142147
303	20/03/2017 17:20	378	372	378	172	128	0,744186	1,061059863
304	20/03/2017 17:30	407	403	405	186	122	0,655914	0,570232338
305	20/03/2017 17:40	376	379	378	177	136	0,768362	0,46674552
306	20/03/2017 17:50	377	375	378	189	125	0,661376	0,467983912
307	20/03/2017 18:00	375	361	362	188	139	0,739362	2,479743794
308	20/03/2017 18:10	378	363	361	181	140	0,773481	2,942296119
309	20/03/2017 18:20	376	363	361	175	122	0,697143	2,581075466
310	20/03/2017 18:30	375	365	360	170	121	0,711765	2,413776084
311	20/03/2017 18:40	371	365	365	186	138	0,741935	1,092953694
312	20/03/2017 18:50	376	362	366	188	135	0,718085	2,271804618
313	20/03/2017 19:00	380	369	363	177	128	0,723164	2,695575417
314	20/03/2017 19:10	379	368	364	181	128	0,707182	2,433054594
315	20/03/2017 19:20	376	362	361	187	132	0,705882	2,661612261
316	20/03/2017 19:30	377	360	367	173	122	0,705202	2,687332549
317	20/03/2017 19:40	376	366	362	178	122	0,685393	2,271804618
318	20/03/2017 19:50	373	361	369	186	139	0,747312	1,914343189
319	20/03/2017 20:00	373	366	367	182	138	0,758242	1,189120264
320	20/03/2017 20:10	372	368	365	190	128	0,673684	1,101763894
321	20/03/2017 20:20	374	360	366	189	140	0,740741	2,215479674

322	20/03/2017 20:30	379	361	366	185	121	0,654054	2,926005906
323	20/03/2017 20:40	374	362	360	183	125	0,68306	2,4071403
324	20/03/2017 20:50	371	366	369	175	134	0,765714	0,787728286
325	20/03/2017 21:00	373	366	360	181	130	0,718232	2,052706692
326	20/03/2017 21:10	371	368	366	185	122	0,659459	0,789493067
327	20/03/2017 21:20	376	377	386	187	122	0,652406	1,682043001
328	20/03/2017 21:30	376	384	387	174	134	0,770115	1,712450314
329	20/03/2017 21:40	366	359	389	184	126	0,684783	4,933289173
330	20/03/2017 21:50	375	383	381	187	137	0,73262	1,26332656
331	20/03/2017 22:00	371	376	390	182	135	0,741758	3,018245986
332	20/03/2017 22:10	376	382	376	170	135	0,794118	1,061060576
333	20/03/2017 22:20	372	389	377	179	123	0,687151	2,671923963
334	20/03/2017 22:30	379	378	384	187	134	0,716578	0,978116815
335	20/03/2017 22:40	379	376	378	179	134	0,748603	0,46674552
336	20/03/2017 22:50	377	359	363	190	125	0,657895	2,998395814
337	20/03/2017 23:00	375	374	376	179	131	0,731844	0,307921695
338	20/03/2017 23:10	371	379	375	172	136	0,790698	1,231779862
339	20/03/2017 23:20	376	380	386	170	134	0,788235	1,528918894
340	20/03/2017 23:30	375	375	383	190	120	0,631579	1,417309036
341	20/03/2017 23:40	377	374	373	184	134	0,728261	0,642339172
342	20/03/2017 23:50	371	383	372	190	133	0,7	2,059079122
343	21/03/2017 00:00	335	361	355	174	136	0,781609	4,451970631
344	21/03/2017 00:10	374	373	372	180	129	0,716667	0,309572766
345	21/03/2017 00:20	380	381	381	176	130	0,738636	0,175054939
346	21/03/2017 00:30	375	386	389	180	133	0,738889	2,210851549
347	21/03/2017 00:40	375	384	376	177	124	0,700565	1,511131892
348	21/03/2017 00:50	375	376	390	185	133	0,718919	2,562961646

349	21/03/2017 01:00	378	390	381	170	122	0,717647	1,889760967
350	21/03/2017 01:10	374	382	381	174	133	0,764368	1,323993813
351	21/03/2017 01:20	372	379	374	177	121	0,683616	1,112342956
352	21/03/2017 01:30	360	356	362	162	122	0,753086	0,980474016
353	21/03/2017 01:40	376	372	380	172	133	0,773256	1,228503326
354	21/03/2017 01:50	378	385	377	176	138	0,784091	1,328778918
355	21/03/2017 02:00	380	376	390	175	120	0,685714	2,188201462
356	21/03/2017 02:10	374	380	386	177	120	0,677966	1,823533509
357	21/03/2017 02:20	370	385	372	183	127	0,693989	2,518839817
358	21/03/2017 02:30	379	386	390	170	120	0,705882	1,666990478
359	21/03/2017 02:40	374	375	374	187	128	0,684492	0,178173967
360	21/03/2017 02:50	375	381	372	184	125	0,679348	1,41013489
361	21/03/2017 03:00	375	381	377	186	138	0,741935	0,935289864
362	21/03/2017 03:10	378	377	385	174	129	0,741379	1,328778918
363	21/03/2017 03:20	378	389	375	182	122	0,67033	2,246721072
364	21/03/2017 03:30	378	375	381	180	120	0,666667	0,916469892
365	21/03/2017 03:40	377	373	376	184	125	0,679348	0,639665421
366	21/03/2017 03:50	407	373	378	183	137	0,748634	5,569659499
367	21/03/2017 04:00	377	379	386	179	121	0,675978	1,437786366
368	21/03/2017 04:10	371	385	382	175	120	0,685714	2,234068873
369	21/03/2017 04:20	380	385	373	178	120	0,674157	1,832787624
370	21/03/2017 04:30	376	381	379	181	139	0,767956	0,766937798
371	21/03/2017 04:40	378	385	383	190	126	0,663158	1,087968692
372	21/03/2017 04:50	376	384	375	174	131	0,752874	1,511131892
373	21/03/2017 05:00	373	381	386	180	125	0,694444	1,989171204
374	21/03/2017 05:10	379	378	379	180	132	0,733333	0,175979121
375	21/03/2017 05:20	374	376	376	174	132	0,758621	0,35492653

376	21/03/2017 05:30	373	372	390	175	129	0,737143	3,112576095
377	21/03/2017 05:40	379	386	387	180	137	0,761111	1,306804693
378	21/03/2017 05:50	374	388	376	178	138	0,775281	2,31778071
379	21/03/2017 06:00	376	389	387	183	139	0,759563	2,095315287
380	21/03/2017 06:10	380	390	386	179	134	0,748603	1,506526805
381	21/03/2017 06:20	370	386	385	173	140	0,809249	2,703876444
382	21/03/2017 06:30	370	389	382	171	124	0,725146	2,909307896
383	21/03/2017 06:40	380	377	381	186	127	0,682796	0,632927978
384	21/03/2017 06:50	375	389	377	172	128	0,744186	2,311651147
385	21/03/2017 07:00	378	386	379	184	138	0,75	1,325279878
386	21/03/2017 07:10	374	379	373	185	127	0,686486	0,99117677
387	21/03/2017 07:20	370	389	387	182	126	0,692308	3,133519127
388	21/03/2017 07:30	372	388	390	177	136	0,768362	2,952039715
389	21/03/2017 07:40	378	389	378	184	136	0,73913	1,930990239
390	21/03/2017 07:50	379	390	389	176	132	0,75	1,811898576
391	21/03/2017 08:00	356	341	349	180	125	0,694444	2,48469422
392	21/03/2017 08:10	380	382	382	180	128	0,711111	0,349346839
393	21/03/2017 08:20	375	375	374	181	135	0,745856	0,177857071
394	21/03/2017 08:30	372	370	372	171	138	0,807018	0,35874641
395	21/03/2017 08:40	372	373	371	188	129	0,68617	0,310404959
396	21/03/2017 08:50	365	375	367	186	138	0,741935	1,661858633
397	21/03/2017 09:00	375	372	375	185	121	0,654054	0,534052035
398	21/03/2017 09:10	372	369	371	179	126	0,703911	0,4755545
399	21/03/2017 09:20	371	365	372	185	139	0,751351	1,180506067
400	21/03/2017 09:30	371	372	372	185	135	0,72973	0,179292049
401	21/03/2017 09:40	373	365	373	174	133	0,764368	1,43510569
402	21/03/2017 09:50	373	365	372	175	128	0,731429	1,356101492

403	21/03/2017 10:00	373	368	367	182	122	0,67033	1,007316593
404	21/03/2017 10:10	365	373	365	178	125	0,702247	1,456005271
405	21/03/2017 10:20	371	365	373	188	133	0,707447	1,29742393
406	21/03/2017 10:30	372	370	375	183	123	0,672131	0,781005352
407	21/03/2017 10:40	369	372	370	174	126	0,724138	0,476594735
408	21/03/2017 10:50	370	365	373	170	137	0,805882	1,261979328
409	21/03/2017 11:00	370	365	374	178	130	0,730337	1,407721492
410	21/03/2017 11:10	375	370	367	173	133	0,768786	1,260750482
411	21/03/2017 11:20	368	373	372	172	138	0,802326	0,822065055
412	21/03/2017 11:30	375	370	372	186	124	0,666667	0,781005352
413	21/03/2017 11:40	357	367	355	183	120	0,655738	2,074004745
414	21/03/2017 11:50	370	368	370	171	137	0,80117	0,36068735
415	21/03/2017 12:00	368	365	374	175	123	0,702857	1,436942855
416	21/03/2017 12:10	365	373	370	170	135	0,794118	1,261979328
417	21/03/2017 12:20	375	369	366	173	126	0,728324	1,433050903
418	21/03/2017 12:30	374	374	365	176	138	0,784091	1,610919246
419	21/03/2017 12:40	371	375	369	176	130	0,738636	0,950409455
420	21/03/2017 12:50	375	375	365	175	136	0,777143	1,785960636
421	21/03/2017 13:00	368	367	372	178	125	0,702247	0,829398479
422	21/03/2017 13:10	369	368	368	172	121	0,703488	0,181077671
423	21/03/2017 13:20	368	367	373	180	125	0,694444	1,007316593
424	21/03/2017 13:30	370	368	369	190	130	0,684211	0,312928603
425	21/03/2017 13:40	345	357	355	102	91	0,892157	2,097566834
426	21/03/2017 13:50	356	342	345	145	123	0,848276	2,461166392
427	21/03/2017 14:00	355	354	356	171	136	0,795322	0,325269586
428	21/03/2017 14:10	339	356	345	174	133	0,764368	2,882997181
429	21/03/2017 14:20	368	366	370	184	125	0,679348	0,627567771

430	21/03/2017 14:30	369	373	366	178	125	0,702247	1,098778397
431	21/03/2017 14:40	369	372	370	172	125	0,726744	0,476594735
432	21/03/2017 14:50	369	374	372	186	126	0,677419	0,781373735
433	21/03/2017 15:00	375	369	374	181	129	0,712707	0,993858872
434	21/03/2017 15:10	366	370	369	188	121	0,643617	0,651807655
435	21/03/2017 15:20	375	370	372	176	139	0,789773	0,781005352
436	21/03/2017 15:30	366	368	366	189	135	0,714286	0,363969357
437	21/03/2017 15:40	371	374	373	179	132	0,73743	0,473003901
438	21/03/2017 15:50	372	371	374	187	133	0,711123	0,474032996
439	21/03/2017 16:00	366	375	370	179	140	0,782123	1,407077332
440	21/03/2017 16:10	368	373	375	174	122	0,701149	1,117164338
441	21/03/2017 16:20	373	373	375	190	132	0,694737	0,357144855
442	21/03/2017 16:30	368	368	367	184	133	0,722826	0,181241764
443	21/03/2017 16:40	370	369	372	182	123	0,675824	0,476594735
444	21/03/2017 16:50	367	367	369	185	124	0,67027	0,362978504
445	21/03/2017 17:00	365	366	365	182	138	0,758242	0,182565305
446	21/03/2017 17:10	372	366	375	172	128	0,744186	1,423685176
447	21/03/2017 17:20	375	374	366	187	140	0,748663	1,527132988
448	21/03/2017 17:30	365	368	372	187	133	0,711123	1,101763894
449	21/03/2017 17:40	373	368	374	181	122	0,674033	0,996527228
450	21/03/2017 17:50	370	365	365	172	137	0,796512	0,911195023
451	21/03/2017 18:00	356	346	359	187	138	0,737968	2,213244779
452	21/03/2017 18:10	365	361	364	180	120	0,666667	0,660766791
453	21/03/2017 18:20	321	362	365	170	122	0,717647	7,988015421
454	21/03/2017 18:30	360	369	365	188	126	0,670213	1,427013936
455	21/03/2017 18:40	369	366	361	178	121	0,679775	1,275780541
456	21/03/2017 18:50	366	365	367	176	136	0,772727	0,315493619



457	21/03/2017 19:00	361	367	369	177	130	0,734463	1,311583909
458	21/03/2017 19:10	363	368	367	177	122	0,689266	0,833276476
459	21/03/2017 19:20	363	365	362	172	123	0,715116	0,485783074
460	21/03/2017 19:30	365	368	366	177	132	0,745763	0,481802188
461	21/03/2017 19:40	357	322	358	105	95	0,904762	6,746585459
462	21/03/2017 19:50	357	356	320	107	97	0,906542	6,960440357
463	21/03/2017 20:00	322	324	357	109	97	0,889908	6,919445995
464	21/03/2017 20:10	359	358	324	107	97	0,906542	6,53422181
465	21/03/2017 20:20	361	369	364	184	136	0,73913	1,281525294
466	21/03/2017 20:30	368	363	362	180	120	0,666667	1,021173508
467	21/03/2017 20:40	368	366	368	181	127	0,701657	0,362649407
468	21/03/2017 20:50	368	361	362	187	140	0,748663	1,205516894
469	21/03/2017 21:00	364	361	367	172	121	0,703488	0,951722064
470	21/03/2017 21:10	369	366	362	176	123	0,698864	1,108301944
471	21/03/2017 21:20	388	377	381	181	123	0,679558	1,686460929
472	21/03/2017 21:30	381	389	384	178	129	0,724719	1,214800048
473	21/03/2017 21:40	384	383	389	182	126	0,692308	0,96539656
474	21/03/2017 21:50	379	380	390	174	129	0,741379	1,842351756
475	21/03/2017 22:00	373	388	382	181	128	0,707182	2,284337679
476	21/03/2017 22:10	375	387	386	182	137	0,752747	1,999718113
477	21/03/2017 22:20	382	375	378	172	136	0,790698	1,07261972
478	21/03/2017 22:30	374	379	386	182	138	0,758242	1,835953484
479	21/03/2017 22:40	381	378	387	171	138	0,807018	1,387940315
480	21/03/2017 22:50	384	377	387	183	137	0,748634	1,544883073
481	21/03/2017 23:00	389	381	389	186	121	0,650538	1,3758653
482	21/03/2017 23:10	382	384	379	171	133	0,777778	0,760912979
483	21/03/2017 23:20	377	384	382	172	139	0,80814	1,090819403

484	21/03/2017 23:30	380	390	378	178	137	0,769663	1,948760346
485	21/03/2017 23:40	390	382	373	180	124	0,688889	2,572306259
486	21/03/2017 23:50	383	384	385	173	131	0,757225	0,30070471
487	22/03/2017 00:00	375	387	390	174	135	0,775862	2,375446988
488	22/03/2017 00:10	380	375	376	176	133	0,755682	0,81176735
489	22/03/2017 00:20	388	388	376	183	124	0,677596	2,072923334
490	22/03/2017 00:30	390	373	380	183	130	0,710383	2,595394154
491	22/03/2017 00:40	378	390	374	180	139	0,772222	2,53853725
492	22/03/2017 00:50	373	381	374	185	132	0,713514	1,342961833
493	22/03/2017 01:00	374	381	385	186	123	0,66129	1,688889073
494	22/03/2017 01:10	382	381	385	185	136	0,735135	0,628894197
495	22/03/2017 01:20	379	388	388	187	131	0,700535	1,552555358
496	22/03/2017 01:30	386	375	373	180	127	0,705556	2,149231142
497	22/03/2017 01:40	377	377	383	185	132	0,713514	1,05825326
498	22/03/2017 01:50	373	385	377	182	125	0,686813	1,869883995
499	22/03/2017 02:00	389	380	385	189	124	0,656085	1,352852332
500	22/03/2017 02:10	385	377	384	182	127	0,697802	1,313626498
501	22/03/2017 02:20	379	390	373	190	121	0,636842	2,624487891
502	22/03/2017 02:30	373	386	376	170	132	0,776471	2,08645131
503	22/03/2017 02:40	389	380	380	188	123	0,654255	1,572911152
504	22/03/2017 02:50	381	378	373	172	138	0,802326	1,235253796
505	22/03/2017 03:00	378	384	388	189	129	0,68254	1,514378749
506	22/03/2017 03:10	389	376	385	179	135	0,75419	1,999946053
507	22/03/2017 03:20	355	357	359	180	130	0,722222	0,64690544
508	22/03/2017 03:30	373	383	372	180	125	0,694444	1,876817728
509	22/03/2017 03:40	376	383	386	180	137	0,761111	1,548921886
510	22/03/2017 03:50	380	382	388	175	139	0,794286	1,257143347

511	22/03/2017 04:00	376	388	378	185	126	0,681081	1,959047401
512	22/03/2017 04:10	372	375	372	190	132	0,694737	0,536919547
513	22/03/2017 04:20	380	382	376	171	126	0,736842	0,928839643
514	22/03/2017 04:30	373	375	381	179	139	0,776536	1,280586454
515	22/03/2017 04:40	381	383	379	173	132	0,763006	0,606153847
516	22/03/2017 04:50	376	390	379	180	137	0,761111	2,240804703
517	22/03/2017 05:00	374	379	378	185	133	0,718919	0,809003267
518	22/03/2017 05:10	383	390	379	170	128	0,752941	1,677658087
519	22/03/2017 05:20	377	389	379	173	125	0,722543	1,953890331
520	22/03/2017 05:30	388	378	377	176	124	0,704545	1,852069304
521	22/03/2017 05:40	377	384	384	176	138	0,784091	1,219059916
522	22/03/2017 05:50	380	386	390	189	138	0,730159	1,506526805
523	22/03/2017 06:00	390	381	380	185	130	0,702703	1,664431808
524	22/03/2017 06:10	387	378	379	181	140	0,773481	1,499198681
525	22/03/2017 06:20	356	352	359	178	133	0,747191	1,139445693
526	22/03/2017 06:30	386	372	390	183	138	0,754098	2,836878508
527	22/03/2017 06:40	387	379	386	175	130	0,742857	1,306804693
528	22/03/2017 06:50	388	383	374	176	139	0,789773	2,141499003
529	22/03/2017 07:00	378	381	387	171	133	0,777778	1,387940315
530	22/03/2017 07:10	382	379	383	175	133	0,76	0,629612201
531	22/03/2017 07:20	373	380	387	183	120	0,655738	2,12759157
532	22/03/2017 07:30	373	384	374	178	140	0,786517	1,871815263
533	22/03/2017 07:40	377	380	375	189	137	0,724868	0,770648955
534	22/03/2017 07:50	372	388	389	184	124	0,673913	2,856743443
535	22/03/2017 08:00	378	369	359	187	127	0,679144	2,976249663
536	22/03/2017 08:10	372	379	372	173	121	0,699422	1,250644552
537	22/03/2017 08:20	365	371	365	189	124	0,656085	1,092953694

538	22/03/2017 08:30	374	368	374	187	126	0,673797	1,072439649
539	22/03/2017 08:40	367	372	366	171	130	0,760234	1,010057807
540	22/03/2017 08:50	374	365	369	170	120	0,705882	1,410890476
541	22/03/2017 09:00	366	369	367	181	124	0,685083	0,480489685
542	22/03/2017 09:10	365	366	368	174	136	0,781609	0,481802188
543	22/03/2017 09:20	369	372	369	181	130	0,718232	0,541278951
544	22/03/2017 09:30	374	369	365	170	130	0,764706	1,410890476
545	22/03/2017 09:40	375	375	371	184	133	0,722826	0,712393305
546	22/03/2017 09:50	375	373	369	189	138	0,730159	0,94628141
547	22/03/2017 10:00	370	370	366	176	140	0,795455	0,722038053
548	22/03/2017 10:10	374	370	372	185	140	0,756757	0,620819452
549	22/03/2017 10:20	365	365	375	189	123	0,650794	1,818447951
550	22/03/2017 10:30	375	373	375	170	137	0,805882	0,355873853
551	22/03/2017 10:40	370	375	365	189	130	0,687831	1,560608052
552	22/03/2017 10:50	345	355	367	173	126	0,728324	3,583610339
553	22/03/2017 11:00	373	366	365	185	126	0,681081	1,372255856
554	22/03/2017 11:10	375	369	373	174	133	0,764368	0,94628141
555	22/03/2017 11:20	368	367	374	174	122	0,701149	1,18589432
556	22/03/2017 11:30	371	373	366	177	137	0,774011	1,123192525
557	22/03/2017 11:40	375	371	369	174	126	0,724138	0,950409455
558	22/03/2017 11:50	365	374	372	186	139	0,747312	1,469317097
559	22/03/2017 12:00	370	369	374	185	123	0,664865	0,824919281
560	22/03/2017 12:10	366	369	365	185	135	0,72973	0,656371592
561	22/03/2017 12:20	366	366	365	180	125	0,694444	0,182232611
562	22/03/2017 12:30	372	365	373	186	135	0,725806	1,356101492
563	22/03/2017 12:40	371	370	370	190	124	0,652632	0,18009931
564	22/03/2017 12:50	374	375	368	189	133	0,703704	1,171018887

565	22/03/2017 13:00	347	359	355	179	125	0,698324	1,989948899
566	22/03/2017 13:10	372	371	366	185	131	0,708108	1,001907158
567	22/03/2017 13:20	366	371	371	170	135	0,794118	0,900527037
568	22/03/2017 13:30	365	367	365	190	132	0,694737	0,364965635
569	22/03/2017 13:40	368	366	365	182	134	0,736264	0,481802188
570	22/03/2017 13:50	373	370	374	184	132	0,717391	0,644813395
571	22/03/2017 14:00	367	366	368	185	122	0,659459	0,314633954
572	22/03/2017 14:10	367	371	373	189	139	0,73545	0,951385741
573	22/03/2017 14:20	372	371	373	175	120	0,685714	0,310404959
574	22/03/2017 14:30	368	370	369	183	130	0,710383	0,312928603
575	22/03/2017 14:40	367	369	373	186	122	0,655914	0,955558542
576	22/03/2017 14:50	371	365	367	178	138	0,775281	0,960763729
577	22/03/2017 15:00	366	366	366	175	135	0,771429	0
578	22/03/2017 15:10	369	374	368	189	140	0,740741	1,004590218
579	22/03/2017 15:20	374	371	365	171	121	0,707602	1,427526343
580	22/03/2017 15:30	368	371	372	187	138	0,737968	0,64829166
581	22/03/2017 15:40	371	369	371	190	130	0,684211	0,359714262
582	22/03/2017 15:50	373	365	371	179	139	0,776536	1,29742393
583	22/03/2017 16:00	370	369	366	181	131	0,723757	0,651807655
584	22/03/2017 16:10	371	367	371	185	135	0,72973	0,720088267
585	22/03/2017 16:20	367	374	373	179	129	0,72067	1,174164291
586	22/03/2017 16:30	374	374	374	189	138	0,730159	0
587	22/03/2017 16:40	374	373	365	175	138	0,788571	1,531238753
588	22/03/2017 16:50	375	375	367	185	122	0,659459	1,427423127
589	22/03/2017 17:00	369	372	370	173	126	0,728324	0,476594735
590	22/03/2017 17:10	373	373	367	187	125	0,668449	1,075322839
591	22/03/2017 17:20	375	372	372	177	139	0,785311	0,536919547

592	22/03/2017 17:30	374	375	367	185	139	0,751351	1,348832585
593	22/03/2017 17:40	370	371	372	179	125	0,698324	0,311241639
594	22/03/2017 17:50	368	367	371	172	127	0,738372	0,65280632
595	22/03/2017 18:00	355	356	349	182	127	0,697802	1,233818013
596	22/03/2017 18:10	362	362	369	171	127	0,74269	1,285086729
597	22/03/2017 18:20	363	364	366	177	131	0,740113	0,484448822
598	22/03/2017 18:30	365	362	368	174	138	0,793103	0,949114356
599	22/03/2017 18:40	364	363	368	170	140	0,823529	0,83850441
600	22/03/2017 18:50	367	365	362	177	124	0,700565	0,796363566
601	22/03/2017 19:00	362	364	361	184	136	0,73913	0,487124695
602	22/03/2017 19:10	369	363	361	175	136	0,777143	1,322876147
603	22/03/2017 19:20	365	365	364	187	126	0,673797	0,182732108
604	22/03/2017 19:30	360	369	361	178	123	0,691011	1,573765944
605	22/03/2017 19:40	368	365	368	171	124	0,725146	0,544224714
606	22/03/2017 19:50	369	361	366	190	123	0,647368	1,275780541
607	22/03/2017 20:00	361	368	369	176	122	0,693182	1,370876921
608	22/03/2017 20:10	358	355	352	182	133	0,730769	0,97585264
609	22/03/2017 20:20	356	333	357	170	136	0,8	4,450434029
610	22/03/2017 20:30	367	365	363	180	126	0,7	0,632726081
611	22/03/2017 20:40	363	369	369	185	132	0,713514	1,087012321
612	22/03/2017 20:50	365	360	368	172	129	0,75	1,279278144
613	22/03/2017 21:00	361	368	365	174	134	0,770115	1,111339493
614	22/03/2017 21:10	362	362	369	186	126	0,677419	1,285086729
615	22/03/2017 21:20	377	387	384	184	134	0,728261	1,544883073
616	22/03/2017 21:30	388	375	388	183	128	0,699454	2,246709247
617	22/03/2017 21:40	379	377	386	172	122	0,709302	1,437786366
618	22/03/2017 21:50	379	379	389	187	131	0,700535	1,751551214

619	22/03/2017 22:00	384	377	375	188	120	0,638298	1,445403831
620	22/03/2017 22:10	385	382	382	178	133	0,747191	0,522882092
621	22/03/2017 22:20	382	374	375	189	126	0,666667	1,339387793
622	22/03/2017 22:30	373	380	375	186	122	0,655914	1,10937878
623	22/03/2017 22:40	379	390	387	187	138	0,737968	1,699153795
624	22/03/2017 22:50	382	379	388	190	140	0,736842	1,384308972
625	22/03/2017 23:00	374	378	387	187	129	0,68984	2,031720515
626	22/03/2017 23:10	388	386	387	173	133	0,768786	0,298373643
627	22/03/2017 23:20	379	389	379	178	139	0,780899	1,751551214
628	22/03/2017 23:30	377	383	373	180	138	0,766667	1,541082704
629	22/03/2017 23:40	381	373	386	184	126	0,684783	1,989171204
630	22/03/2017 23:50	390	389	381	178	120	0,674157	1,468086737
631	23/03/2017 00:00	381	382	378	174	122	0,701149	0,631265735
632	23/03/2017 00:10	378	382	380	188	133	0,707447	0,607749051
633	23/03/2017 00:20	373	378	379	182	131	0,71978	0,98332684
634	23/03/2017 00:30	375	390	389	188	133	0,707447	2,502660821
635	23/03/2017 00:40	374	390	385	187	138	0,737968	2,459469603
636	23/03/2017 00:50	377	386	375	175	133	0,76	1,790853852
637	23/03/2017 01:00	380	376	385	183	120	0,655738	1,370049783
638	23/03/2017 01:10	377	379	383	185	122	0,659459	0,930356344
639	23/03/2017 01:20	375	377	381	189	124	0,656085	0,935289864
640	23/03/2017 01:30	387	372	390	184	130	0,706522	2,889799682
641	23/03/2017 01:40	390	376	380	172	134	0,77907	2,188201462
642	23/03/2017 01:50	377	386	385	175	126	0,72	1,483381255
643	23/03/2017 02:00	380	382	386	185	137	0,740541	0,92305289
644	23/03/2017 02:10	373	376	379	178	126	0,707865	0,92134517
645	23/03/2017 02:20	378	380	376	175	140	0,8	0,610964781

646	23/03/2017 02:30	387	379	386	170	135	0,794118	1,306804693
647	23/03/2017 02:40	388	388	373	187	140	0,748663	2,594785212
648	23/03/2017 02:50	383	378	375	185	125	0,675676	1,234076407
649	23/03/2017 03:00	373	377	376	170	138	0,811765	0,639665421
650	23/03/2017 03:10	390	388	388	186	122	0,655914	0,343349414
651	23/03/2017 03:20	386	385	380	189	131	0,693122	0,965423144
652	23/03/2017 03:30	379	386	388	188	138	0,734043	1,415936525
653	23/03/2017 03:40	387	378	378	189	137	0,724868	1,581202375
654	23/03/2017 03:50	381	356	359	172	133	0,773256	4,362730653
655	23/03/2017 04:00	387	390	379	186	135	0,725806	1,699153795
656	23/03/2017 04:10	374	390	378	177	133	0,751412	2,53853725
657	23/03/2017 04:20	379	380	388	172	121	0,703488	1,495262721
658	23/03/2017 04:30	383	373	383	184	121	0,657609	1,74848297
659	23/03/2017 04:40	374	375	385	188	138	0,734043	1,866839399
660	23/03/2017 04:50	375	389	385	178	128	0,719101	2,166726957
661	23/03/2017 05:00	373	378	388	175	130	0,742857	2,330820409
662	23/03/2017 05:10	374	382	382	176	139	0,789773	1,401170051
663	23/03/2017 05:20	378	383	382	174	138	0,793103	0,800523596
664	23/03/2017 05:30	382	381	390	170	129	0,758824	1,487452482
665	23/03/2017 05:40	385	389	389	188	127	0,675532	0,686709384
666	23/03/2017 05:50	381	389	372	171	136	0,795322	2,579063957
667	23/03/2017 06:00	372	381	386	177	132	0,745763	2,152756632
668	23/03/2017 06:10	380	378	378	179	124	0,692737	0,352424827
669	23/03/2017 06:20	380	387	373	173	135	0,780347	2,12759157
670	23/03/2017 06:30	383	374	375	175	132	0,754286	1,515151961
671	23/03/2017 06:40	385	374	388	172	121	0,703488	2,216610511
672	23/03/2017 06:50	379	381	389	175	134	0,765714	1,600892255



673	23/03/2017 07:00	384	372	377	186	140	0,752688	1,845692307
674	23/03/2017 07:10	372	381	382	180	124	0,688889	1,67438112
675	23/03/2017 07:20	376	384	389	174	133	0,764368	1,97361371
676	23/03/2017 07:30	379	374	383	177	135	0,762712	1,374278538
677	23/03/2017 07:40	374	379	382	172	137	0,796512	1,231992492
678	23/03/2017 07:50	378	382	390	183	138	0,754098	1,845424945
679	23/03/2017 08:00	379	378	383	179	130	0,726257	0,80534741
680	23/03/2017 08:10	374	388	377	170	124	0,729412	2,252668774
681	23/03/2017 08:20	368	374	373	178	134	0,752809	0,996527228
682	23/03/2017 08:30	370	368	371	180	126	0,7	0,476840142
683	23/03/2017 08:40	370	369	368	184	140	0,76087	0,312928603
684	23/03/2017 08:50	372	369	365	180	135	0,75	1,099288121
685	23/03/2017 09:00	374	372	373	177	121	0,683616	0,309572766
686	23/03/2017 09:10	372	375	374	189	127	0,671958	0,471738834
687	23/03/2017 09:20	373	371	373	182	137	0,752747	0,357783752
688	23/03/2017 09:30	367	370	370	190	134	0,705263	0,541278903
689	23/03/2017 09:40	367	374	369	177	123	0,694915	1,127404669
690	23/03/2017 09:50	370	373	374	187	135	0,721925	0,644813395
691	23/03/2017 10:00	372	374	371	187	122	0,652406	0,474032996
692	23/03/2017 10:10	371	374	365	183	120	0,655738	1,427526343
693	23/03/2017 10:20	365	372	370	178	127	0,713483	1,126231082
694	23/03/2017 10:30	365	373	370	180	135	0,75	1,261979328
695	23/03/2017 10:40	368	368	371	174	133	0,764368	0,54274786
696	23/03/2017 10:50	371	365	370	175	125	0,714286	1,004618967
697	23/03/2017 11:00	365	366	368	181	140	0,773481	0,481802188
698	23/03/2017 11:10	368	373	365	185	128	0,691892	1,267600166
699	23/03/2017 11:20	371	374	375	178	139	0,780899	0,643088221

700	23/03/2017 11:30	368	367	375	187	132	0,705882	1,36481318
701	23/03/2017 11:40	368	367	370	185	130	0,702703	0,479184314
702	23/03/2017 11:50	371	374	371	187	137	0,73262	0,538364858
703	23/03/2017 12:00	365	356	376	189	131	0,693122	3,16905153
704	23/03/2017 12:10	369	367	371	171	135	0,789474	0,625866974
705	23/03/2017 12:20	371	374	365	187	126	0,673797	1,427526343
706	23/03/2017 12:30	366	372	370	180	120	0,666667	0,953958613
707	23/03/2017 12:40	369	370	370	185	127	0,686486	0,180261635
708	23/03/2017 12:50	374	369	368	190	120	0,631579	1,004590218
709	23/03/2017 13:00	372	370	365	171	127	0,74269	1,126231082
710	23/03/2017 13:10	368	365	366	184	123	0,668478	0,481802188
711	23/03/2017 13:20	371	372	368	179	134	0,748603	0,64829166
712	23/03/2017 13:30	366	372	367	179	128	0,715084	1,010057807
713	23/03/2017 13:40	375	370	368	172	121	0,703488	1,124359782
714	23/03/2017 13:50	367	365	371	184	124	0,673913	0,960763729
715	23/03/2017 14:00	365	373	375	179	140	0,782123	1,64144366
716	23/03/2017 14:10	367	371	369	170	136	0,8	0,625866974
717	23/03/2017 14:20	371	368	374	184	133	0,722826	0,933763364
718	23/03/2017 14:30	373	367	370	171	127	0,74269	0,936287284
719	23/03/2017 14:40	365	369	372	186	137	0,736559	1,099288121
720	23/03/2017 14:50	368	367	366	189	128	0,677249	0,314633954
721	23/03/2017 15:00	373	366	369	186	126	0,677419	1,098778397
722	23/03/2017 15:10	369	371	368	182	130	0,714286	0,477886017
723	23/03/2017 15:20	366	374	368	179	126	0,703911	1,304920579
724	23/03/2017 15:30	375	374	367	181	120	0,662983	1,348832585
725	23/03/2017 15:40	369	373	369	181	125	0,690608	0,721387104
726	23/03/2017 15:50	375	365	371	190	133	0,7	1,567481648

727	23/03/2017 16:00	366	370	371	182	128	0,703297	0,826513223
728	23/03/2017 16:10	370	371	371	174	124	0,712644	0,179775535
729	23/03/2017 16:20	366	367	374	180	137	0,761111	1,368524398
730	23/03/2017 16:30	375	368	366	185	123	0,664865	1,480705781
731	23/03/2017 16:40	369	370	371	183	122	0,666667	0,312082841
732	23/03/2017 16:50	352	355	353	186	129	0,693548	0,499541264
733	23/03/2017 17:00	374	372	375	183	120	0,655738	0,471738834
734	23/03/2017 17:10	366	368	375	190	132	0,694737	1,480705781
735	23/03/2017 17:20	367	367	366	178	133	0,747191	0,181735837
736	23/03/2017 17:30	371	371	374	185	135	0,72973	0,538364858
737	23/03/2017 17:40	401	407	401	121	101	0,834711	0,995068256
738	23/03/2017 17:50	373	366	371	190	140	0,736842	1,123192525
739	23/03/2017 18:00	362	362	361	188	133	0,707447	0,184247164
740	23/03/2017 18:10	368	362	361	187	133	0,711123	1,205516894
741	23/03/2017 18:20	363	365	369	184	133	0,722826	0,966025937
742	23/03/2017 18:30	369	363	365	175	125	0,714286	0,966025937
743	23/03/2017 18:40	367	362	361	172	132	0,767442	1,023990768
744	23/03/2017 18:50	369	368	367	173	129	0,745665	0,313778961
745	23/03/2017 19:00	369	367	368	175	135	0,771429	0,313778961
746	23/03/2017 19:10	358	367	362	180	132	0,733333	1,438172417
747	23/03/2017 19:20	363	364	367	174	120	0,689655	0,659976022
748	23/03/2017 19:30	364	364	361	186	124	0,666667	0,550213589
749	23/03/2017 19:40	365	361	364	173	122	0,705202	0,660766791
750	23/03/2017 19:50	341	364	361	181	123	0,679558	4,027731106
751	23/03/2017 20:00	367	362	361	181	136	0,751381	1,023990768
752	23/03/2017 20:10	362	368	363	170	126	0,741176	1,021173508
753	23/03/2017 20:20	368	401	361	173	123	0,710983	6,65844967

754	23/03/2017 20:30	365	365	368	185	120	0,648649	0,547202816
755	23/03/2017 20:40	361	363	361	174	121	0,695402	0,369005894
756	23/03/2017 20:50	361	369	368	172	132	0,767442	1,370876921
757	23/03/2017 21:00	360	361	361	183	128	0,699454	0,184757781
758	23/03/2017 21:10	363	356	366	185	127	0,686486	1,634378083
759	23/03/2017 21:20	380	373	381	189	131	0,693122	1,327486048
760	23/03/2017 21:30	376	374	388	173	137	0,791908	2,31778071
761	23/03/2017 21:40	379	373	386	189	125	0,661376	1,982282941
762	23/03/2017 21:50	375	372	375	171	133	0,777778	0,534052035
763	23/03/2017 22:00	377	378	375	182	132	0,725275	0,467983912
764	23/03/2017 22:10	388	373	372	177	139	0,785311	2,759944664
765	23/03/2017 22:20	388	381	382	178	130	0,730337	1,142501801
766	23/03/2017 22:30	382	382	384	187	131	0,700535	0,348737692
767	23/03/2017 22:40	382	390	385	178	138	0,775281	1,211645721
768	23/03/2017 22:50	389	382	381	181	132	0,729282	1,314892465
769	23/03/2017 23:00	385	385	378	186	138	0,741935	1,215883496
770	23/03/2017 23:10	383	381	390	186	136	0,731183	1,422789817
771	23/03/2017 23:20	379	379	378	177	139	0,785311	0,175979121
772	23/03/2017 23:30	384	374	372	181	123	0,679558	1,979950868
773	23/03/2017 23:40	387	383	384	186	128	0,688172	0,625620441
774	23/03/2017 23:50	376	388	383	180	128	0,711111	1,818420126
775	24/03/2017 00:00	380	377	379	177	120	0,677966	0,465513666
776	24/03/2017 00:10	388	390	378	175	139	0,794286	1,918637609
777	24/03/2017 00:20	390	384	384	189	125	0,661376	1,039010438
778	24/03/2017 00:30	379	389	379	182	123	0,675824	1,751551214
779	24/03/2017 00:40	379	390	384	178	133	0,747191	1,656021649
780	24/03/2017 00:50	374	372	374	178	126	0,707865	0,356826247

781	24/03/2017 01:00	382	383	381	180	135	0,75	0,302279095
782	24/03/2017 01:10	372	372	376	183	131	0,715847	0,715579611
783	24/03/2017 01:20	380	387	376	175	127	0,725714	1,690897088
784	24/03/2017 01:30	380	382	383	170	122	0,717647	0,461856809
785	24/03/2017 01:40	386	373	377	171	135	0,789474	2,037104864
786	24/03/2017 01:50	384	384	375	184	131	0,711957	1,568794658
787	24/03/2017 02:00	383	385	380	189	138	0,730159	0,758925687
788	24/03/2017 02:10	389	372	387	184	136	0,73913	2,786182541
789	24/03/2017 02:20	373	389	376	185	121	0,654054	2,604261962
790	24/03/2017 02:30	372	374	373	189	126	0,666667	0,309572766
791	24/03/2017 02:40	387	372	376	180	131	0,727778	2,381360259
792	24/03/2017 02:50	374	376	380	176	120	0,681818	0,937776299
793	24/03/2017 03:00	385	381	383	172	130	0,755814	0,60298843
794	24/03/2017 03:10	317	359	321	184	103	0,559783	8,239991899
795	24/03/2017 03:20	376	378	374	180	132	0,733333	0,614214724
796	24/03/2017 03:30	388	390	385	174	122	0,701149	0,749142931
797	24/03/2017 03:40	375	382	387	179	137	0,765363	1,823184193
798	24/03/2017 03:50	388	382	374	177	120	0,677966	2,124583053
799	24/03/2017 04:00	388	377	382	178	128	0,719101	1,664692548
800	24/03/2017 04:10	376	379	383	178	121	0,679775	1,069789886
801	24/03/2017 04:20	374	382	385	181	129	0,712707	1,721430895
802	24/03/2017 04:30	388	383	384	185	120	0,648649	0,794870236
803	24/03/2017 04:40	384	377	390	189	133	0,703704	1,95732258
804	24/03/2017 04:50	383	389	380	172	133	0,773256	1,380696584
805	24/03/2017 05:00	382	380	373	172	129	0,75	1,438331418
806	24/03/2017 05:10	374	374	390	170	122	0,717647	2,832870973
807	24/03/2017 05:20	380	388	382	179	124	0,692737	1,257143347

808	24/03/2017 05:30	373	389	389	172	131	0,761628	2,761906103
809	24/03/2017 05:40	376	385	389	184	123	0,668478	1,999946053
810	24/03/2017 05:50	388	378	387	187	131	0,700535	1,648339086
811	24/03/2017 06:00	376	380	387	190	132	0,694737	1,690897088
812	24/03/2017 06:10	388	382	379	178	126	0,707865	1,384308972
813	24/03/2017 06:20	382	383	390	185	136	0,735135	1,311466088
814	24/03/2017 06:30	389	388	377	170	122	0,717647	1,989367791
815	24/03/2017 06:40	376	378	382	186	120	0,645161	0,932816581
816	24/03/2017 06:50	385	383	374	187	133	0,711123	1,770793525
817	24/03/2017 07:00	379	381	382	176	128	0,727273	0,46306936
818	24/03/2017 07:10	382	381	385	178	132	0,741573	0,628894197
819	24/03/2017 07:20	378	390	387	171	140	0,818713	1,866796767
820	24/03/2017 07:30	381	390	380	174	140	0,804598	1,664431808
821	24/03/2017 07:40	401	355	359	180	122	0,677778	8,096765057
822	24/03/2017 07:50	376	384	376	183	120	0,655738	1,41355225
823	24/03/2017 08:00	386	387	381	171	136	0,795322	0,962918558
824	24/03/2017 08:10	377	376	387	177	125	0,706215	1,856966628
825	24/03/2017 08:20	367	374	366	184	140	0,76087	1,368524398
826	24/03/2017 08:30	369	375	374	173	124	0,716763	0,993858872
827	24/03/2017 08:40	372	370	374	186	129	0,693548	0,620819452
828	24/03/2017 08:50	372	370	369	176	133	0,755682	0,476594735
829	24/03/2017 09:00	367	365	375	190	136	0,715789	1,661858633
830	24/03/2017 09:10	372	374	366	183	125	0,68306	1,293931583
831	24/03/2017 09:20	365	375	366	180	135	0,75	1,7324533
832	24/03/2017 09:30	365	366	369	188	136	0,723404	0,656371592
833	24/03/2017 09:40	366	367	370	187	124	0,663102	0,654584102
834	24/03/2017 09:50	373	370	366	170	135	0,794118	1,096316009

835	24/03/2017 10:00	365	367	374	186	124	0,666667	1,484734965
836	24/03/2017 10:10	371	365	368	179	138	0,77095	0,941376279
837	24/03/2017 10:20	372	366	372	187	135	0,721925	1,078221575
838	24/03/2017 10:30	368	370	366	188	136	0,723404	0,627567771
839	24/03/2017 10:40	365	368	374	172	136	0,790698	1,436942855
840	24/03/2017 10:50	373	369	367	186	138	0,741935	0,955558542
841	24/03/2017 11:00	366	366	367	189	121	0,640212	0,182066719
842	24/03/2017 11:10	371	374	365	177	138	0,779661	1,427526343
843	24/03/2017 11:20	369	366	366	172	125	0,726744	0,545709727
844	24/03/2017 11:30	368	375	368	185	133	0,718919	1,264197462
845	24/03/2017 11:40	368	404	371	181	122	0,674033	6,155170742
846	24/03/2017 11:50	372	365	366	185	135	0,72973	1,192363808
847	24/03/2017 12:00	373	373	371	172	131	0,761628	0,357783752
848	24/03/2017 12:10	373	368	366	177	137	0,774011	1,130466094
849	24/03/2017 12:20	373	365	372	175	123	0,702857	1,356101492
850	24/03/2017 12:30	374	370	365	190	140	0,736842	1,407721492
851	24/03/2017 12:40	374	370	367	173	128	0,739884	1,095809036
852	24/03/2017 12:50	369	369	368	171	131	0,766082	0,180750371
853	24/03/2017 13:00	369	373	371	173	133	0,768786	0,622492889
854	24/03/2017 13:10	371	366	369	179	135	0,75419	0,787728286
855	24/03/2017 13:20	373	372	365	170	140	0,823529	1,356101492
856	24/03/2017 13:30	366	373	368	174	123	0,706897	1,130466094
857	24/03/2017 13:40	375	374	371	186	134	0,72043	0,643088221
858	24/03/2017 13:50	368	372	371	179	138	0,77095	0,64829166
859	24/03/2017 14:00	366	369	369	179	130	0,726257	0,542747812
860	24/03/2017 14:10	371	371	365	180	132	0,733333	1,081135982
861	24/03/2017 14:20	367	372	374	190	139	0,731579	1,120170321

862	24/03/2017 14:30	369	367	373	172	123	0,715116	0,955558542
863	24/03/2017 14:40	370	373	373	183	127	0,693989	0,5369195
864	24/03/2017 14:50	371	401	399	172	137	0,796512	4,907064508
865	24/03/2017 15:00	369	366	371	173	140	0,809249	0,787728286
866	24/03/2017 15:10	367	373	366	183	131	0,715847	1,189120264
867	24/03/2017 15:20	365	369	367	182	133	0,730769	0,629277837
868	24/03/2017 15:30	370	371	369	186	135	0,725806	0,312082841
869	24/03/2017 15:40	373	367	401	188	137	0,728723	5,585336088
870	24/03/2017 15:50	374	375	372	185	140	0,756757	0,471738834
871	24/03/2017 16:00	371	374	368	175	123	0,702857	0,933763364
872	24/03/2017 16:10	369	368	366	181	138	0,762431	0,479432395
873	24/03/2017 16:20	375	367	375	178	134	0,752809	1,427423127
874	24/03/2017 16:30	365	375	371	173	129	0,745665	1,567481648
875	24/03/2017 16:40	368	374	373	177	122	0,689266	0,996527228
876	24/03/2017 16:50	373	370	373	188	130	0,691489	0,5369195
877	24/03/2017 17:00	365	349	359	172	125	0,726744	2,603332072
878	24/03/2017 17:10	373	371	372	176	131	0,744318	0,310404959
879	24/03/2017 17:20	370	369	368	187	122	0,652406	0,312928603
880	24/03/2017 17:30	373	366	375	188	136	0,723404	1,465371066
881	24/03/2017 17:40	375	371	369	189	134	0,708995	0,950409455
882	24/03/2017 17:50	371	365	367	179	124	0,692737	0,960763729
883	24/03/2017 18:00	364	367	366	170	130	0,764706	0,482052988
884	24/03/2017 18:10	364	363	366	177	121	0,683616	0,484448822
885	24/03/2017 18:20	362	363	362	190	122	0,642105	0,184077586
886	24/03/2017 18:30	362	364	360	189	135	0,714286	0,637969893
887	24/03/2017 18:40	369	361	368	170	120	0,705882	1,370876921
888	24/03/2017 18:50	364	362	368	184	130	0,706522	0,968678718



889	24/03/2017 19:00	365	368	361	189	134	0,708995	1,111339493
890	24/03/2017 19:10	364	364	360	182	136	0,747253	0,73396217
891	24/03/2017 19:20	367	363	365	190	130	0,684211	0,632726081
892	24/03/2017 19:30	361	361	364	189	128	0,677249	0,553257781
893	24/03/2017 19:40	366	362	361	171	131	0,766082	0,843132771
894	24/03/2017 19:50	402	362	364	188	120	0,638298	7,058612044
895	24/03/2017 20:00	360	364	366	179	120	0,670391	0,969692912
896	24/03/2017 20:10	362	369	367	184	122	0,663043	1,135446208
897	24/03/2017 20:20	368	367	365	178	124	0,696629	0,48073912
898	24/03/2017 20:30	367	365	363	173	124	0,716763	0,632726081
899	24/03/2017 20:40	365	361	366	183	128	0,699454	0,837847142
900	24/03/2017 20:50	364	369	368	187	135	0,721925	0,831009793
901	24/03/2017 21:00	368	364	363	188	130	0,691489	0,83850441
902	24/03/2017 21:10	362	361	369	178	130	0,730337	1,387387438
903	24/03/2017 21:20	373	383	385	172	135	0,784884	1,943759855
904	24/03/2017 21:30	388	383	388	185	133	0,718919	0,860983429
905	24/03/2017 21:40	378	378	376	180	125	0,694444	0,353046934
906	24/03/2017 21:50	386	376	386	179	138	0,77095	1,734831245
907	24/03/2017 22:00	380	376	388	179	130	0,726257	1,855131363
908	24/03/2017 22:10	384	386	389	185	138	0,745946	0,752683465
909	24/03/2017 22:20	380	388	381	181	129	0,712707	1,318336795
910	24/03/2017 22:30	390	386	372	174	130	0,747126	2,836878508
911	24/03/2017 22:40	384	386	378	176	135	0,767045	1,253444123
912	24/03/2017 22:50	381	387	375	178	131	0,735955	1,818745647
913	24/03/2017 23:00	378	380	378	176	125	0,710227	0,352424827
914	24/03/2017 23:10	381	376	378	177	122	0,689266	0,768610549
915	24/03/2017 23:20	394	402	401	182	128	0,703297	1,25781507

916	24/03/2017 23:30	383	377	384	172	129	0,75	1,143450786
917	24/03/2017 23:40	379	383	374	185	124	0,67027	1,374278538
918	24/03/2017 23:50	383	379	386	173	140	0,809249	1,059091462
919	25/03/2017 00:00	385	376	385	171	130	0,760234	1,564703064
920	25/03/2017 00:10	381	386	381	182	121	0,664835	0,873010503
921	25/03/2017 00:20	378	378	381	181	135	0,745856	0,528408062
922	25/03/2017 00:30	387	385	385	171	123	0,719298	0,346022578
923	25/03/2017 00:40	380	387	372	188	135	0,718085	2,281833982
924	25/03/2017 00:50	390	374	387	184	132	0,717391	2,546386283
925	25/03/2017 01:00	379	374	375	186	123	0,66129	0,813930137
926	25/03/2017 01:10	373	381	380	178	131	0,735955	1,327486048
927	25/03/2017 01:20	373	389	383	177	138	0,779661	2,439942441
928	25/03/2017 01:30	377	375	373	179	131	0,731844	0,615852696
929	25/03/2017 01:40	385	379	372	171	138	0,807018	1,98316118
930	25/03/2017 01:50	377	376	387	173	132	0,763006	1,856966628
931	25/03/2017 02:00	357	355	358	189	140	0,740741	0,494209122
932	25/03/2017 02:10	372	380	384	182	135	0,741758	1,858852907
933	25/03/2017 02:20	386	378	372	177	127	0,717514	2,145144112
934	25/03/2017 02:30	384	379	381	177	124	0,700565	0,762559522
935	25/03/2017 02:40	374	380	377	173	138	0,797688	0,918901064
936	25/03/2017 02:50	379	386	382	181	124	0,685083	1,061389277
937	25/03/2017 03:00	377	378	381	180	130	0,722222	0,635545584
938	25/03/2017 03:10	378	382	388	186	125	0,672043	1,520915818
939	25/03/2017 03:20	389	382	398	170	127	0,747059	2,380553187
940	25/03/2017 03:30	375	390	380	186	134	0,72043	2,318561567
941	25/03/2017 03:40	325	356	349	185	130	0,702703	5,416507438
942	25/03/2017 03:50	383	379	373	189	132	0,698413	1,534371466

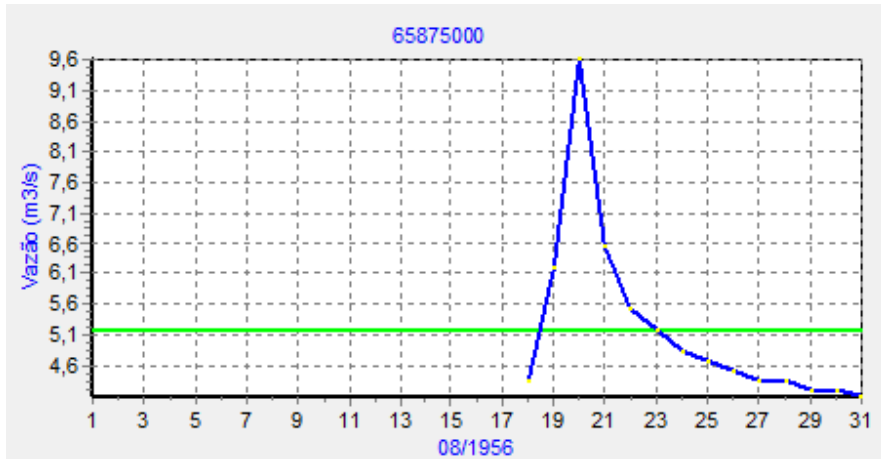
943	25/03/2017 04:00	379	387	389	181	123	0,679558	1,581939526
944	25/03/2017 04:10	376	378	388	181	132	0,729282	1,959047401
945	25/03/2017 04:20	383	375	384	178	137	0,769663	1,491148654
946	25/03/2017 04:30	382	373	329	189	127	0,671958	8,915299743
947	25/03/2017 04:40	378	380	385	181	135	0,745856	1,094791767
948	25/03/2017 04:50	376	376	374	171	127	0,74269	0,35492653
949	25/03/2017 05:00	389	382	388	173	125	0,722543	1,128688836
950	25/03/2017 05:10	387	378	383	170	140	0,823529	1,359919771
951	25/03/2017 05:20	388	384	384	176	127	0,721591	0,693255543
952	25/03/2017 05:30	372	376	387	181	121	0,668508	2,381360259
953	25/03/2017 05:40	378	379	385	178	137	0,769663	1,151530742
954	25/03/2017 05:50	383	380	389	173	123	0,710983	1,380696584
955	25/03/2017 06:00	377	381	380	188	129	0,68617	0,632927978
956	25/03/2017 06:10	390	375	389	174	134	0,770115	2,502660821
957	25/03/2017 06:20	379	388	376	175	132	0,754286	1,899719618
958	25/03/2017 06:30	376	387	377	178	140	0,786517	1,856966628
959	25/03/2017 06:40	384	372	389	183	139	0,759563	2,632957771
960	25/03/2017 06:50	377	383	388	185	140	0,756757	1,661076083
961	25/03/2017 07:00	390	380	386	182	136	0,747253	1,506526805
962	25/03/2017 07:10	380	389	373	185	122	0,659459	2,436944488
963	25/03/2017 07:20	388	378	376	189	126	0,666667	1,959047401
964	25/03/2017 07:30	378	377	372	176	127	0,721591	0,985938865
965	25/03/2017 07:40	385	390	387	172	138	0,802326	0,750738872
966	25/03/2017 07:50	384	373	373	179	140	0,782123	1,95675696
967	25/03/2017 08:00	357	351	359	173	137	0,791908	1,348374138
968	25/03/2017 08:10	377	374	381	181	129	0,712707	1,075464566
969	25/03/2017 08:20	377	379	378	181	131	0,723757	0,305477847

970	25/03/2017 08:30	374	376	389	171	137	0,80117	2,492132969
971	25/03/2017 08:40	375	378	377	180	125	0,694444	0,467983912
972	25/03/2017 08:50	373	377	386	184	138	0,75	2,037104864
973	25/03/2017 09:00	390	378	373	170	128	0,752941	2,664863591
974	25/03/2017 09:10	373	386	372	174	137	0,787356	2,406924656
975	25/03/2017 09:20	374	373	387	184	120	0,652174	2,400516296
976	25/03/2017 09:30	374	377	381	181	123	0,679558	1,075464566
977	25/03/2017 09:40	375	389	388	171	131	0,766082	2,335663206
978	25/03/2017 09:50	388	381	389	176	120	0,681818	1,300053379
979	25/03/2017 10:00	380	389	389	176	126	0,715909	1,548547934
980	25/03/2017 10:10	390	380	373	180	140	0,777778	2,595394154
981	25/03/2017 10:20	389	381	380	180	123	0,683333	1,491347375
982	25/03/2017 10:30	382	373	372	173	140	0,809249	1,700030914
983	25/03/2017 10:40	377	385	382	184	140	0,76087	1,222311099
984	25/03/2017 10:50	376	379	380	175	138	0,788571	0,634598997
985	25/03/2017 11:00	378	385	387	171	127	0,74269	1,419620447
986	25/03/2017 11:10	380	382	380	181	123	0,679558	0,350571565
987	25/03/2017 11:20	377	376	376	186	129	0,693548	0,177226651
988	25/03/2017 11:30	372	390	375	187	128	0,684492	2,958717922
989	25/03/2017 11:40	389	381	382	186	127	0,682796	1,314892465
990	25/03/2017 11:50	374	388	389	170	122	0,717647	2,509147084
991	25/03/2017 12:00	379	373	379	185	128	0,691892	1,058252554
992	25/03/2017 12:10	382	377	380	174	125	0,718391	0,764918952
993	25/03/2017 12:20	389	375	378	182	123	0,675824	2,246721072
994	25/03/2017 12:30	373	379	387	181	129	0,712707	2,139483919
995	25/03/2017 12:40	382	380	384	173	120	0,693642	0,604566995
996	25/03/2017 12:50	389	387	374	188	134	0,712766	2,440036533

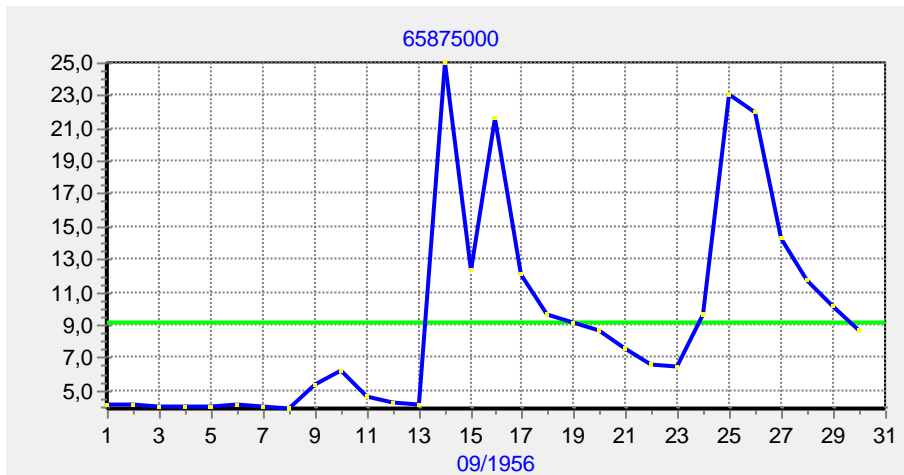
997	25/03/2017 13:00	376	382	388	187	125	0,668449	1,813982865
998	25/03/2017 13:10	390	378	376	185	139	0,751351	2,305553927
999	25/03/2017 13:20	376	380	377	178	122	0,685393	0,637230473
1000	25/03/2017 13:30	377	386	373	181	128	0,707182	2,037104864
1001	25/03/2017 13:40	385	375	387	186	130	0,698925	1,933632408
1002	25/03/2017 13:50	388	379	381	183	125	0,68306	1,430248778
1003	25/03/2017 14:00	380	376	380	175	128	0,731429	0,703002829
1004	25/03/2017 14:10	378	374	382	174	128	0,735632	1,222002274
1005	25/03/2017 14:20	387	375	385	174	135	0,775862	1,933632408
1006	25/03/2017 14:30	356	388	376	175	124	0,708571	4,980380349
1007	25/03/2017 14:40	378	378	385	175	132	0,754286	1,230851456
1008	25/03/2017 14:50	377	388	390	190	127	0,668421	2,089896636

# ANEXOS

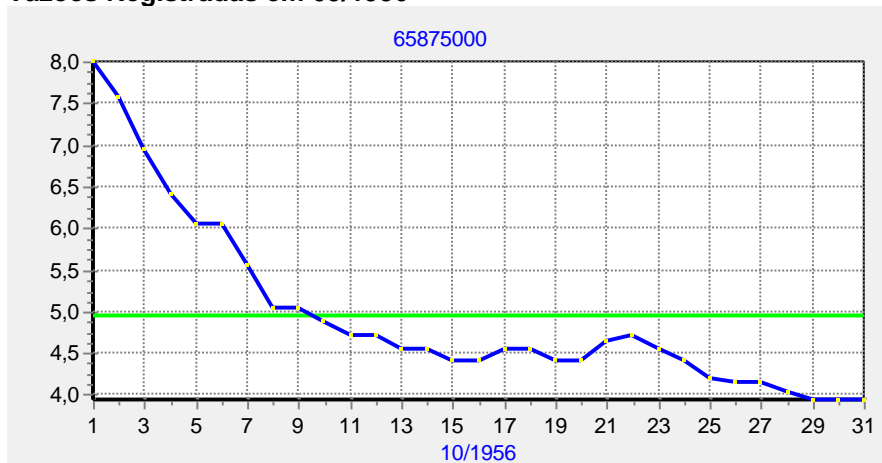
## ANEXO A – VAZÕES REGISTRADAS



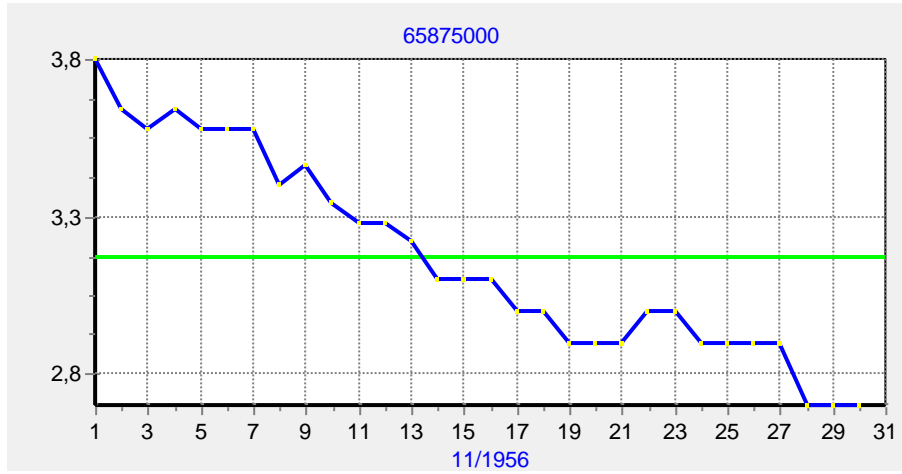
Vazões Registradas em 08/1956



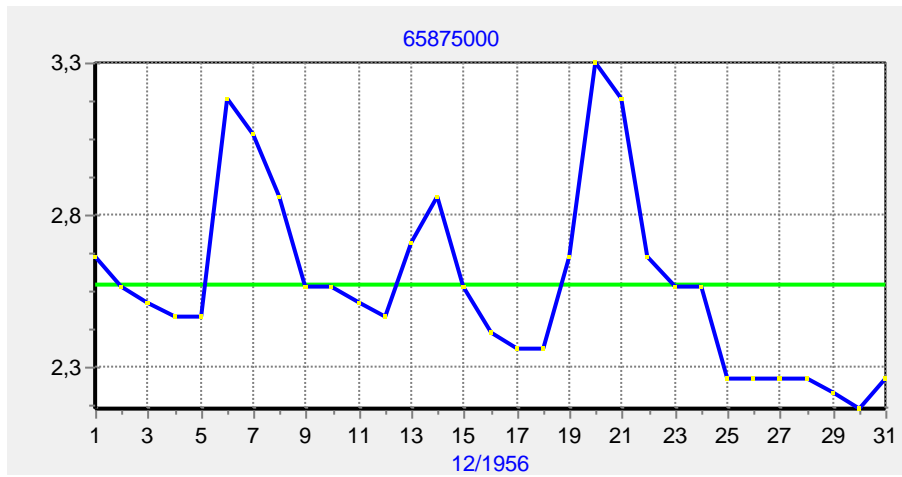
Vazões Registradas em 09/1956



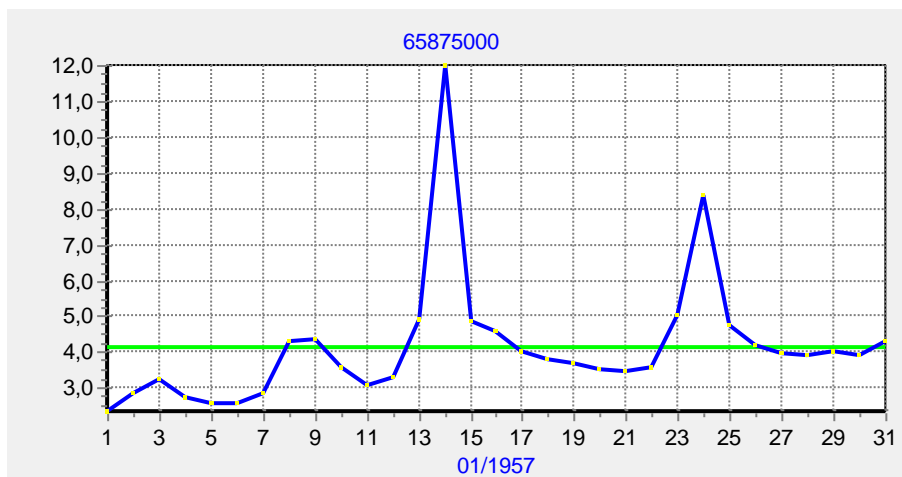
Vazões Registradas em 10/1956



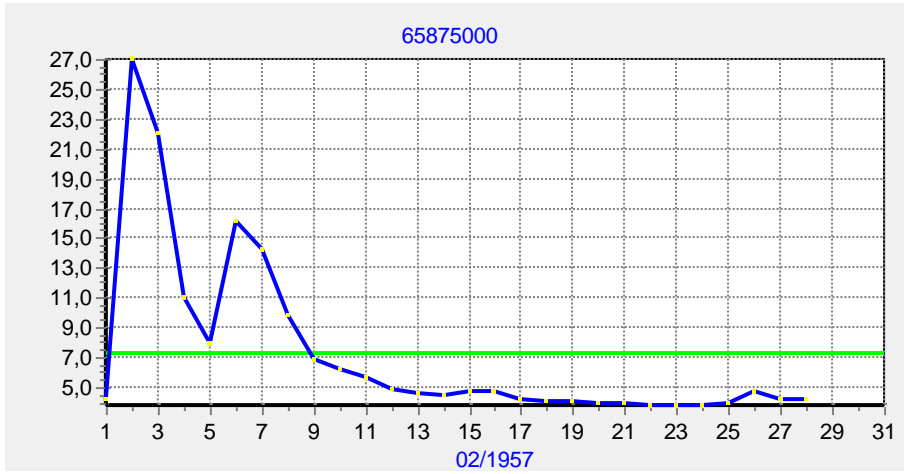
Vazões Registradas em 11/1956



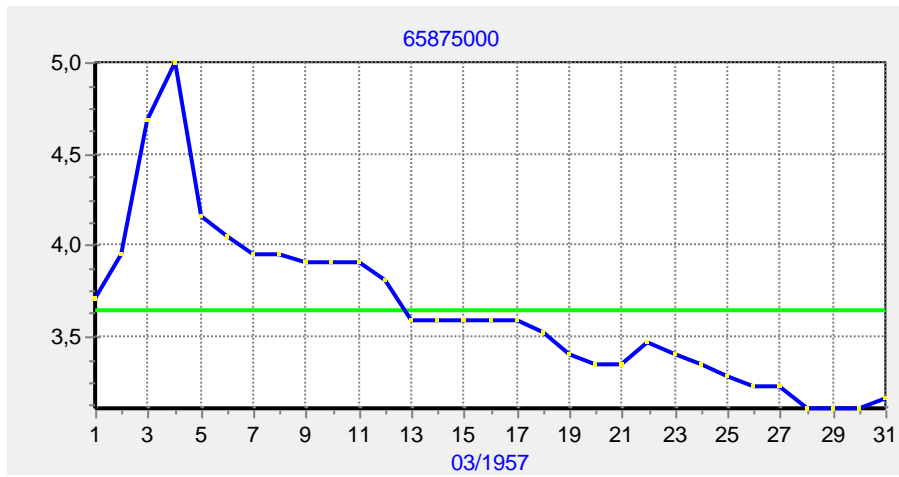
Vazões Registradas em 12/1956



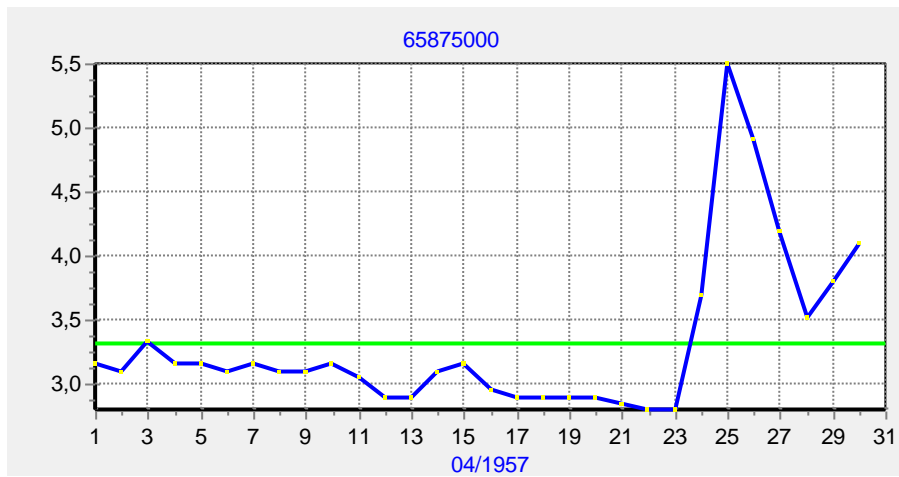
Vazões Registradas em 01/1957



Vazões Registradas em 02/1957

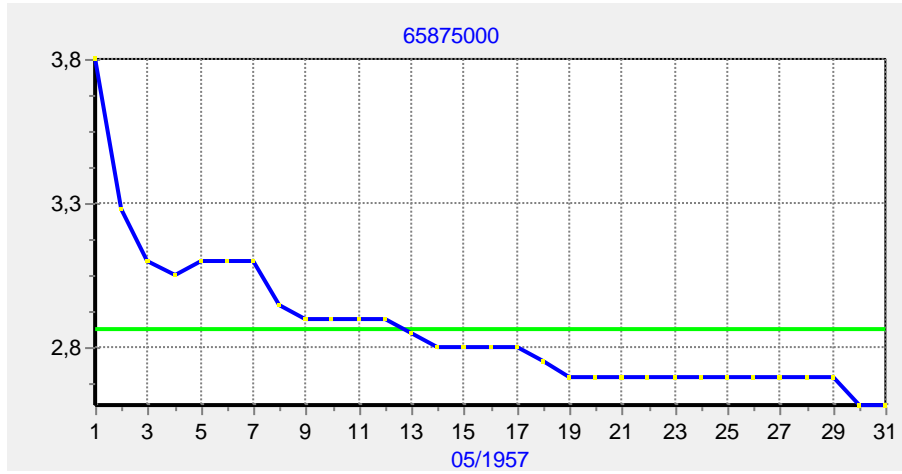


Vazões Registradas em 03/1957

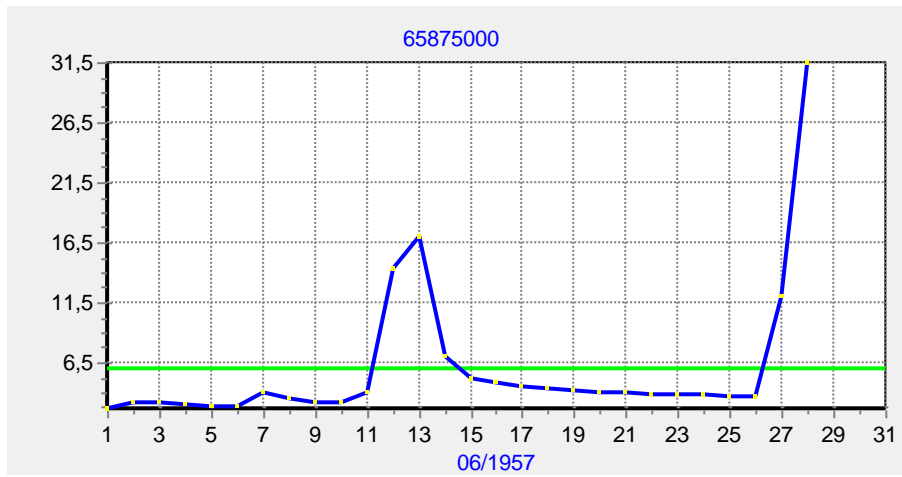


Vazões Registradas em 04/1957

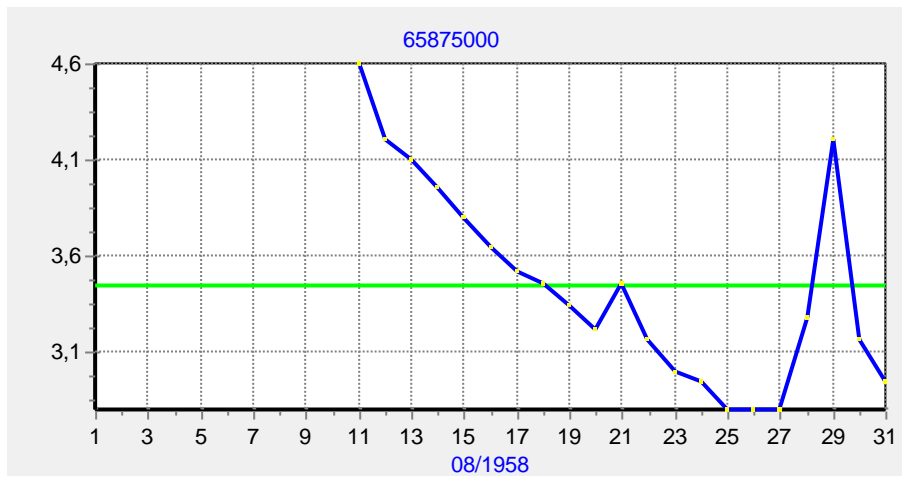




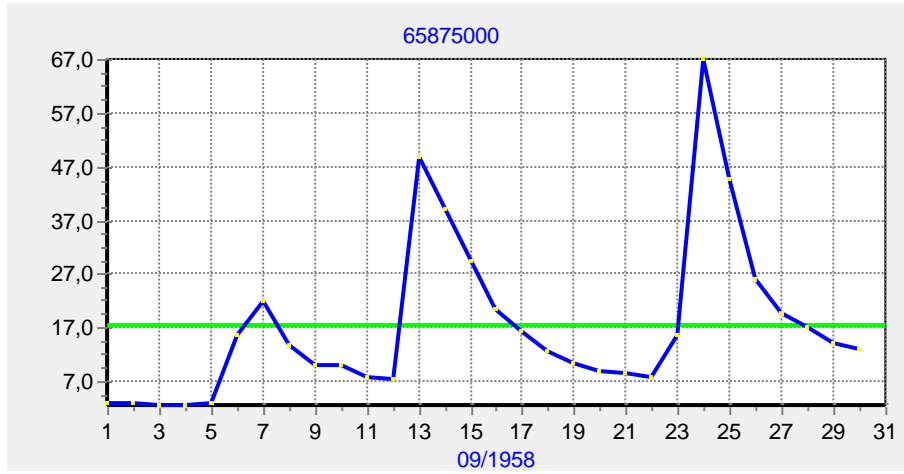
Vazões Registradas em 05/1957



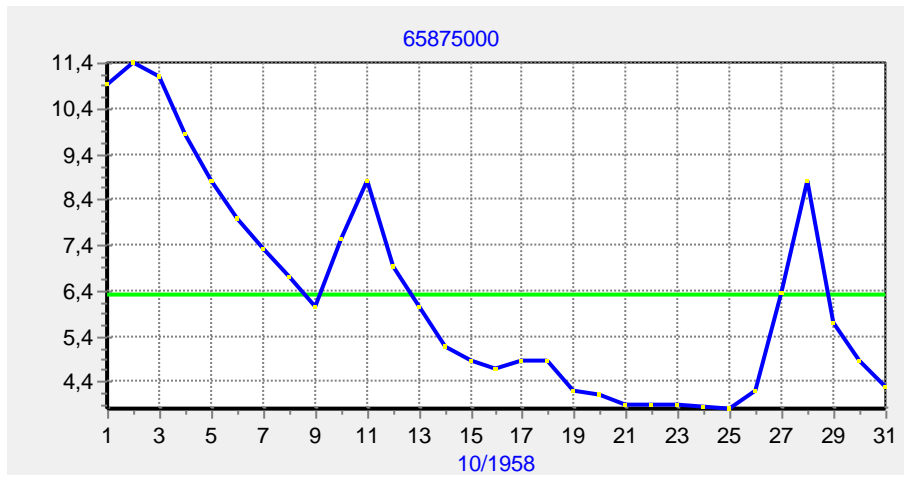
Vazões Registradas em 06/1957



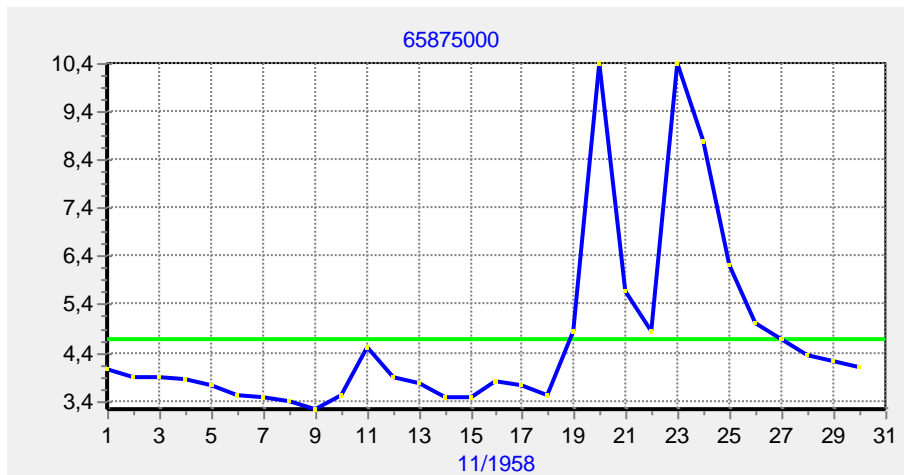
Vazões Registradas em 08/1958



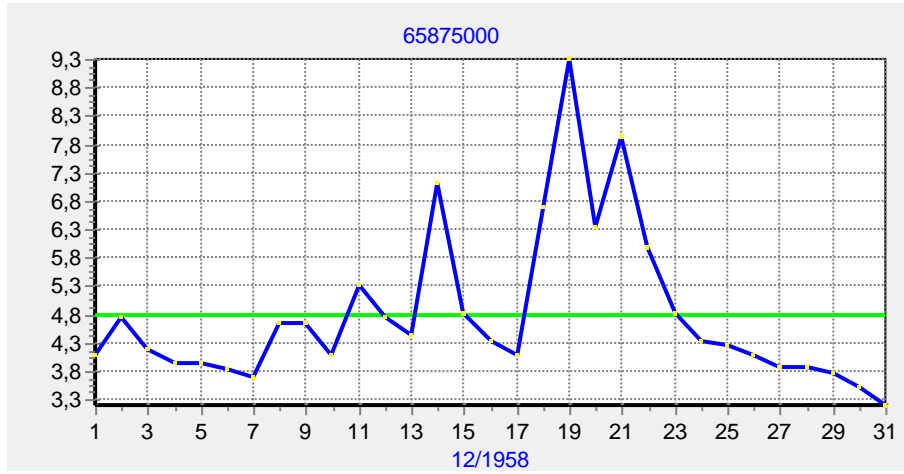
Vazões Registradas em 09/1958



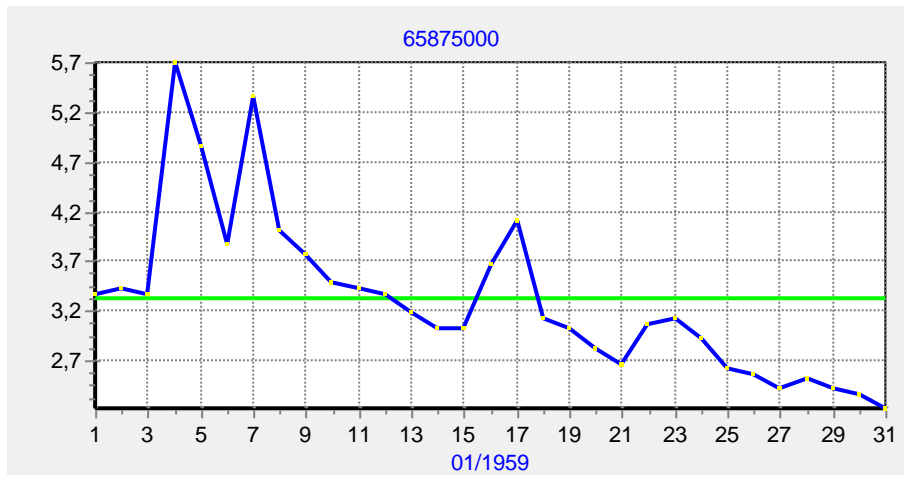
Vazões Registradas em 10/1958



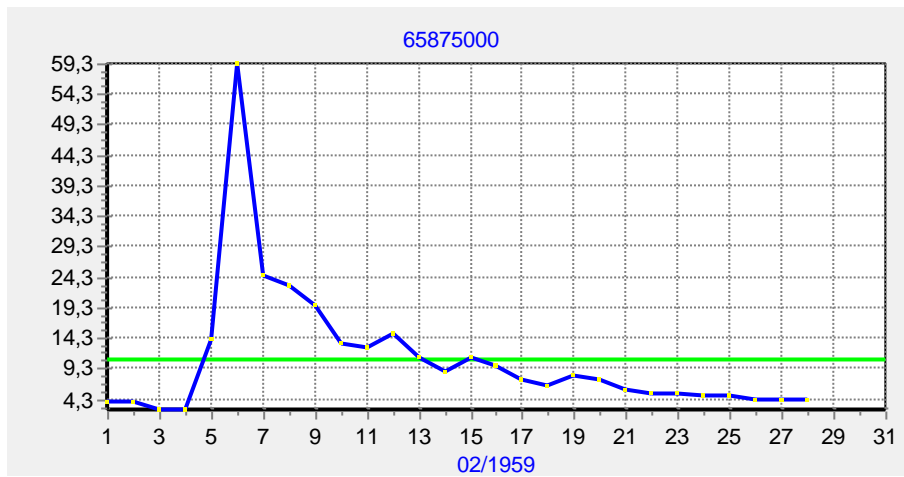
Vazões Registradas em 11/1958



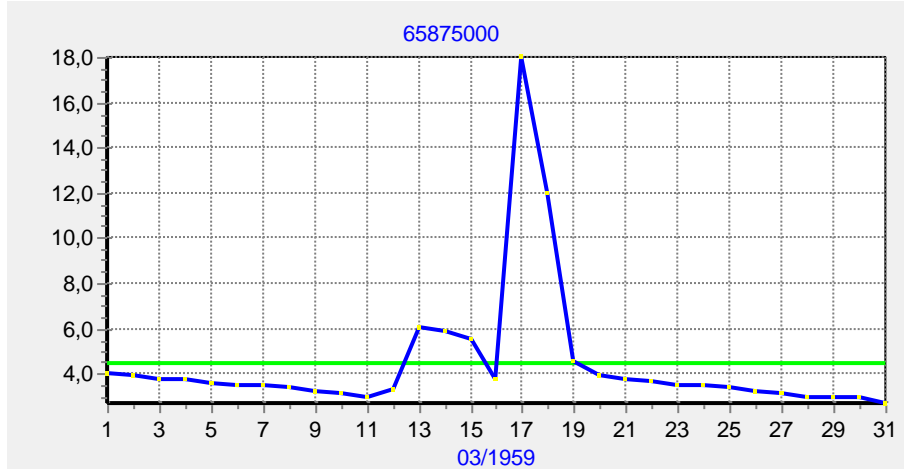
Vazões Registradas em 12/1958



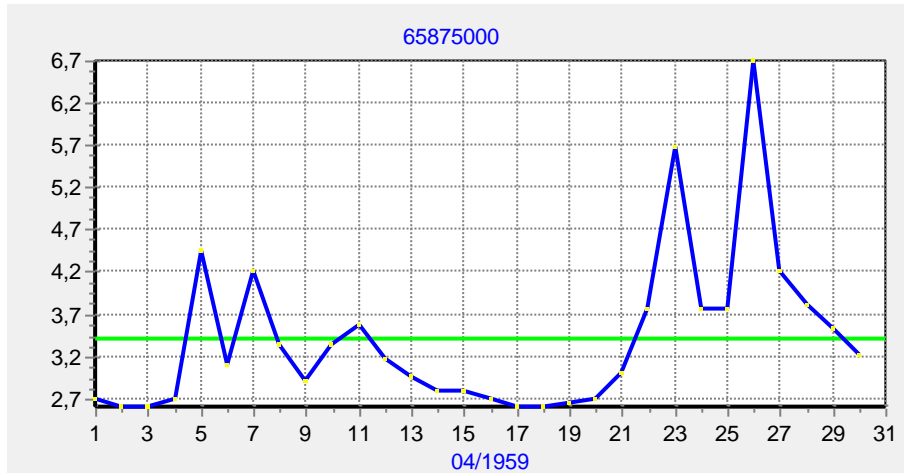
Vazões Registradas em 01/1959



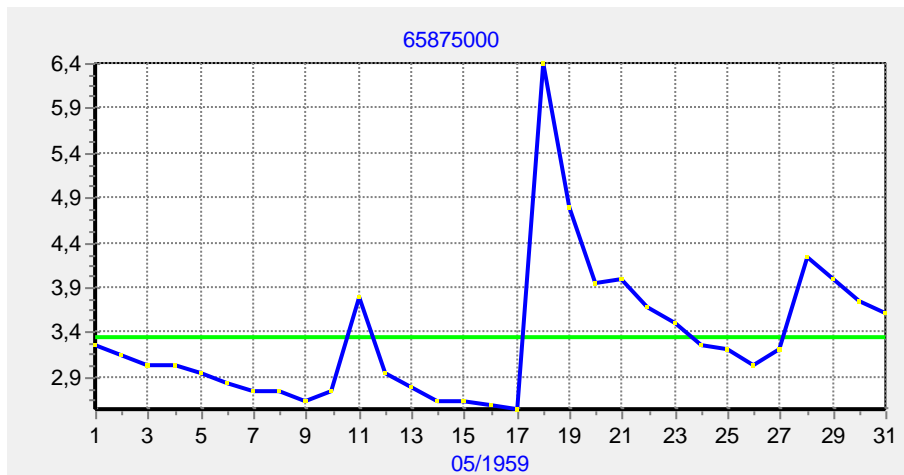
Vazões Registradas em 02/1959



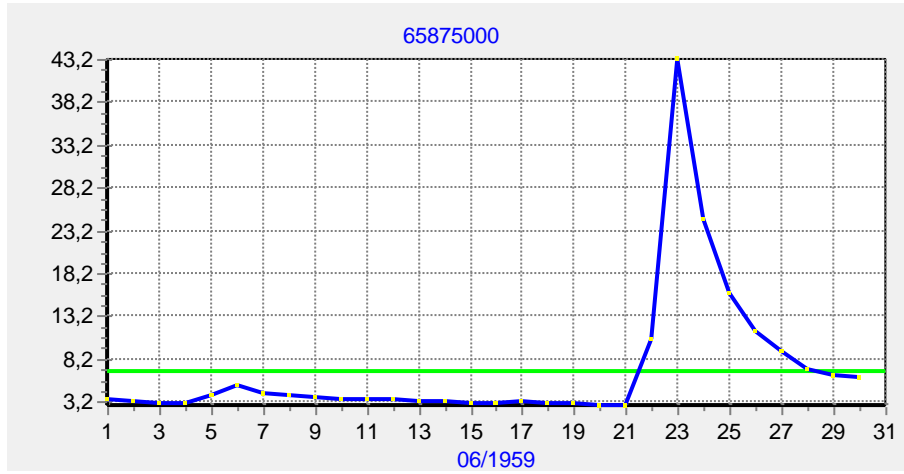
Vazões Registradas em 03/1959



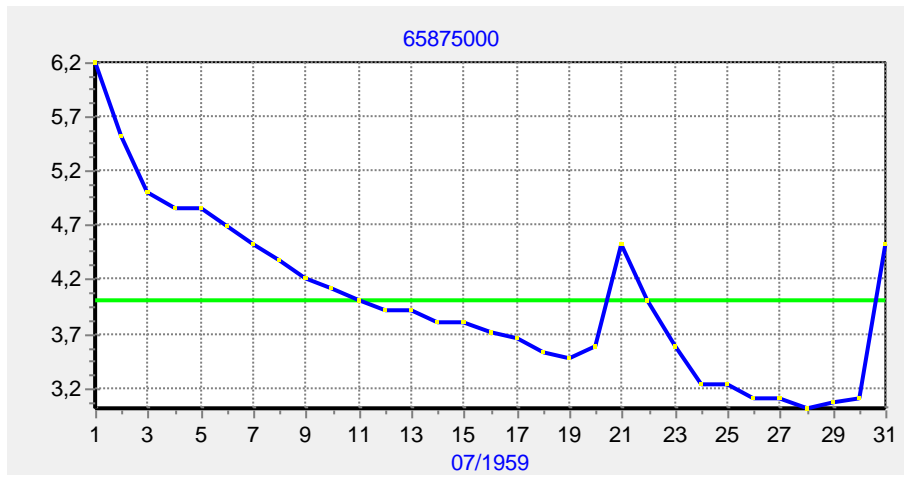
Vazões Registradas em 04/1959



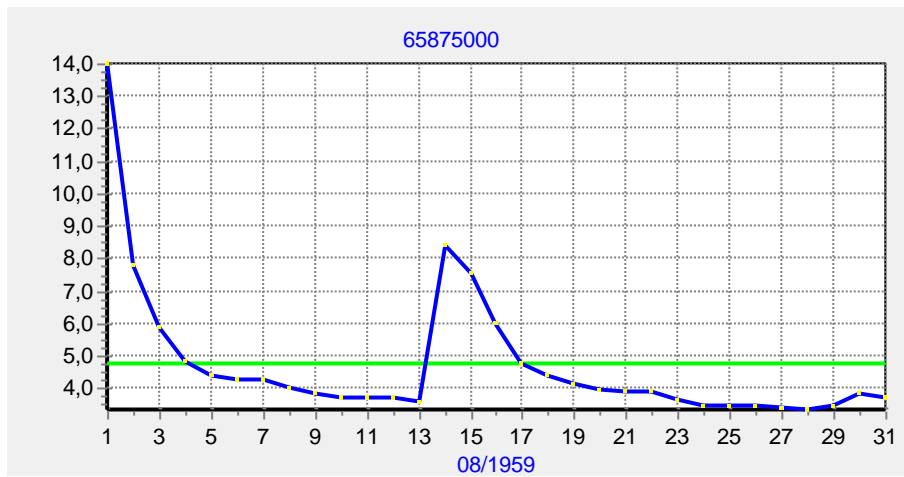
Vazões Registradas em 05/1959



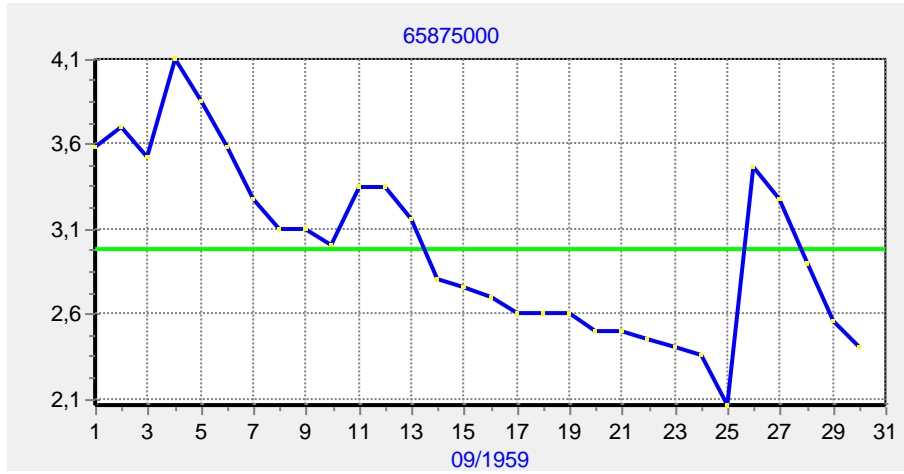
Vazões Registradas em 06/1959



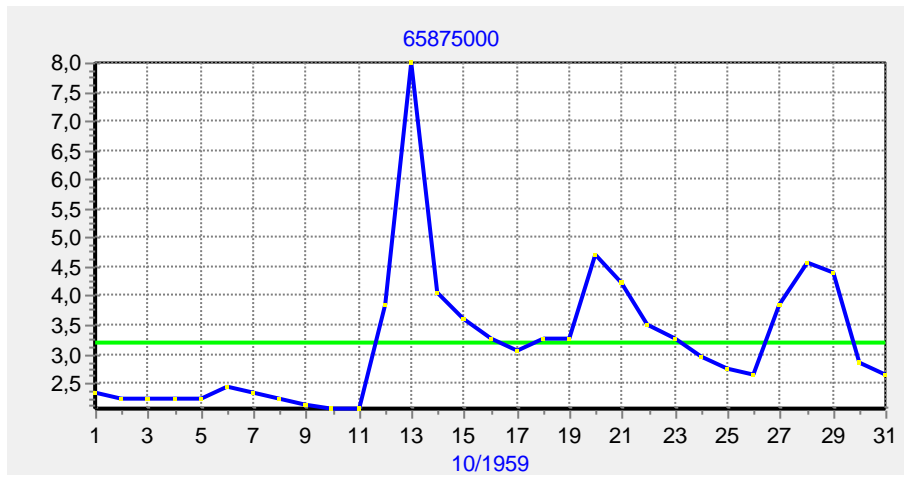
Vazões Registradas em 07/1959



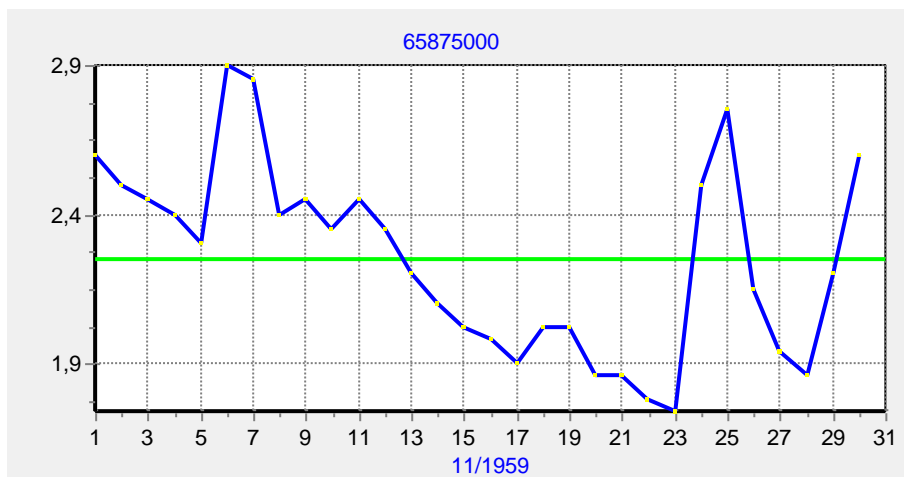
Vazões Registradas em 08/1959



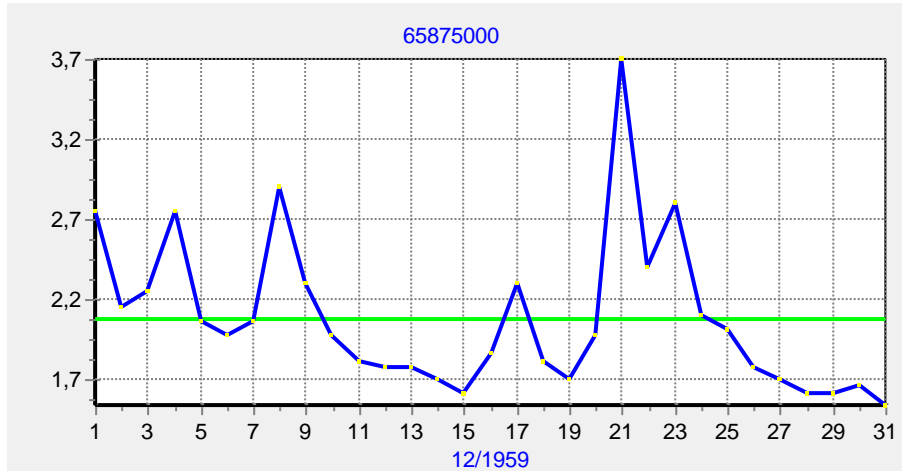
Vazões Registradas em 09/1959



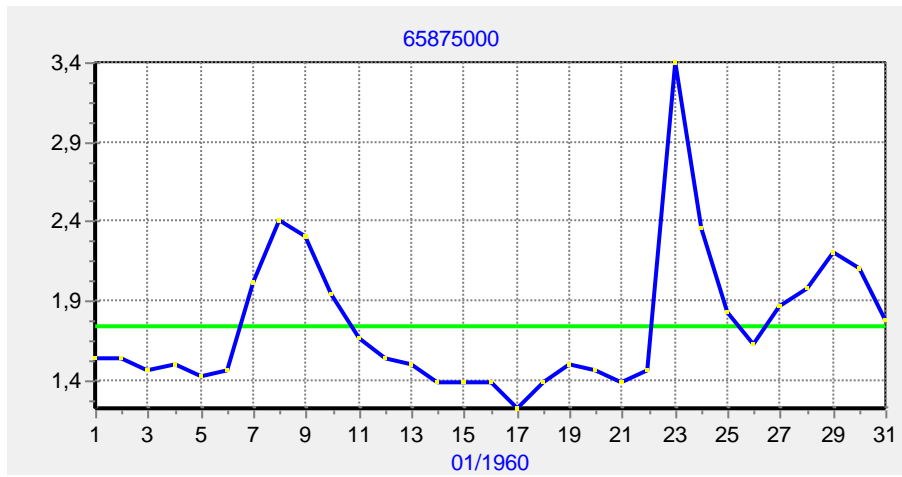
Vazões Registradas em 10/1959



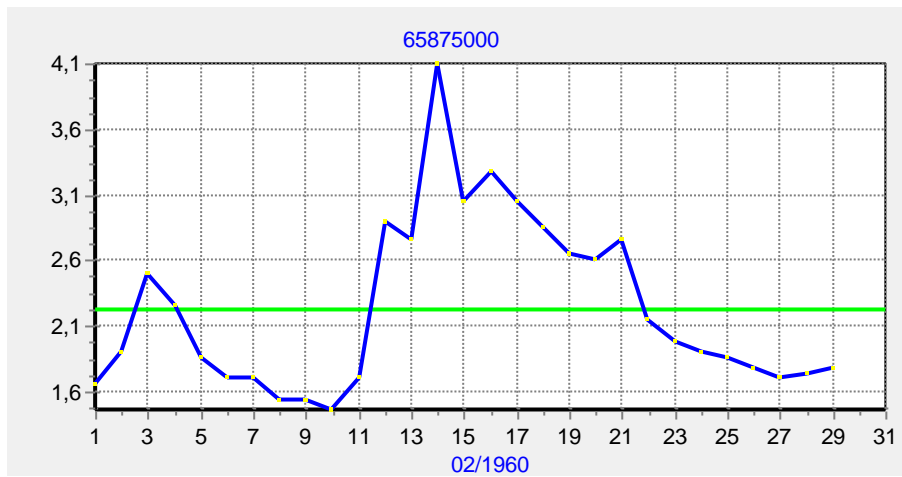
Vazões Registradas em 11/1959



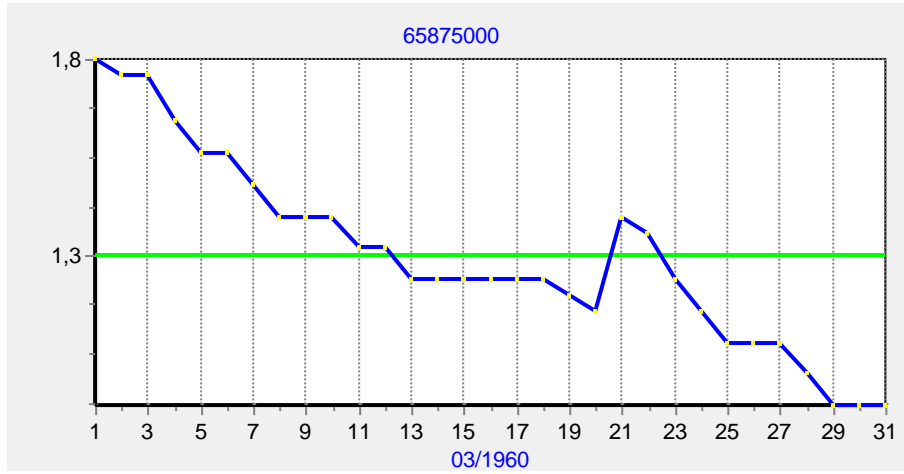
Vazões Registradas em 12/1959



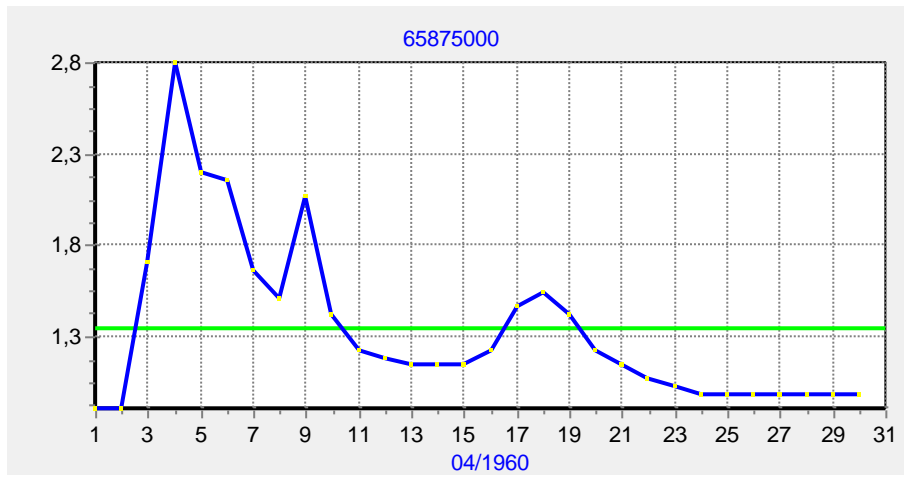
Vazões Registradas em 01/1960



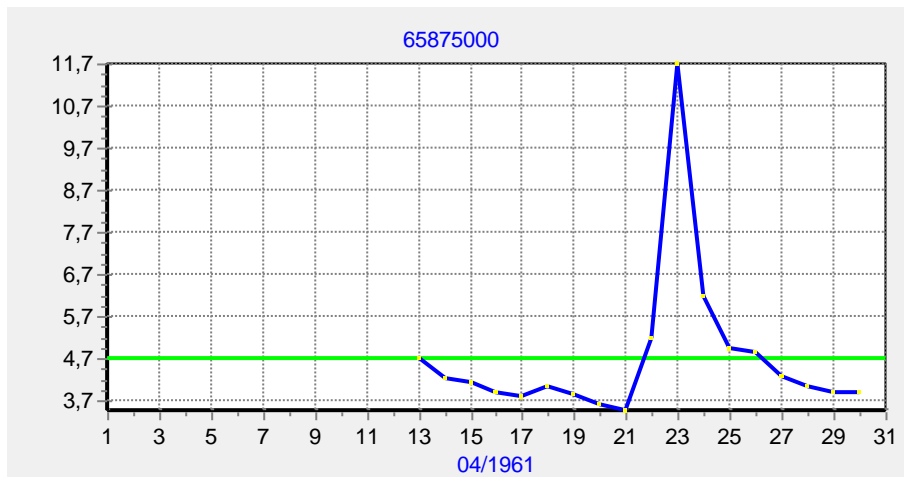
Vazões Registradas em 02/1960



Vazões Registradas em 03/1960

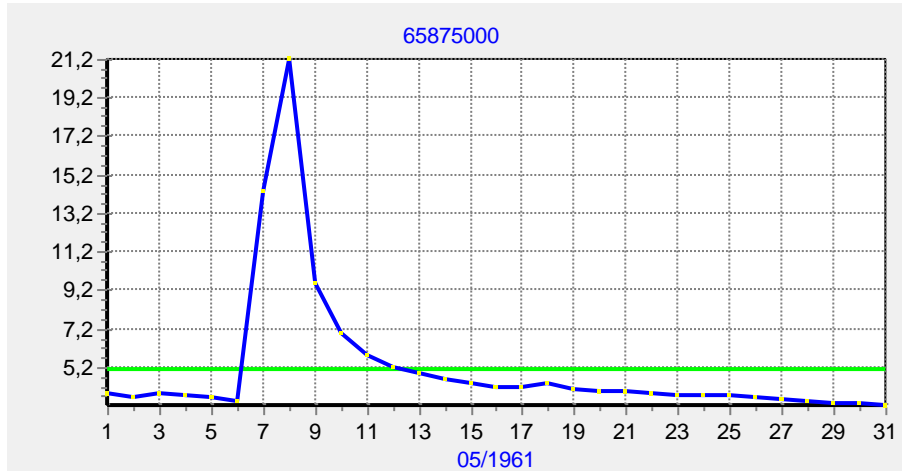


Vazões Registradas em 04/1960

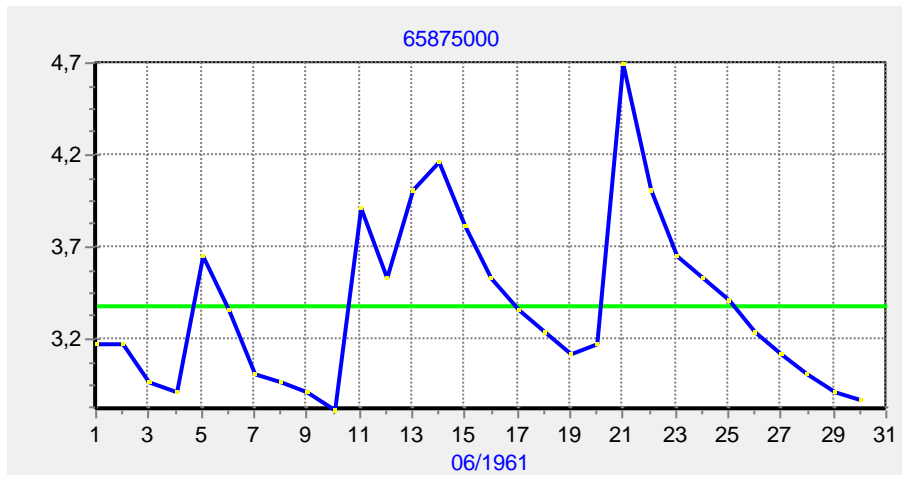


Vazões Registradas em 04/1961

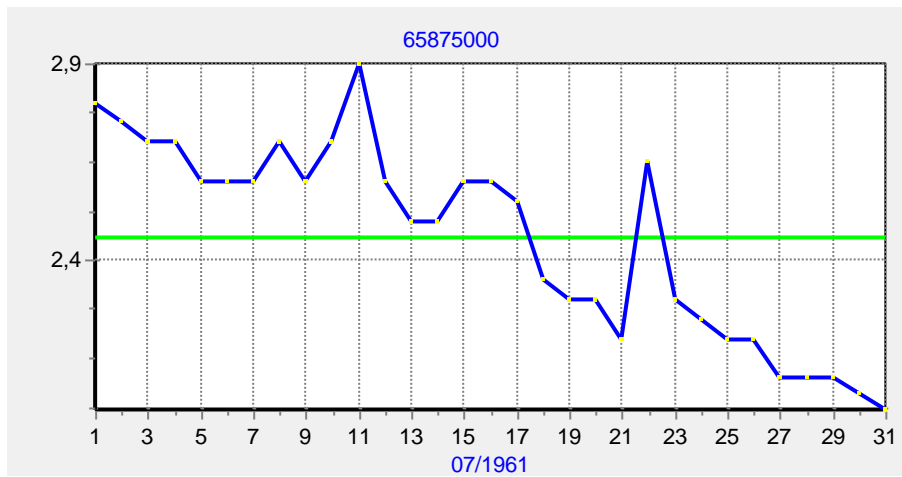




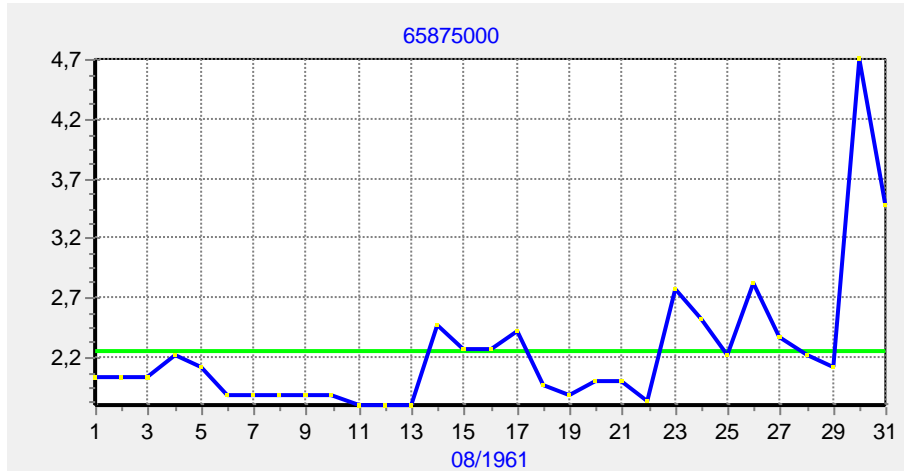
Vazões Registradas em 05/1961



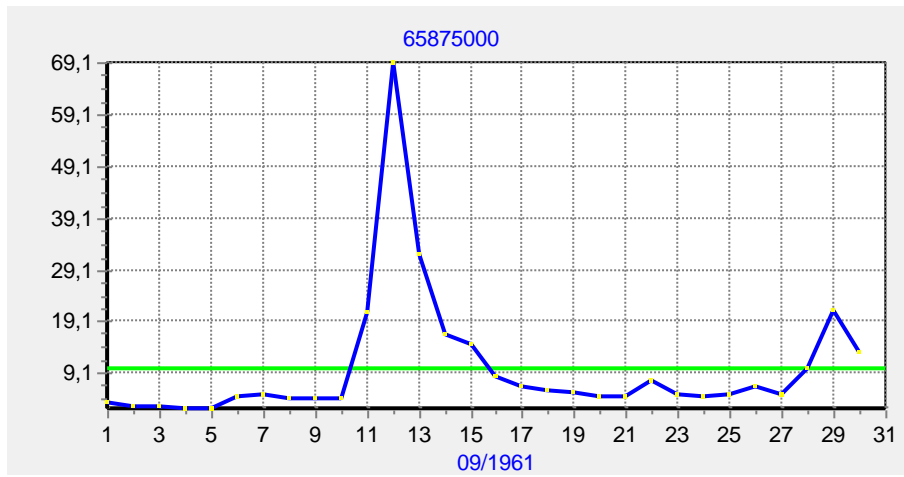
Vazões Registradas em 06/1961



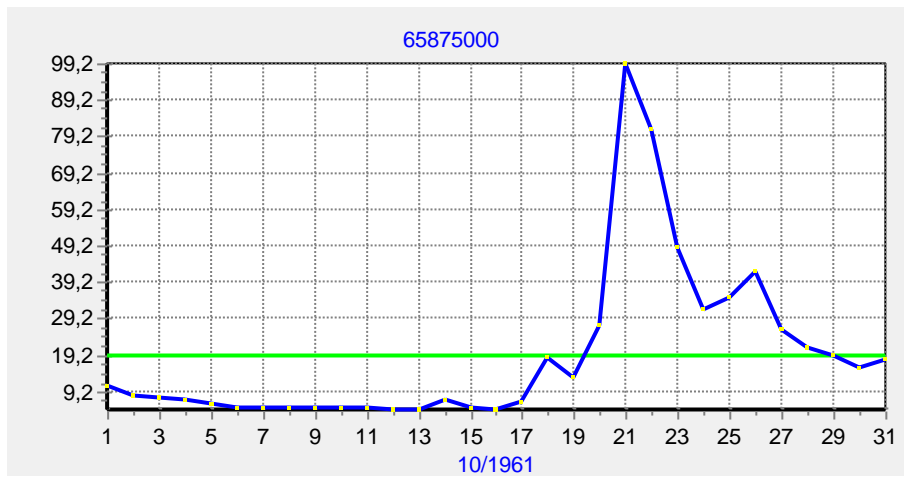
Vazões Registradas em 07/1961



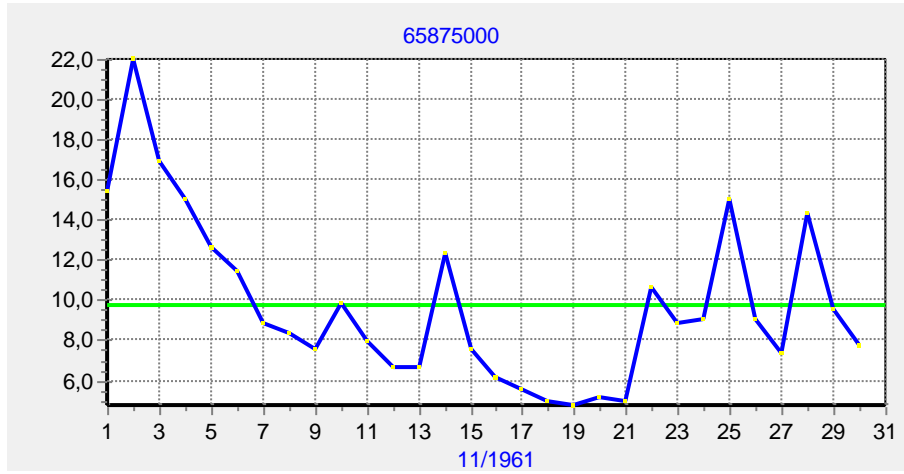
Vazões Registradas em 08/1961



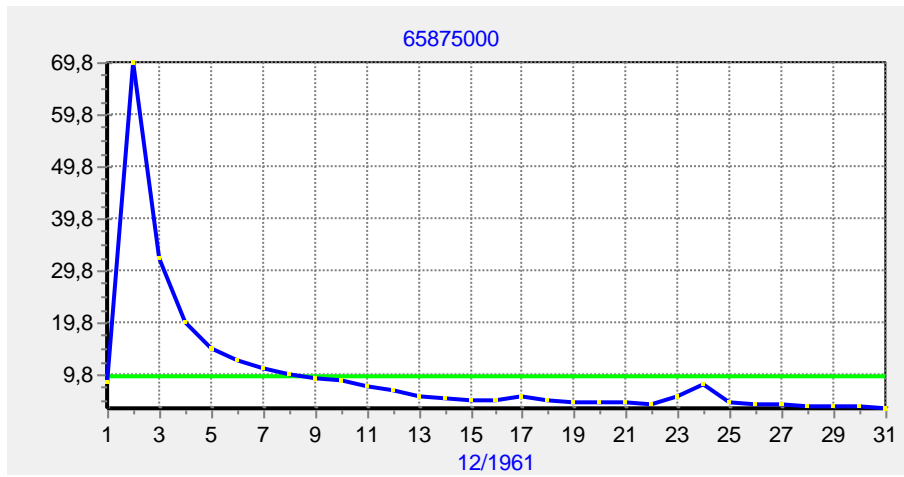
Vazões Registradas em 09/1961



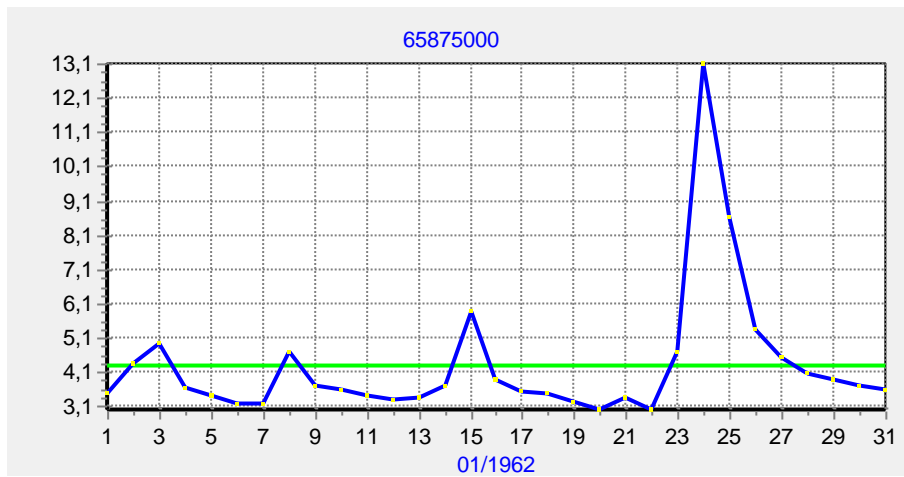
Vazões Registradas em 10/1961



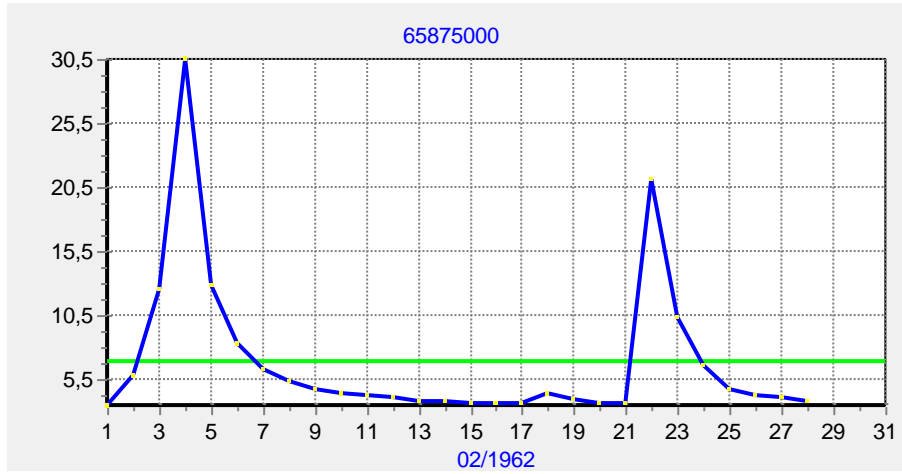
Vazões Registradas em 11/1961



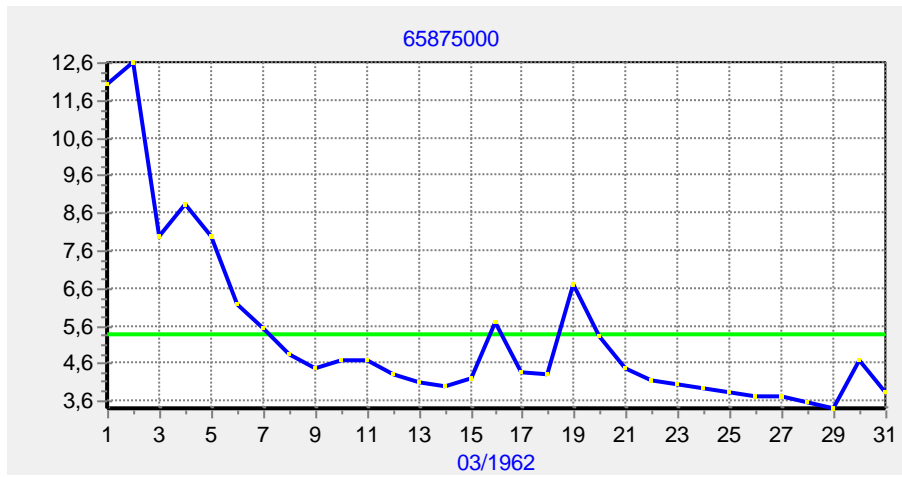
Vazões Registradas em 12/1961



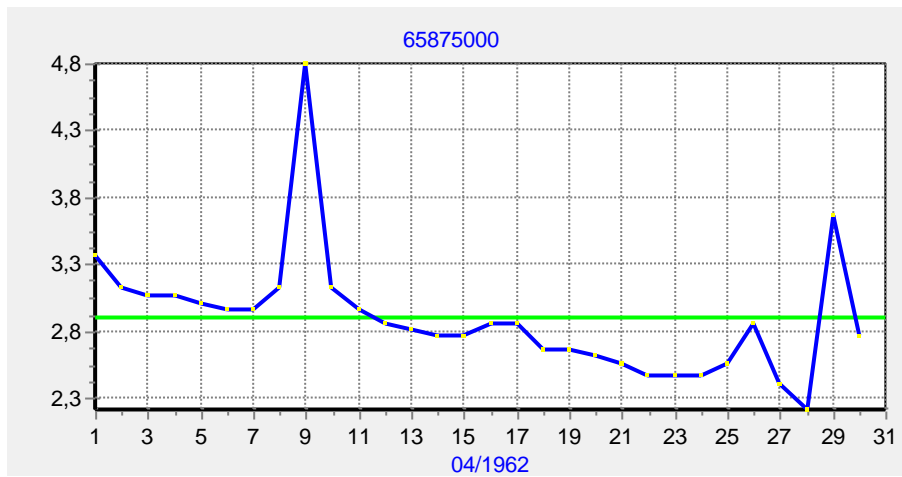
Vazões Registradas em 01/1962



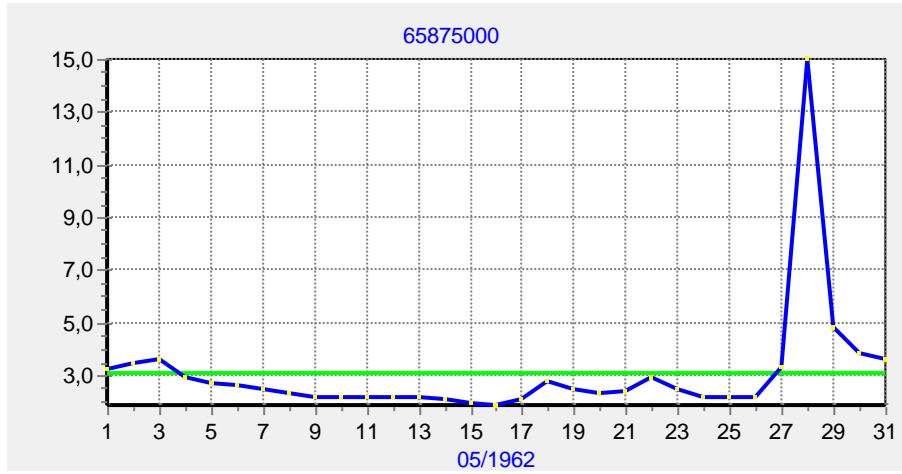
Vazões Registradas em 02/1962



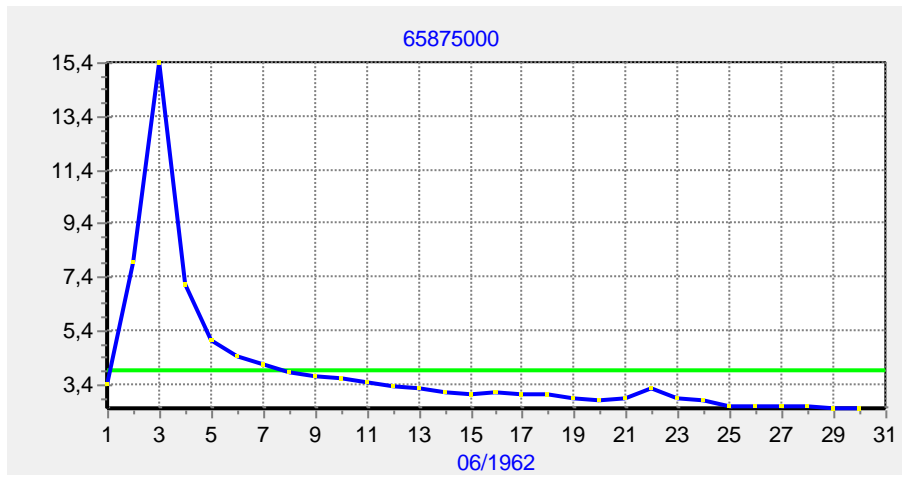
Vazões Registradas em 03/1962



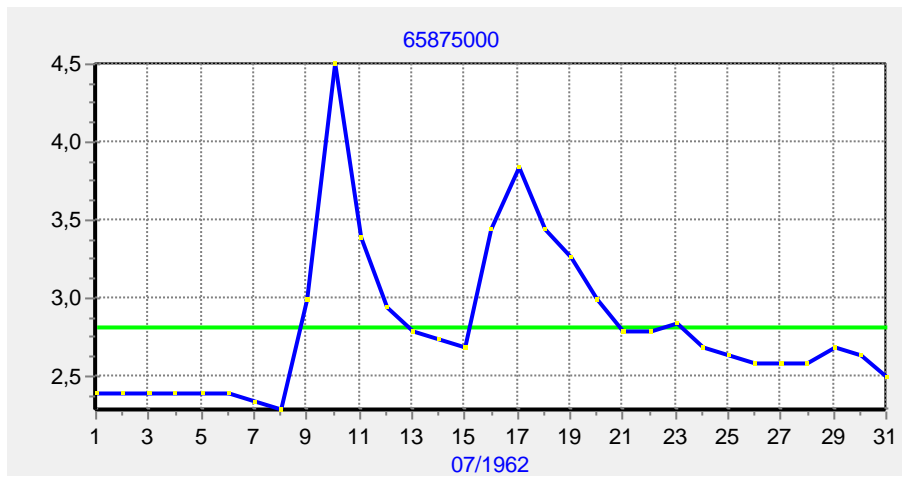
Vazões Registradas em 04/1962



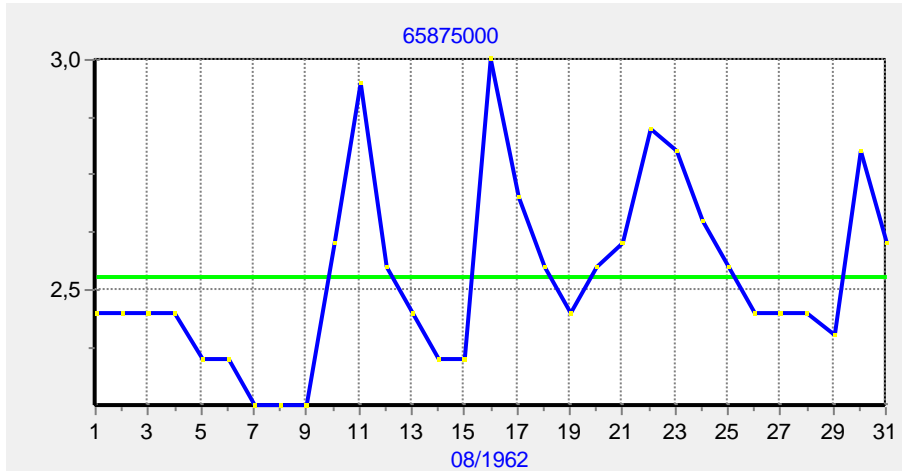
Vazões Registradas em 05/1962



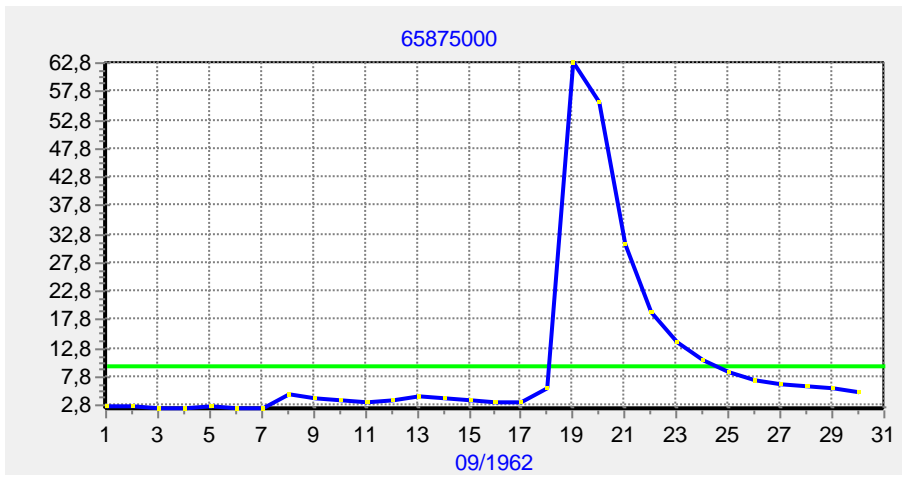
Vazões Registradas em 06/1962



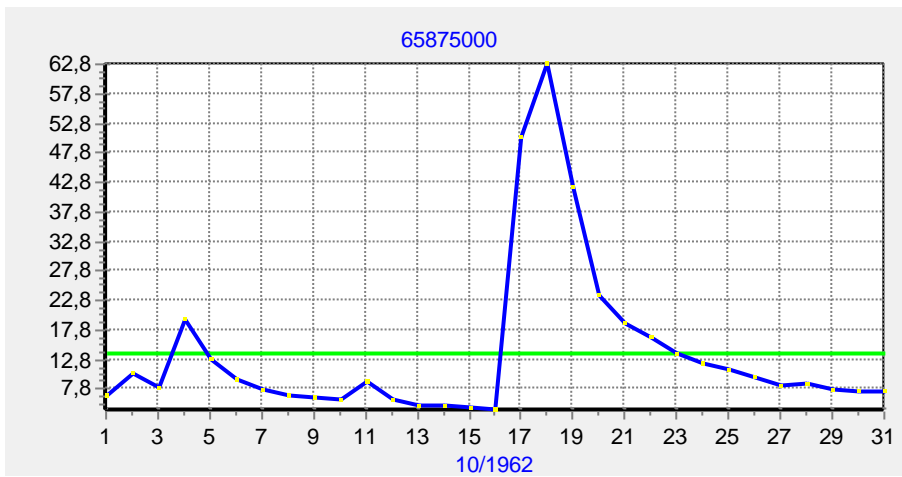
Vazões Registradas em 07/1962



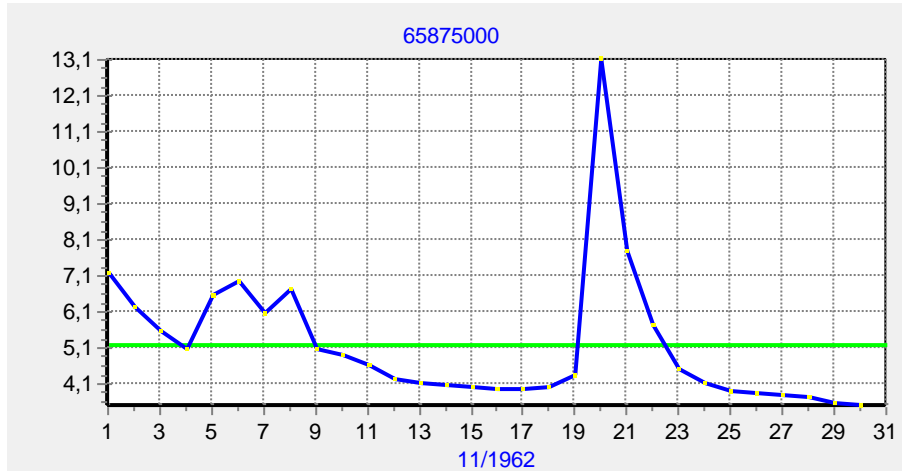
Vazões Registradas em 08/1962



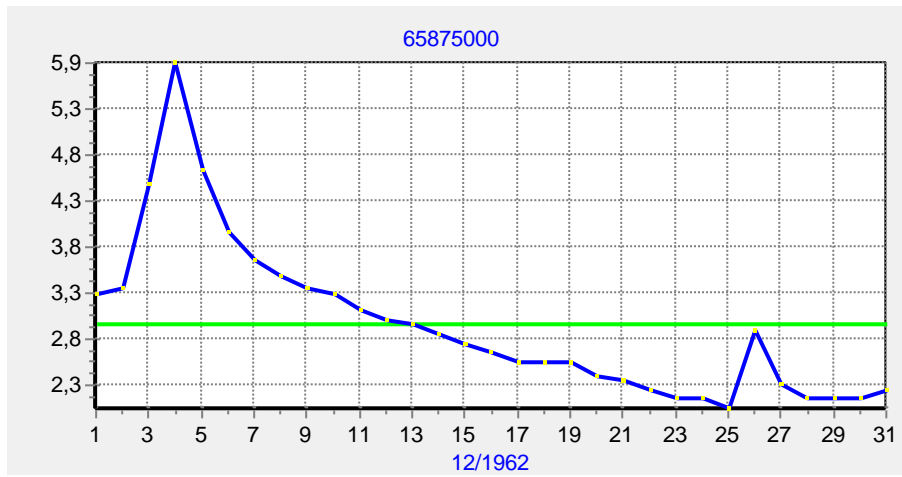
Vazões Registradas em 09/1962



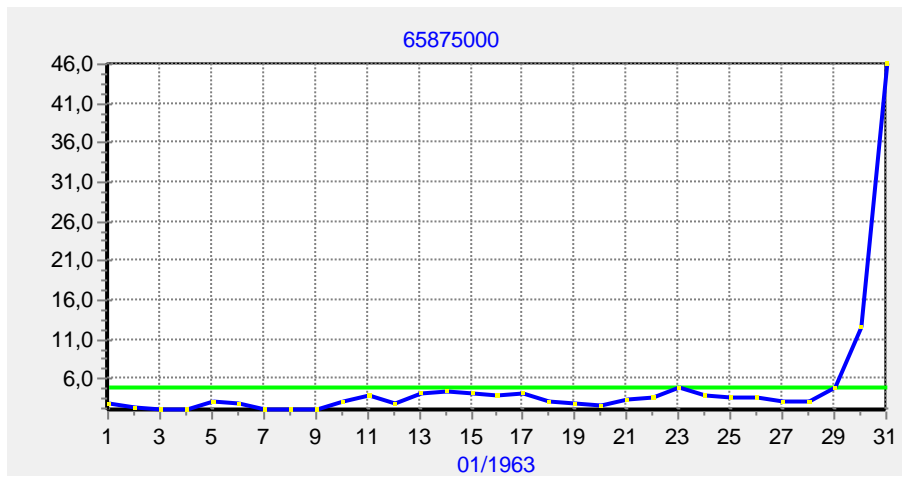
Vazões Registradas em 10/1962



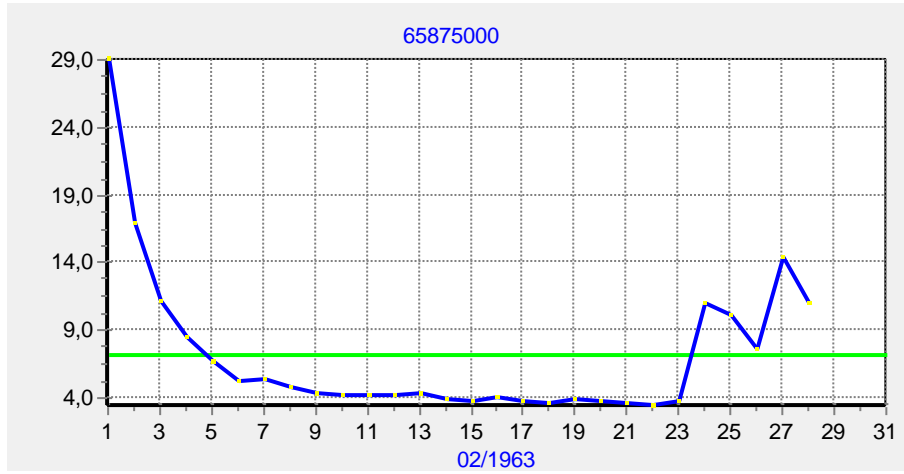
Vazões Registradas em 11/1962



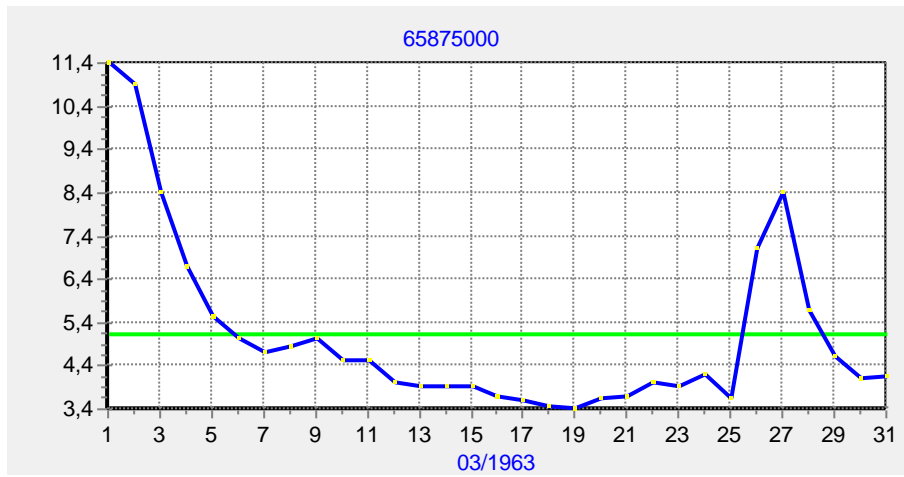
Vazões Registradas em 12/1962



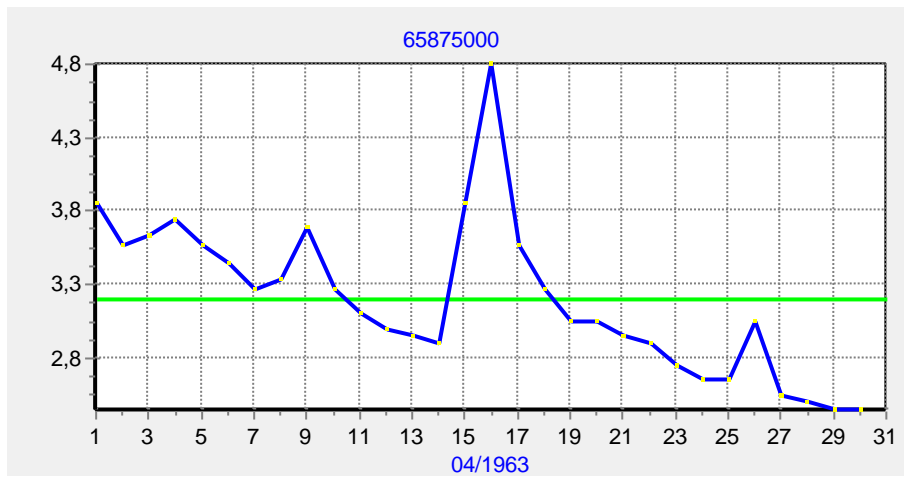
Vazões Registradas em 01/1963



Vazões Registradas em 02/1963

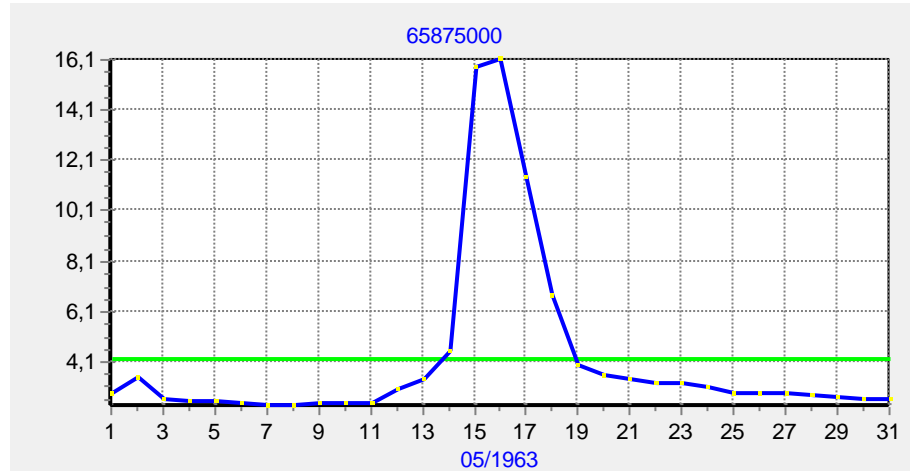


Vazões Registradas em 03/1963

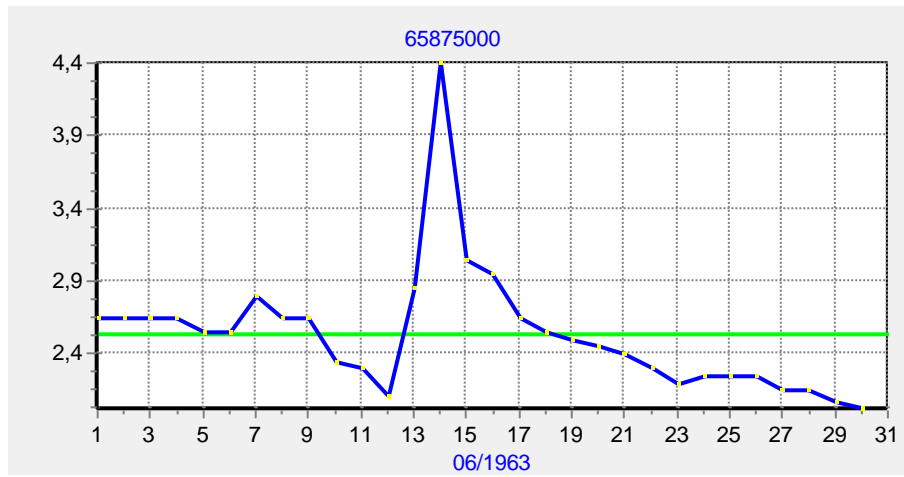


Vazões Registradas em 04/1963

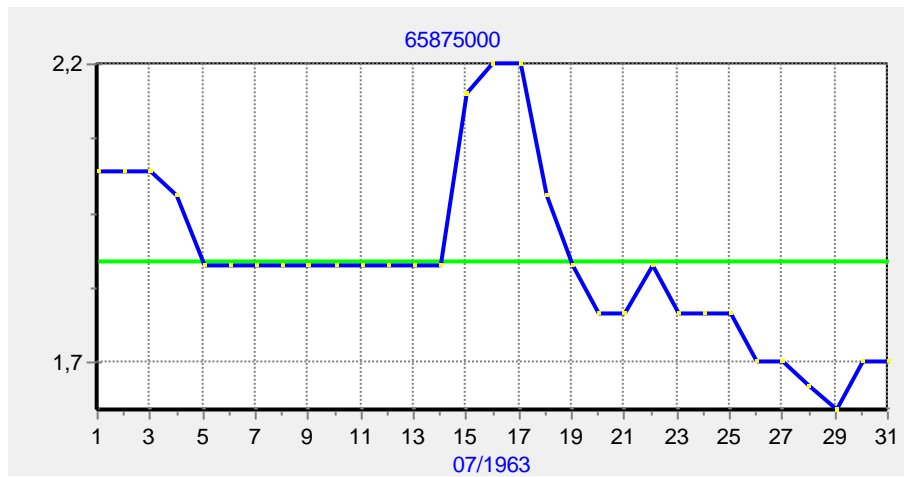




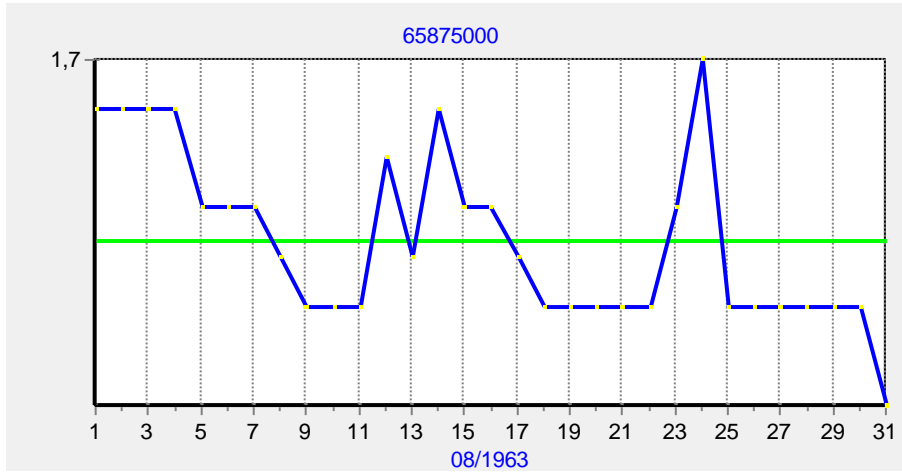
Vazões Registradas em 05/1963



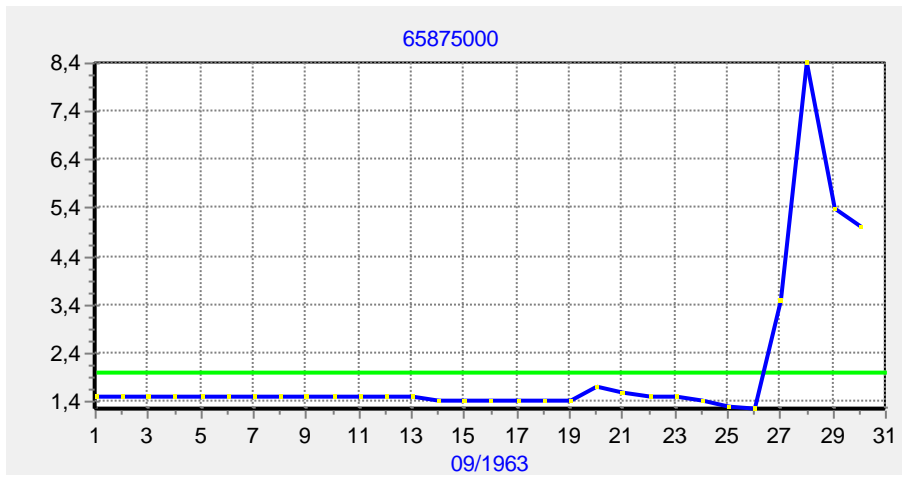
Vazões Registradas em 06/1963



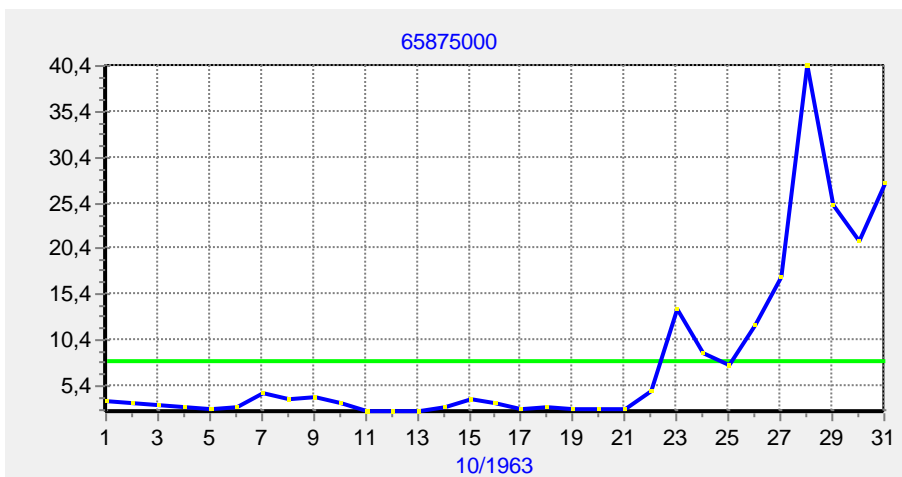
Vazões Registradas em 07/1963



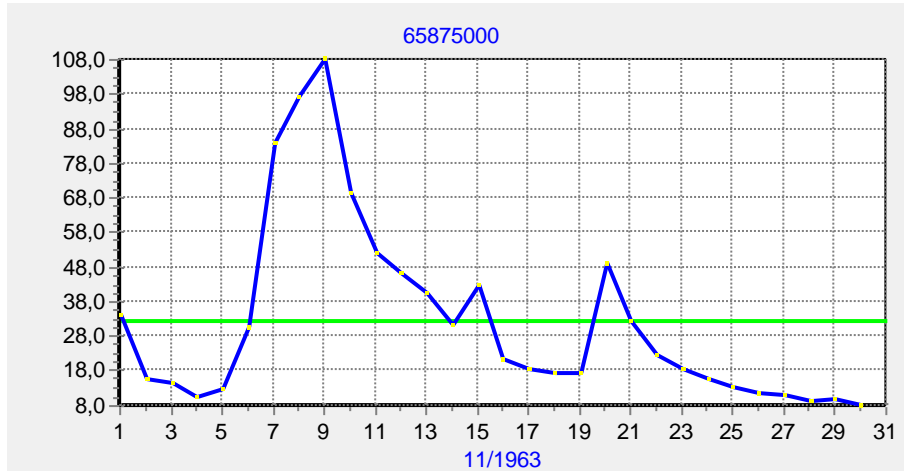
Vazões Registradas em 08/1963



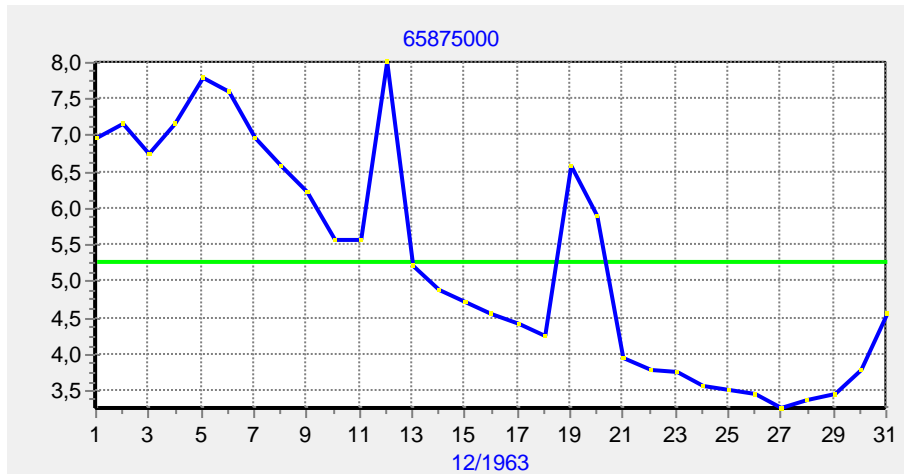
Vazões Registradas em 09/1963



Vazões Registradas em 10/1963

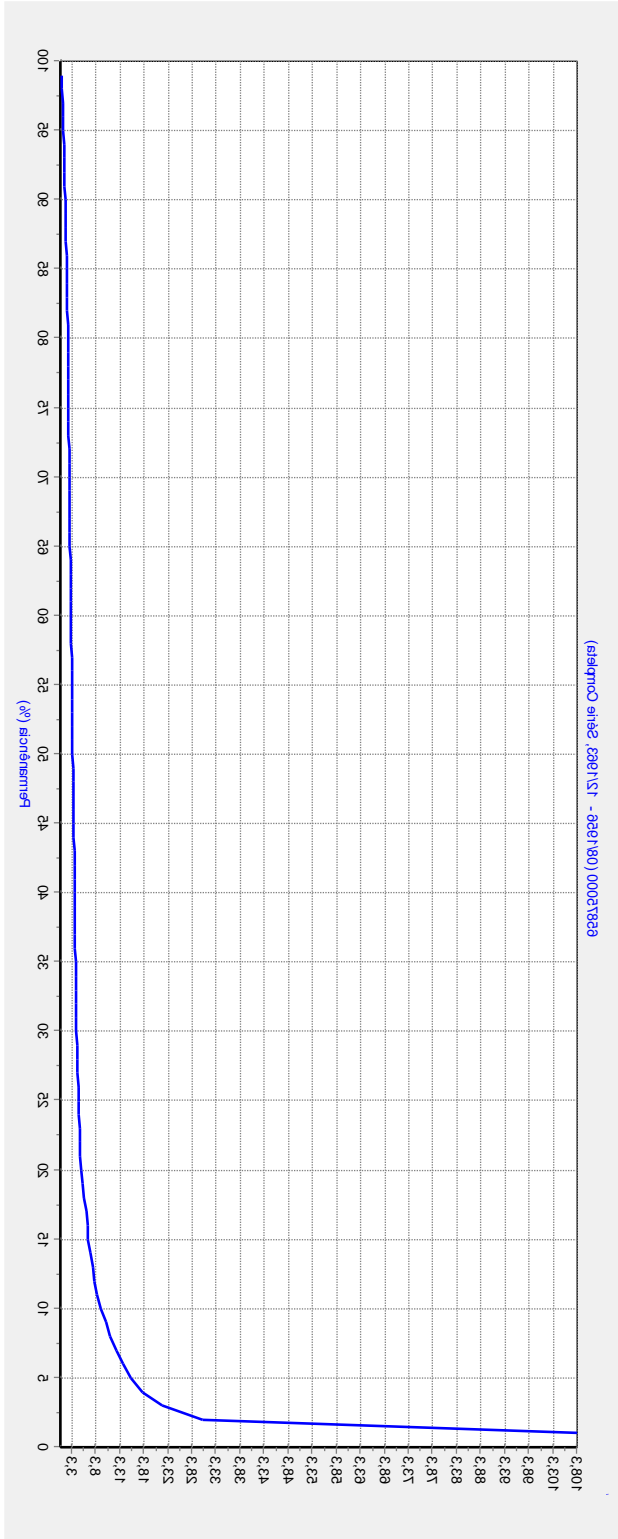


Vazões Registradas em 11/1963



Vazões Registradas em 12/1963

**ANEXO B – CURVAS DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES**



**Curva de Permanência – Série Completa**