



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil
Curso de Graduação em Engenharia Civil



Marcus Antônio Lopes Tinôco Segundo

Dimensionamento e proposta de um reservatório para o aproveitamento de
água de chuva para a sede e para os laboratórios da Escola de Minas da
Universidade Federal de Ouro Preto

Marcus Antônio Lopes Tinôco Segundo

Dimensionamento e proposta de um reservatório para o aproveitamento de
água de chuva para a sede e para os laboratórios da Escola de Minas da
Universidade Federal de Ouro Preto

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Civil da Universidade Federal
de Ouro Preto como parte dos requisitos
para a obtenção do Grau de Engenheiro
Civil.

Orientador: Prof. Gilberto Queiroz da Silva

Ouro Preto

2015

T591d

Tinôco Segundo, Marcus Antônio Lopes.

Dimensionamento e proposta de um reservatório para o aproveitamento de água de chuva para a sede e para os laboratórios da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto[manuscrito]. / Marcus Antônio Lopes Tinôco Segundo. – 2016.

104f.: il., color., graf., tab.

Orientadores: Prof. M. Sc. Gilberto Queiroz da Silva.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil.

1.Engenharia civil. 2. Reservatórios fluviais. 3. Consumo de água.
4. Marcas de ondas. 5. Estruturas sedimentares. I. Universidade Federal de Ouro Preto. II. Título.

CDU: 624

Fonte de catalogação: bibem@sisbin.ufop.br

AVOCAMENTOS

Marcus Antônio Lopes Tinoco Segundo

Dimensionamento e proposta de um reservatório para o aproveitamento de água de chuva para a sede e para os laboratórios da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto

Monografia de conclusão de curso para obtenção do Grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Ouro Preto, defendida e aprovada em 29 de janeiro de 2016, pela banca examinadora, constituída pelos professores:

Prof. Gilberto Queiroz da Silva - Orientador - UFOP

Prof. Antenor Rodrigues Barbosa Jr - UFOP

Prof. Carlos Eduardo Ferraz Mello - UFOP

AGRADECIMENTOS

Foi um trabalho difícil, mais que eu imaginava, no entanto, depois de alguns meses, finalmente consegui terminá-lo. Para alcançar esse objetivo não estive sozinho e algumas pessoas foram essenciais para que eu pudesse concluir este trabalho.

Agradeço aos meus pais, Marcus e Ana, por terem me possibilitado os meios de ter começado e terminado meus estudos. Aos meus irmãos, Amanda e Hiram, por sempre terem me apoiado.

Agradeço à minha namorada, Thamires, por estar ao meu lado desde o primeiro momento em que este trabalho se iniciou e por ter dado a força necessária para terminá-lo.

Agradeço ao professor Gilberto Queiroz, pela dedicação, pelas suas orientações e pelas dicas e direções que possibilitaram a conclusão deste trabalho. Agradeço ao professor Antenor Barbosa por ter elucidado minhas dúvidas e pela confecção do gráfico do teste de probabilidades e ao professor Carlos Eduardo Mello pelas considerações finais.

A todos esses meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O aproveitamento da água de chuva é uma técnica milenar bastante utilizada em todo o mundo, sendo que seu desenvolvimento ocorreu de forma independente em diversas épocas por variadas civilizações.

O presente trabalho traz uma revisão dos métodos utilizados atualmente no Brasil e tem como objetivo dimensionar e fazer uma proposta viável de um reservatório para a sede da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto e seus laboratórios, ambos localizados no Campus do Morro do Cruzeiro em Ouro Preto.

O dimensionamento do reservatório foi realizado utilizando o método de Rippl com a pluviometria de três anos distintos do período histórico de 1982 a 2013: o de maior estiagem, o de maior pluviometria e o de pluviometria média. Em seguida, utilizando os volumes dimensionados, foram desenvolvidas simulações para conhecer o comportamento do volume armazenado em cada reservatório e deste modo escolher um que supra a demanda de água para usos não potáveis dos laboratórios e da sede da Escola de Minas de Ouro Preto. Com o reservatório definido, um levantamento financeiro preliminar foi realizado a fim de determinar o custo da instalação do reservatório.

Palavras-chaves: Aproveitamento de água de chuva, dimensionamento de reservatório, método de Rippl

ABSTRACT

The rainwater use is an ancient technique widely used worldwide, and its development occurred independently at different times by various civilizations.

This work brings a theoretical review of the methods currently used in Brazil and is designed to measure and make a viable proposal for a reservoir to the headquarters of the Escola de Minas de Ouro Preto of the UFOP and its laboratories, both located in the Morro do Cruzeiro Campus in Ouro Preto.

The dimensions of the reservoir were performed using the Rippl method with rainfall data of three different years: the longest drought, the highest rainfall and the average rainfall (in the historical period from 1982 to 2013). Then, using the scaled volumes were developed simulations to know the behavior level stored in each reservoir and thereby choose one that meets the water demand for non-potable uses of laboratories and headquarters of the Ouro Preto School of Mines. With the defined reservoir, a preliminary survey financial was performed to determine the reservoir installation cost.

Keywords: Rainwater use, reservoir sizing, rippl method

SUMÁRIO

1.	Introdução	9
2.	Objetivos	10
3.	Justificativa.....	10
4.	Revisão bibliográfica	11
4.1.	A distribuição de água no planeta Terra	11
4.2.	A distribuição da água no Brasil	12
4.3.	Histórico do aproveitamento de água de chuva.....	13
4.4.	O aproveitamento de água de chuva no Brasil.....	15
4.5.	Conservação da água	18
4.6.	Conceitos sobre o aproveitamento de água de chuva	20
4.7.	Qualidade da água de chuva	21
4.7.1.	Qualidade da água em Ouro Preto	24
4.8.	Sistema de aproveitamento de água de chuva	25
4.8.1.	Área de captação	26
4.8.2.	Remoção de materiais grosseiros	28
4.8.3.	Armazenamento da água de chuva	28
4.8.4.	Tratamento	30
4.9.	Coeficiente de runoff	30
4.10.	Primeira água	31
4.11.	Previsão do consumo de água não potável.....	32
4.12.	Dimensionamento do reservatório	33
5.	Material e métodos.....	36
5.1.	Caracterização da área de estudos	36
5.2.	Previsão do volume de água de chuva.....	38
5.3.	Previsão do consumo de água não potável.....	43
5.4.	Dimensionamento do reservatório	43
5.5.	Simulação do consumo do reservatório.....	46
5.6.	Definições do reservatório	48
6.	Discussão e resultado	49
6.1.	Dimensionamento do reservatório	49
6.1.1.	Ano hidrológico de 1996	49
6.1.2.	Ano hidrológico de 2013	51
6.1.3.	Ano de pluviometria média.....	52
6.2.	Simulação do comportamento do reservatório	54
6.2.1.	Comportamento do reservatório no ano hidrológico de 1996 com o volume inicial nulo .	54
6.2.2.	Comportamento do reservatório no ano hidrológico de 2013 com o volume inicial nulo .	57
6.2.3.	Comportamento do reservatório no ano teórico de pluviometria média com volume inicial nulo	60
6.2.4.	Simulação com o reservatório parcialmente cheio	62
6.2.5.	Comportamento do reservatório no ano hidrológico de 1996 com o volume inicial pré-determinado.....	62
6.2.6.	Comportamento do reservatório no ano hidrológico de 2013 com o volume inicial pré-determinado.....	65
6.2.7.	Comportamento do reservatório no ano teórico de pluviometria média com o volume inicial pré-determinado	67
6.3.	Definições do reservatório	69
6.3.1.	Volume	69
6.3.1.1.	Reservatório de 4.400 m ³	69
6.3.2.	Localização	75

6.3.5. Justificativa do reservatório.....	83
7. Conclusão	84
Referências	86
Anexos.....	88

1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância fundamental para a vida. Ela faz parte das reações bioquímicas dos seres vivos e é utilizada também na agricultura e em processos industriais. Por isso ela é considerada como um dos recursos mais essenciais da história humana.

Apesar de toda sua importância, a mesma não é um recurso infinito e presente de forma igualitária em todas regiões do globo, sendo que, para que não ocorra escassez, é necessário um manejo eficiente.

Há séculos, o uso da água de chuva foi desenvolvido de forma independente em várias culturas e localizações, principalmente naquelas que se localizam em regiões áridas e semiáridas, nas quais a escassez de água é constante. Na atualidade, a técnica também é usada para atender o consumo de usos não potáveis, a fim de que a água tratada pelo sistema de abastecimento público seja utilizada apenas para usos nobres, diminuindo assim a pressão do consumo sobre as fontes naturais.

A cidade de Ouro Preto (MG) possui elevado número de fontes de água as quais podem ser utilizadas para o abastecimento urbano, apesar disto, ao apresentar elevada pluviometria anual e visando um manejo eficiente que diminua a pressão do consumo sobre os reservatórios naturais, o uso de água de chuva para usos não potáveis se torna uma opção viável para a cidade.

Pensando nisso, este trabalho visa desenvolver, utilizando técnicas e metodologias já conhecidas e dados disponíveis para a cidade de Ouro Preto, um estudo de um sistema de aproveitamento de água de chuva na sede e nos laboratórios da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto que se encontram no campus do Morro do Cruzeiro da Universidade Federal de Ouro Preto.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar as probabilidades de criação de uma proposta viável de um reservatório de aproveitamento de água de chuva para a Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Para tal fim, alguns objetivos secundários deverão ser alcançados, como:

- Apresentar o estado de arte de técnicas e metodologia aplicadas para o aproveitamento de água de chuva;
- Uso da série histórica de pluviometria de 1982 a 2013, para a escolha da pluviometria de três anos hidrológicos distintos; e para estes anos, uso do método de Rippl para propor três volumes de reservatórios;
- Realizar simulações, utilizando a produção de chuva e o consumo, com duas situações distintas de volume inicial de reservatório, para entender o comportamento do volume armazenado de cada reservatório nas pluviometrias dos anos já analisados;
- Propor um reservatório que consiga sanar toda a demanda anual de consumo dos edifícios analisados;
- Realizar um levantamento financeiro preliminar;

3. JUSTIFICATIVA

Com a crescente preocupação de que a água necessita de um programa de manejo eficaz e economicamente viável e a análise de viabilidade da implantação de uma proposta para a sede e os laboratórios da Escola de Minas de Ouro Preto localizados no Campus Morro do Cruzeiro, o desenvolvimento de um estudo que viabilize a criação de um reservatório de aproveitamento de água de chuva.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. A DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO PLANETA TERRA

A água é de fundamental importância para a humanidade. Praticamente todas as ações humanas necessitam deste líquido para ocorrer, seja para consumo de subsistência ou fins higiênicos, seja para as atividades industriais e agrícolas.

Sabe-se que a água é um recurso limitado e que necessita de um plano de gestão sério, pois como foi observado pela população do sudeste brasileiro nos últimos meses, caso não haja uma gestão eficiente e um consumo consciente, este bem poderá ficar indisponível.

Apesar de toda sua importância, a água doce não é a forma de água mais encontrada na superfície do planeta. De acordo com a UNEP (2002), no planeta Terra apresenta um volume aproximado de 1,4 bilhões de km³ de água, no entanto, apenas 35 milhões de km³ da água são encontradas na forma de água doce, ou seja, apenas 2,5% da água do planeta é doce. A grande porcentagem da água do planeta, cerca de 96,54% do total, é encontrada nos oceanos.

A água doce também não se encontra igualmente distribuída pelo planeta, 68,7% é encontrada nas geleiras e na cobertura de neve permanente nas cadeias de montanhas, 30,1% estão no subsolo, restando apenas 0,266% da água doce presentes em rios, lagos e reservatórios, locais mais comuns onde a água é extraída para o consumo. O restante da água doce (0,934%) é encontrado na biomassa e na atmosfera terrestre.

A produção hídrica pelo mundo também não é dividida igualitariamente, sendo que os continentes asiático e sul americano possuem mais da metade da porcentagem mundial desse recurso hídrico. A tabela 1 apresenta os valores de produção hídrica nos diversos continentes.

Ao considerar a Figura 1, percebe-se uma enorme diferença da disponibilidade hídrica per capita, provando mais uma vez a heterogeneidade da distribuição do recurso.

Tabela 1 - Produção Hídrica do Mundo por Região (TOMAZ, 2003)

REGIÃO	VAZÃO MÉDIA (m^3/s)	PORCENTAGEM (%)
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18,0
África	145.000	10,0
Europa	102.000	7,0
Antártida	73.000	5,0
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
TOTAL	1.448.000	100,0

O continente asiático, apesar de ser o continente de maior produção hídrica do mundo, possui regiões em que a disponibilidade encontrada são de extremamente baixa a baixa. Alguns fatores podem explicar esse fato:

- Regiões com elevadas concentrações populacionais, como as da Índia e da China, onde se encontram um terço da população mundial;
- Regiões com índices pluviométricos extremamente reduzidos, como os encontrados no Oriente Médio.

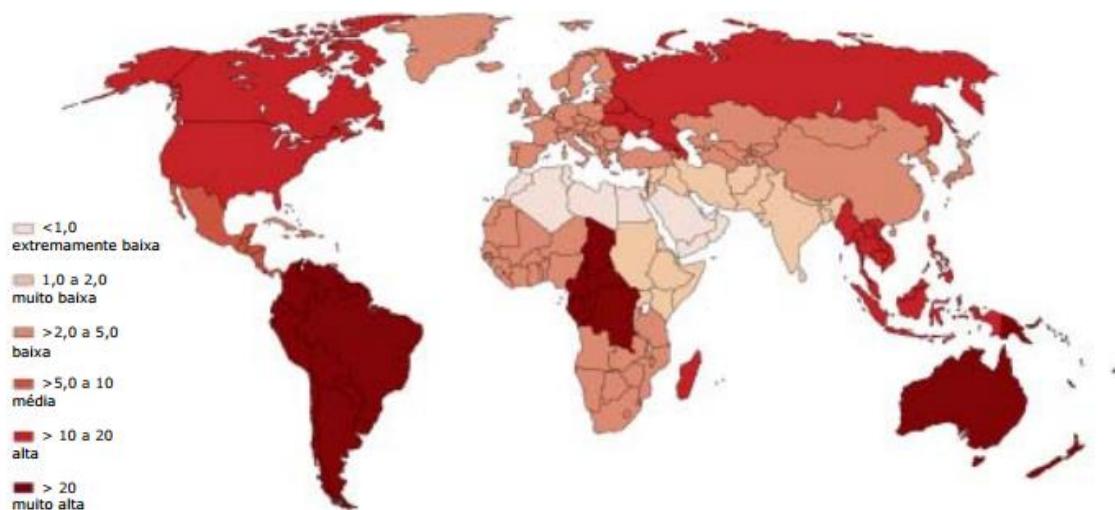


Figura 1 - Disponibilidade hídrica por sub-região no ano 2000 (1.000 m³ per capita / ano) (UNEP, 2002).

4.2. A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO BRASIL

O Brasil é um país considerado rico em disponibilidade de água, possuindo cerca de 12% da produção hídrica global de superfície (TOMAZ, 2003). No entanto, também apresenta má distribuição do recurso em seu território. A região norte

possui 68,5% da água de todo o país, embora possua apenas 7,40% da população. O Sudeste, região que apresenta 42,61% da população brasileira possui apenas 6,0% da disponibilidade hídrica do país.

A tabela 2 apresenta a relação entre população, área territorial e a disponibilidade de água:

Tabela 2 - Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do país (TOMAZ, 2003).

REGIÃO	ÁREA TERRITORIAL (%)	DISPONIBILIDADE DE ÁGUA (%)	POPULAÇÃO (%)
Norte	45	68,50	7,40
Nordeste	18	3,30	28,23
Sudeste	11	6,00	42,61
Sul	7	6,50	14,91
Centro-Oeste	19	15,70	6,85

4.3. HISTÓRICO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

O aproveitamento da água de chuva é uma técnica bastante comum em regiões em que há escassez de água, principalmente nas áridas e semiáridas (este tipo de região representa, mais ou menos 30% da superfície seca CONTINENTAL do planeta, fato demonstrado pela Figura 2) (GNADLINGER, 2000).

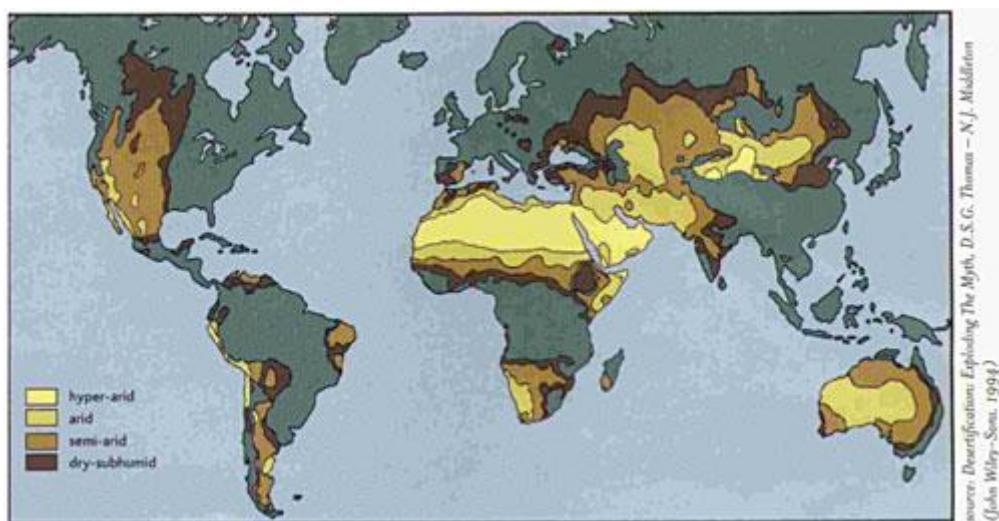


Figura 2 - Zonas áridas do planeta Terra (Gnadlinger, 2000)

Esta técnica foi inventada, independentemente, em diferentes partes do mundo e em diferentes culturas há milhares de anos. Foi usada e difundida

especialmente em regiões semiáridas onde as chuvas ocorrem somente durante poucos meses e em locais diferentes (Gnadlinger, 2000).

Podem-se citar alguns exemplos de diferentes épocas e diferentes partes do globo:

No palácio de Knossos, na ilha grega de Creta, aproximadamente em 2000 aC, a água de chuva era aproveitada em bacias sanitárias (p. 100 The Rainwater Technology Handbook, 2001, Alemanha apud TOMAZ, 2003). Nesta região é comum encontrar inúmeros reservatórios escavados em rochas, datados de 3000 aC, que aproveitavam a água de chuva para consumo humano.

A famosa fortaleza de Masada (Figura 3), em Israel, possui dez reservatórios cavados nas rochas com capacidade total de 40 milhões de litros de água.

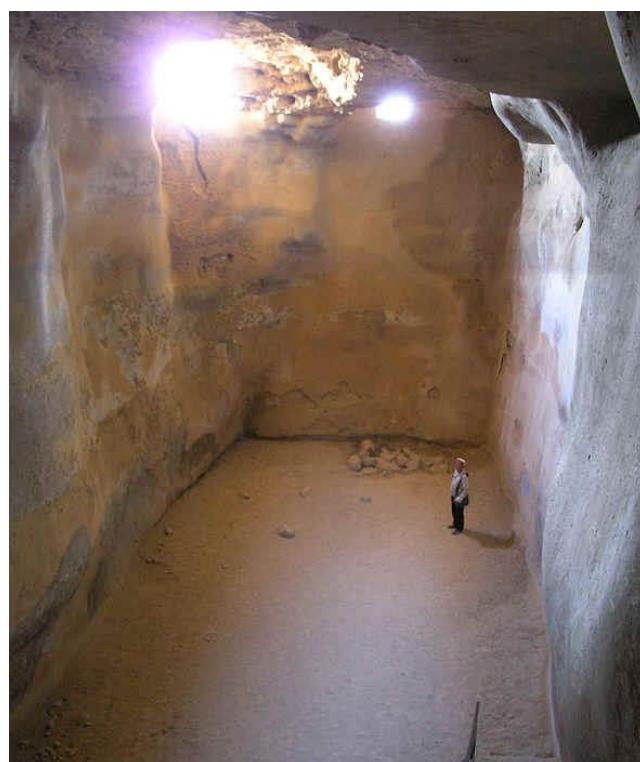


Figura 3 - Reservatório de Masada (fonte: <http://www.bible-architecture.info/Masada.htm>, acessado em 21 de março de 2015)

O uso da água de chuva também era bastante difundido nas civilizações Incas, Maias e Astecas. No século X, ao sul da cidade de Oxkutzcab ao pé do Monte Puuc, os Maias realizavam uma agricultura baseada na água de chuva.

A coleta e o aproveitamento da água da chuva pela sociedade perderam força com a inserção de tecnologias mais modernas de abastecimento, como a construção de grandes barragens, o desenvolvimento de técnicas para o aproveitamento de águas subterrâneas, a irrigação encanada e a implementação dos sistemas de abastecimento (GNADLINGER, 2000).

4.4. O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO BRASIL

O Brasil apresenta um elevado potencial pluviométrico, no entanto ele é mais concentrado na região Norte e mais escasso na região Nordeste, como ilustra na Figura 4.

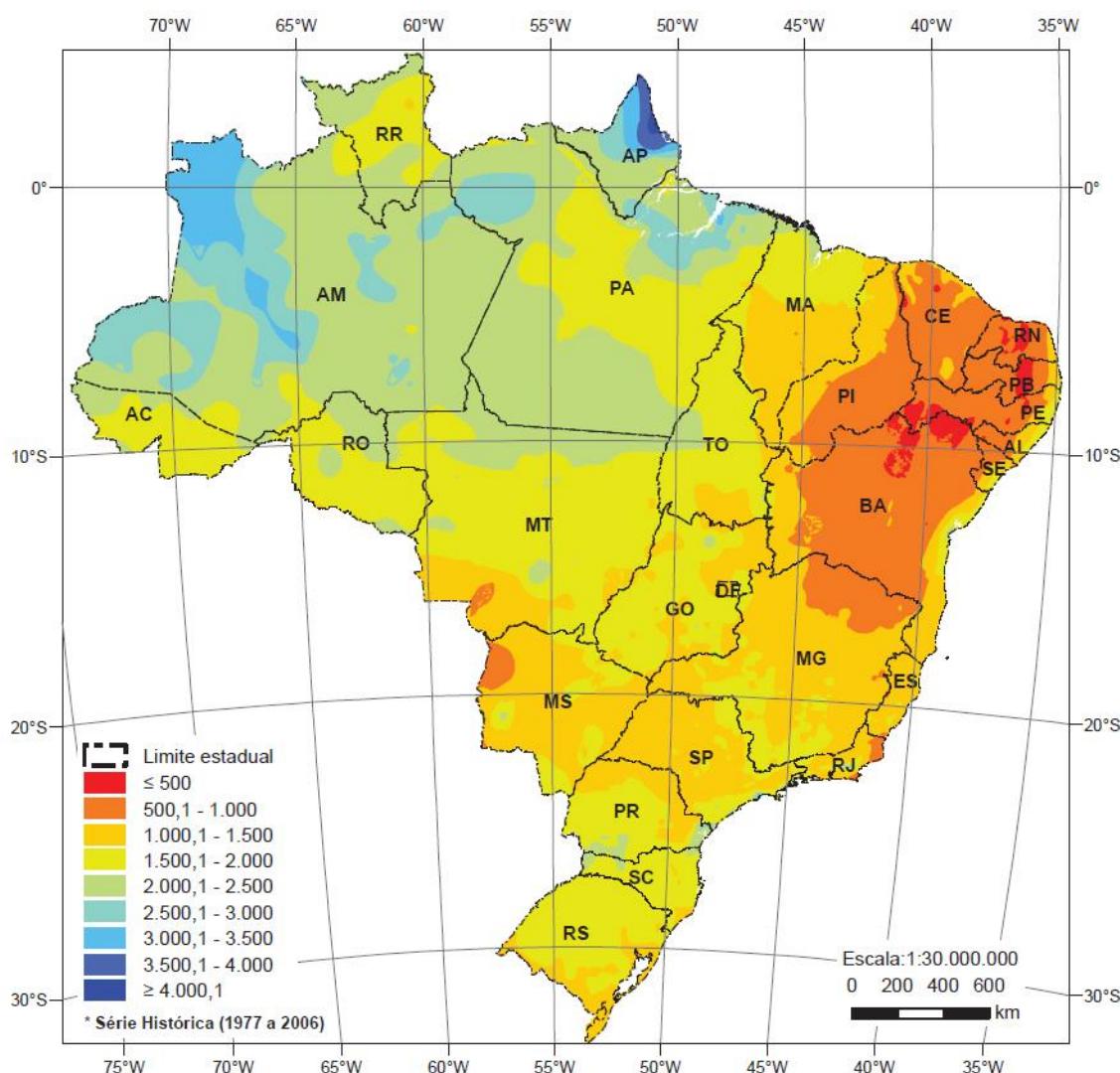


Figura 4 – Pluviometria no Brasil (mm/ano) (CPRM, 2011)

O Brasil tem um enorme potencial pluviométrico que não é aproveitado em sua magnitude. Para que isso possa ocorrer, algumas medidas de incentivo devem ser adotadas, seja através de ações governamentais, seja através de instituições privadas.

A ABNT desenvolveu a NBR 15527:2007 que fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas de áreas urbanas para fins não potáveis.

O Estado de São Paulo criou a Lei Nº 12.526 de 2 de janeiro de 2007 em que estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. Esta lei consta que “*É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m² (quinhentos metros quadrados)* ”.

Na esfera federal foi instituído um programa de conservação e uso racional da água de abastecimento público, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), pelo Ministério do Planejamento e Orçamento, em abril de 1997, em articulação com o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e com o Ministério de Minas e Energia. Hoje o programa está vinculado ao Ministério das Cidades. Ainda que sua política seja no âmbito urbano a sua formulação contempla a possibilidade de uma futura integração com outros usos, como a irrigação, indústria, geração de energia (PNCDA, 2004 apud NAKAGAWA, 2009).

O PNCDA tem por objetivo geral promover o uso racional da água para abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência de serviços, resultando na melhor produtividade dos ativos existentes e na postergação de parte dos investimentos para a expansão dos sistemas. Este objetivo será perseguido a partir de um conhecimento aprofundado das reais capacidades de oferta de água em diferentes regiões do país, cotejadas com os custos das medidas voltadas ao controle dos desperdícios (PNCDA-DTA A1, 1999).

São objetivos específicos do Programa:

- 1) Promover a produção de informações técnicas confiáveis para o conhecimento da oferta, da demanda e da eficiência no uso da água de abastecimento urbano;
- 2) Apoiar o planejamento de ações integradas de conservação e uso racional da água em sistemas municipais, metropolitanos e regionais de abastecimento, incluindo componentes de gestão de demanda (residencial e não residencial), de melhoria operacional no abastecimento e de uso racional da água nos sistemas prediais;
- 3) Apoiar os serviços de saneamento básico no manejo de cadastros técnicos e operacionais com vista à redução nos volumes de água faturados;
- 4) Apoiar os serviços de saneamento básico na melhoria operacional voltada à redução de perdas físicas e não físicas, notadamente em macromedição, micromedição, controle de pressão na rede e redução de consumos operacionais na produção e distribuição de água;
- 5) Promover o desenvolvimento tecnológico de componentes e equipamentos de baixo consumo de água para uso predial, inclusive normalização técnica, códigos de prática e capacidade laboratorial;
- 6) Apoiar os programas de gestão da qualidade aplicados a produtos e processos que envolvam conservação e uso racional da água nos sistemas público e prediais.

Outro fator que impulsiona o desenvolvimento do uso da tecnologia do aproveitamento da água de chuva é a escassez da mesma, o que ocorre em regiões semiáridas do Nordeste Brasileiro, fazendo com que seja comum o uso de cisternas para armazenamento de água de chuva nessa região (GNADLINGER, 2000). Existem estudos em andamento para determinar se existe potencialidade nessas regiões para o aproveitamento pluvial (PALMIER, 2001).

4.5. CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

A água potável é um recurso limitado e, frente à crescente demanda, é necessário o estabelecimento de normas e técnicas que permitam sua conservação e seu uso sustentável. Isto quer dizer, identificar, captar e gerir os recursos de forma racional para que possam cobrir a demanda atual, assim como as expectativas futuras.

A escassez de água não pode ser considerada um problema exclusivo de regiões áridas ou semiáridas, pois mesmo em regiões com abundância de recursos hídricos, mas com capacidade inferior à demanda, ocorrem conflitos de uso e restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida (ANA, 2006).

A Constituição de 1988 estabelece que a água é um bem público, ressaltando que o seu aproveitamento econômico e social deve buscar a redução de desigualdades. Com base na Constituição de 1988, foi elaborada a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, Lei nº 9.433 de 1997) que define a água como um bem de domínio público, dotado de valor econômico. A Política também estabelece diretrizes para o melhor aproveitamento e uso racional dos recursos hídricos (SAMPAIO, 2013).

Após a instituição da PNRH, a água passou a ser considerada como bem econômico e não sendo mais considerada como algo barato e inesgotável. Sendo assim, conservar a água, usando-a racionalmente, significa agregar resultados econômicos e ambientais aos empreendimentos (SAMPAIO, 2013).

Segundo Tomaz (2001), a conservação da água é um conjunto de atividades que permite: reduzir a demanda de água, melhorar o uso da água, reduzir as perdas da mesma e implantar práticas para economizar água. Ele defende também que as medidas de conservação de água implantadas no uso urbano podem ser convencionais ou não convencionais, sendo que as medidas não convencionais são: reuso de água cinza (água servida), utilização de excretas de vasos sanitários em compostagens, aproveitamento de água de chuva,

dessalinização da água do mar ou salobra e aproveitamento de água de drenagem do subsolo e edifícios.

Segundo Palmier (2001) a situação dos recursos hídricos em diversos países apresenta um enorme desafio para as autoridades, pois, em muitas regiões a demanda de água excede a quantidade disponível. A necessidade de produzir alimentos e energia, e atender a demanda industrial e doméstica faz com que os recursos hídricos tenham que ser aproveitados de forma mais efetiva que atualmente. Uma solução, de acordo com o autor citado, é que os governantes tenham uma visão integrada da gestão dos recursos hídricos, considerando as fases de gestão de oferta e demanda, usos mais eficientes e proteção da qualidade de água.

No mesmo artigo, Palmier (2001) cita as principais soluções que foram definidas por Petry e Boeriu (1998) e pelo World Water Council (2000) para a conservação da água: a) a reabilitação e proteção de bacias para se obter um regime hidrológico mais adequado e reduzir a quantidade de sedimentos retida nos reservatórios; b) o aumento da produtividade da água, aumentando a produção de alimentos sem modificar, ou mesmo diminuir a quantidade de água disponível para a agricultura por meio de práticas agrícolas (melhorando a variedade de culturas, substituindo culturas, melhorando as técnicas agrícolas) ou tornando mais eficientes as técnicas de irrigação; c) a diminuição das taxas de evaporação e a prevenção da poluição dos recursos hídricos; d) a gestão adequada e integrada dos recursos hídricos tomando as bacias hidrográficas como unidade de referência; e) o aumento da água disponível por meio do acréscimo da capacidade de armazenamento com a construção de grandes barragens sendo a opção escolhida em muitas regiões do mundo. Todavia, seus custos econômicos e ambientais têm sido apontados como causas da diminuição na taxa de construção dessas estruturas. As alternativas sugeridas são: pequenas barragens, armazenamento de água em regiões pantanosas, recarga de aquíferos, técnicas tradicionais de armazenamento em pequena escala e métodos de colheita de precipitações reduzidas e vazões em cursos d'água intermitentes.

4.6. CONCEITOS SOBRE O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Na maioria das edificações, a água potável vinda da estação de tratamento é usada em todas as atividades, independente da finalidade a que se destina. A evolução do conceito de uso racional para conservação de água consiste na gestão não somente da demanda, mas também da oferta, de forma que usos menos nobres possam ser supridos por águas de qualidade inferior (DIAS, 2007 apud SALLA *et al.*, 2013). Salla *et al.* (2013), Kammers e Ghisi (2006), Marinoski e Ghisi (2008) e Proença e Ghisi (2009) apontam para a viabilidade de utilização de água de chuva em bacias sanitárias e mictórios diante do elevado consumo nesses pontos.

Existem diversos pesquisadores no Brasil e no mundo que estudam a viabilidade técnica e econômica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial com finalidade não potável, independentemente do uso final. Os estudos são voltados, de uma forma geral, à análise da qualidade da água pluvial em face do destino pretendido, à análise econômica na implantação do sistema tendo o reservatório de acumulação como foco principal em função dos elevados custo de construção, e comparações técnicas e econômicas entre métodos de dimensionamento de reservatório (SALLA *et al.* 2013).

Baú (1991) apud Soares *et al.* (1999) apud MAY (2004) relatam que a utilização da água da chuva torna-se viável quando a área de precipitação é elevada, quando há escassez de abastecimento e em áreas com alto custo de extração de águas subterrâneas.

May (2004) defende também que o uso da água de chuva em áreas urbanas tem como fatores positivos a redução do consumo de água potável da estação de tratamento e a melhor distribuição da carga de água de chuva imposta ao sistema de drenagem urbana. Já como ponto negativo é a diminuição do volume de água coletada em períodos de estiagem.

4.7. QUALIDADE DA ÁGUA E CHUVA

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. Devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas em suspensão a água incorpora a si diversas impurezas, as quais definem sua qualidade (SPERLING, 1996 apud OLIVEIRA, 2008).

A qualidade da água no geral e da água de chuva, em especial, relaciona-se com o uso que se pretende dar para a mesma. Seus parâmetros de qualidade devem atender a diferentes requisitos para o uso em processos industriais, isenta de partículas em suspensão; para navegação, não sendo agressiva às estruturas ou para abastecimento humano, se enquadrando dentro dos padrões de potabilidade (POZZEBON, 2013).

Em se tratando de qualidade da água, a Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, a Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011 e a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, trazem subsídios para a avaliação da mesma. Somam-se a estas a NBR 15527 (ABNT, 2007), primeira norma específica para o aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

A Resolução Conama nº 357 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. A partir dela, têm-se padrões de qualidade da água. De acordo com esta resolução, as águas doces são classificadas em:

- Classe Especial - águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- Classe 1 - águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como

natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

- Classe 2 - águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.
- Classe 3 - águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais.
- Classe 4 - águas que podem ser destinadas à navegação; e à harmonia paisagística.

De acordo com a Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, água potável é aquela que atende ao padrão de potabilidade estabelecido e que não ofereça riscos à saúde; e o padrão de potabilidade é o conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano.

Já segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007), água não potável é a que não atende a Portaria nº 518 (atual 2.914) do Ministério da Saúde. Quando trata da qualidade da água, a norma remete ao projetista a responsabilidade da definição dos padrões de qualidade, sempre levando em conta a utilização prevista. A norma recomenda que, quando forem utilizados produtos nocivos à saúde humana na área de captação, o sistema deve ser desconectado do reservatório de água da chuva e somente reconectado quando forem eliminados os riscos de contaminação, por meio de lavagem adequada da superfície.

Com uma análise de amostras de água de chuva em São Paulo, May (2004) obteve a confirmação, através dos resultados das mesmas, que a água pluvial pode ser utilizada após desinfecção para o consumo não potável e que seu uso deve ser estimulado.

De acordo com Tomaz (2003) a qualidade da água de chuva pode ser encarada em quatro etapas:

- 1 – Antes de atingir o solo;
- 2 – Após escorrer pelo telhado;
- 3 – Dentro do reservatório e
- 4 – No ponto de uso.

A primeira etapa consta da qualidade da água de chuva antes de atingir o solo. A composição da água de chuva varia de acordo com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas, com a presença ou não de vegetação e também com a presença de carga poluidora. Pode-se dizer que o pH da chuva sempre é ácido, pois até em regiões inalteradas o pH encontrado é em torno de 5,0. Em regiões poluídas, pode-se chegar a valores como 3,5 quando há o fenômeno da “chuva ácida”.

Na segunda etapa verifica-se a qualidade da água de chuva após se precipitar sobre o telhado ou em alguma área impermeável. No aproveitamento da água de chuva a superfície de captação são os telhados e dependendo do material utilizado em sua confecção, a contaminação pode ser ainda maior. Alguns contaminantes comumente presentes nos telhados: fezes de passarinhos, pombas, fezes de ratos e outros animais, bem como poeiras, folhas de árvores etc.

As fezes de passarinhos e de outras aves e animais podem trazer problemas de contaminação por bactérias e parasitas gastrointestinais. Por isto, é aconselhável que a água de lavagem dos telhados, isto é, a primeira água (*first flush*), seja desprezada e jogada fora. O volume de água a ser rejeitado no *first*

flush depende do material do telhado e da quantidade de contaminação presente no mesmo.

A terceira etapa é considerada quando a água de chuva é armazenada dentro de um reservatório e tem sua qualidade alterada e depositam-se elementos sólidos no fundo do mesmo e a água está pronta para utilização. A chuva poderá levar materiais pesados presente em suspensão na atmosfera e que poderão ser depositados no fundo do reservatório, onde geralmente se forma uma pequena camada de lama.

Os microrganismos que vieram do telhado e dos encanamentos desenvolver-se-ão no reservatório, colocando em perigo aqueles que usarem a água de chuva para fins potáveis.

Alguns cuidados deverão ser tomados, tais como evitar a entrada da luz solar no reservatório, pois a mesma favorece o crescimento de algas. A tampa de inspeção deve ser hermeticamente fechada. A saída do extravasor deverá conter grade ou tela para que não entrem animais pequenos. Além do mais, deve ser feita uma limpeza anual no reservatório, a fim de remover a lama do fundo.

A quarta etapa é a qualidade da água de chuva no ponto de utilização, como por exemplo, a descarga na bacia sanitária.

No mesmo livro, TOMAZ defende que deve-se ter cuidado quanto à conexão cruzada (*cross connection*), isto ocorre quando a rede potável municipal está conectada com a rede pluvial, causando contaminação da rede pública. Para que isto possa ser evitado, nunca deve conectar uma rede com a outra.

4.7.1. QUALIDADE DA ÁGUA EM OURO PRETO

Oliveira¹ (2008) em seu estudo, realizou coleta e testes para determinar a qualidade da água do Morro do Cruzeiro na cidade de Ouro Preto. Os resultados encontrados estão na tabela 3.

De acordo com Oliveira¹ (2008), ainda não existem legislações específicas no Brasil que tratem de padrões de qualidade de água de chuva para fins de aproveitamento. Portanto, como forma de se verificar os valores médios obtidos para os parâmetros analisados são compatíveis com os usos previstos para a água, realizou-se a comparação dos mesmos com os padrões de qualidade para os parâmetros definidos pela resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que trata da classificação dos corpos de água e de sua qualidade para seus usos previstos.

Tabela 3 - Parâmetros de qualidade da água de chuva (OLIVEIRA¹, 2008)

PARÂMETROS	ANÁLISE					MÉDIA
	1 13/11/06	2 27/11/06	3 12/12/06	4 15/01/07	5 12/02/07	
Data	13/11/06	27/11/06	12/12/06	15/01/07	12/02/07	23
Turbidez (UNT)	17	35	26	7	30	23
pH	7,46	6,97	7,05	7,2	6,3	6,99
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	36	83	62	47	56	56,8
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	49,14	78,65	58,75	64,15	53	60,73
Oxigênio dissolvidos (mg/L)	6	5,7	6,2	7,3	7,1	6,46
DBO5 (mg/L)	2,1	0,4	0,6	1,2	0,3	0,92
Coliformes fecais (NMP/100mL)	240	150	210	15	210	165

Tabela 4 - Comparação entre os valores médios obtidos e os valores padronizados para os parâmetros analisados

PARÂMETROS	MÉDIA	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3
Turbidez (UNT)	23	< 40	< 100	< 100
pH	6,99	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	56,8	xxx	xxx	xxx
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	60,73	500	500	500
Oxigênio dissolvidos (mg/L)	6,46	> 6	> 5	> 4
DBO5 (mg/L)	0,92	< 3	< 5	< 10
Coliformes fecais (NMP/100mL)	165	< 200	< 1000	< 4000

Percebe-se que a qualidade da água de chuva do Campus do Morro do Cruzeiro no ano de 2006, de acordo com a resolução CONAMA nº 357, é de boa qualidade, pois se enquadra na Classe 1 da resolução.

4.8. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Segundo Lee et al. (2000) *apud* Annecchinni (2005), as técnicas mais comuns para coleta da água da chuva são através da superfície de telhados ou através de superfícies no solo, sendo que o sistema de coleta de chuva através da

superfície de telhados é considerado mais simples e, na maioria das vezes, produz uma água de melhor qualidade se comparado aos sistemas que coletam água de superfícies no solo.

Segundo Iwanami (1985) *apud* Sampaio (2013), é importante que haja um planejamento de aproveitamento de água de chuva para verificar a quantidade de água que poderá ser coletada e armazenada.

De acordo com Soares (1999) *apud* May (2004) quando a área apresenta precipitação elevada é necessário que a quantidade de chuva seja distribuída ao longo do tempo, pois caso a chuva seja acumulada em um pequeno período de tempo, o reservatório será muito grande e assim o projeto se torna inviável.

Basicamente, um sistema de aproveitamento de águas pluviais deve possuir a área de captação, telas ou filtros para remoção de materiais grosseiros, tubulação para condução da água e o reservatório de armazenamento.

4.8.1. ÁREA DE CAPTAÇÃO

De acordo com a NBR 15527, área de captação é a área, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada, em metros quadrados.

Nos casos em que a área de captação for a superfície de telhados, os mesmos devem ser projetados e construídos seguindo as normas técnicas e as especificações do fabricante de telhas. As telhas podem ser de qualquer material, no entanto, o melhor tipo é aquele que apresenta menor absorção de água (ANNECCHINNI, 2005).

Caso o telhado seja usado, é necessária a utilização de condutos, como calhas e condutores verticais, para o direcionamento da água de chuva para o reservatório. Devido a isso, as calhas e os condutores devem ser bem dimensionados, caso contrário haverá uma redução significativa da eficiência da coleta.

Para definir matematicamente a área de coleta, multiplica-se o comprimento da edificação pela largura da mesma, desta forma desconsidera-se a inclinação do telhado, conforme demonstrado na Figura 5.

Caso a coleta ocorra em superfície de solo, o mesmo deverá apresentar uma pequena inclinação para que a água possa escoar, conforme demonstrado na figura 6. É comum a existência de canais para direcionar a água da chuva para dentro do reservatório.



Figura 5 - Área de Coleta: telhado (MAY, 2004)



Figura 6 - Área de Coleta: telhado e pátio com armazenamento subterrâneo (MAY, 2004)

4.8.2. REMOÇÃO DE MATERIAIS GROSSEIROS

Qualquer que seja o sistema adotado para a coleta da água da chuva, deve-se evitar a entrada de folhas, gravetos ou outros materiais grosseiros no interior do reservatório de armazenamento final, pois estes poderão se decompor prejudicando assim a qualidade da água armazenada (ANNECCHINNI, 2005).

A remoção deste material é feita por um sistema simples, composto principalmente por telas ou grades que devem ser instalados nas calhas, no caso dos telhados, ou nas rampas, no caso dos solos, conforme ilustrado na figura 7.

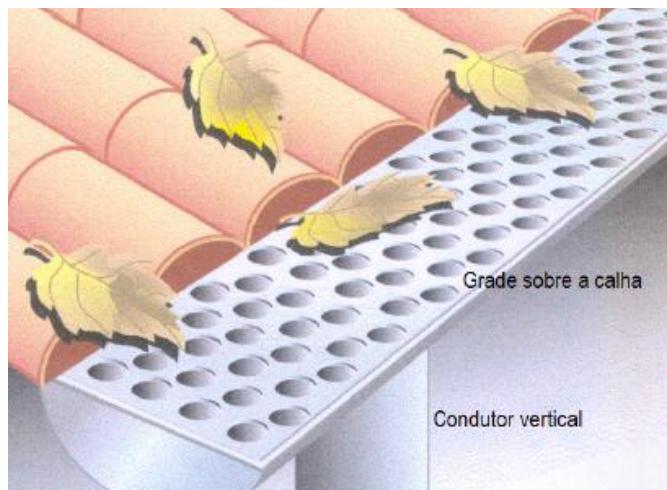


Figura 7 - Sistema de grade localizado sobre calha (MAY, 2004)

4.8.3. ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

O armazenamento da água de chuva é feito, comumente, em reservatórios que podem ser enterrados, semienterrado, apoiados sobre o solo ou elevados, sendo que poderá ser feito de diferentes tipos de materiais, tais como concreto armado, alvenaria, fibra de vidro, aço, polietileno, entre outros. Se a área de captação for conhecida, assim como a precipitação na região, é possível calcular o volume mínimo do reservatório. De acordo com Soares *et al* (2000) *apud* Sampaio (2013) o problema do tamanho do reservatório pode ser visto de duas maneiras: a quantidade de água necessária para manter a demanda e atender a demanda com um grau de confiabilidade aceitável.

Segundo Annecchini (2005), a escolha de onde instalar o reservatório, do tipo de reservatório e do material a ser utilizado deve ser feita verificando as condições do terreno. Os reservatórios superficiais devem ser instalados em locais que disponham de área livre, tendo a vantagem de possibilitar alguns usos sem a necessidade de bombeamento, como para a lavagem de áreas impermeáveis e a rega de jardins.

Ainda pelo mesmo trabalho, os reservatórios semienterrados ou enterrados, normalmente, necessitarão de bombeamento, seja ele manual ou mecânico, salvo alguns casos, como das cisternas instaladas no Nordeste, onde a população introduz baldes na cisterna para a retirada da água. O inconveniente dessa solução é a possibilidade de contaminar a água da cisterna pela introdução de objetos para a remoção da água.

Dependendo da arquitetura do telhado é possível instalar o reservatório logo abaixo do mesmo, evitando assim os gastos com o bombeamento da água.

Annecchini (2005) cita que apesar do aproveitamento de água de chuva ser extremamente útil, recomenda-se que a água de chuva não seja considerada como única fonte de suprimento de água, pois possíveis falhas do sistema de captação da água de chuva devem ser consideradas devido à sazonalidade e irregularidade da mesma. O ideal é que a água de chuva seja uma fonte alternativa, suplementando o sistema de abastecimento de água potável, sendo direcionada para fins não potáveis.

A autora cita, ainda, que algumas precauções devem ser tomados em relação ao reservatório para manter sua conservação e a qualidade da água:

- A cobertura do reservatório deve ser impermeável;
- Deve-se evitar a entrada de luz no reservatório, para evitar a proliferação de algas;
- A entrada de água no reservatório e o extravasor devem ser protegidos por telas, para evitar a entrada de insetos e pequenos animais no tanque;

- O reservatório deve ser dotado de uma abertura, também chamada de visita, para inspeção e limpeza;
- A água deve entrar no reservatório de forma que não provoque turbulência para não suspender o lodo depositado no fundo do reservatório;
- O reservatório deve ser limpo uma vez por ano para a retirada do lodo depositado no fundo do mesmo.

4.8.4. TRATAMENTO

De acordo com May (2004), o sistema de tratamento da água de chuva depende da qualidade da água coletada e do seu destino final. Caso seja necessário apenas um tratamento simples, utiliza-se sedimentação natural, filtração simples e cloração. Caso um tratamento mais complexo seja necessário, pode-se usar desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa.

Pelo fato da água da chuva inicial ser a mais poluída por lavar a superfície de captação e pela possibilidade da atmosfera estar contaminada por poluentes (GOULD, 1999 apud ANNECCHINNI, 2005), usa-se um método simples em que os primeiros milímetros de chuva (*first flush*) são descartados. Para isso, usa-se um reservatório de eliminação de primeira chuva. Tomaz (2003) denomina este procedimento como autolimpeza da água da chuva. Esse reservatório tem a finalidade de receber um volume determinado da chuva inicial, retendo-a ou descartando-a de forma que a mesma não entre em contato com a chuva seguinte, menos poluída, que será direcionada ao reservatório de armazenamento final.

4.9. COEFICIENTE DE RUNOFF

De acordo com Tomaz (2003) o volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo que o precipitado. Por isto, para efeito de cálculo, usa-se um coeficiente de escoamento superficial chamado de coeficiente de “runoff”, que é o quociente entre a água que escoa superficialmente pelo total da água precipitada. Para representá-lo, utiliza-se a letra “C”.

Existem alguns fatores fundamentais que influenciam na determinação deste coeficiente, que são: o material da superfície em que será coletada a água pluvial, a evaporação da água no contato com a superfície, o volume descartado da primeira água da chuva, assim como perdas por vazamentos e infiltrações.

Existem vários estudos pelo mundo com o objetivo de se determinar o valor para o coeficiente de runoff. Os valores variam de 0,90 até 0,67, sendo que as superfícies que apresentam maior valor são as mais indicadas para o aproveitamento da água da chuva.

Os prédios da sede e dos laboratórios da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto possuem o aço galvanizado como revestimento dos telhados.

De acordo com Tomaz (2003), telhas corrugadas de metal apresentam coeficiente de runoff entre 0,80 e 0,90.

Neste trabalho adotaremos $C=0,80$, pois este é o valor mais adotado em projetos e que foi sugerido por Pacey *et al.* (1996) apud TOMAZ, 2003).

4.10. PRIMEIRA ÁGUA

Conforme já foi mencionado, é comum que a superfície na qual a água de chuva será recolhida acumule sujeiras que poderão contaminar a água do reservatório, impossibilitando, assim, o uso para fins potáveis. A fim de minimizar este problema, é recomendável o descarte da porção inicial da água, sobretudo após períodos de longa estiagem.

Para que possa ocorrer o descarte desta água de qualidade inferior, vários tipos de mecanismos podem ser utilizados, estes podem ser de origem artesanal ou industrializada e também podem ser manuais ou automáticos. Sendo que esse último, o mais indicado.

Tomaz (2003) cita que os volumes de primeira chuva utilizados em vários estudos são variados. Na Flórida, utiliza-se o valor de 0,4 mm por m^2 de área de

captação. Já para Decah (1981) apud Annecchinni (2005) o valor varia de 0,8 a 1,5 mm de chuva por m² de captação. Pozzebon (2013) afirma que existe um consenso na comunidade científica de que o valor de descarte da primeira água varia, geralmente, entre 1,0 a 2,0 mm de chuva por m² de captação. Entretanto, alguns autores, ao considerar particularidades de alguns telhados, recomendam o descarte de 0,5 mm a 3,0 mm iniciais de precipitação.

A NBR 15527 recomenda que o projetista dimensione o dispositivo de descarte de água. Porém, na falta de dados, ela recomenda que o descarte seja de 2 mm da precipitação inicial por m² de telhado. O ideal, no entanto, seria analisar a qualidade da água da chuva e o tipo e estado do material usado na cobertura de captação para cada caso, além de se considerar o uso que se pretende dar para esta água (POZZEBON, 2013).

Neste trabalho, para facilitar os cálculos e pelo fato de que a água de chuva será utilizada para fins não nobres, não é necessário o descarte dos primeiros milímetros da precipitação.

4.11. PREVISÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

Existem diversas metodologias para a determinação do consumo de água, podendo ser através de experimentações, de métodos estatísticos ou pela utilização de fórmulas empíricas.

Devido ao curto período de tempo para execução deste trabalho, foi escolhido como método de definição do consumo de água na área de estudo a utilização de uma fórmula empírica, sendo que o método escolhido foi aquele apresentado pelo Documento Técnico de Apoio B3 (DTA B3) do PNCDA.

O consumo de água teórico de grandes consumidores, de acordo com o DTA B3, pode ser apresentado através das várias tipologias de edifícios, as quais correspondem também diversas preponderâncias de usos finais da água. Em um caso, a água é utilizada principalmente para fins sanitários convencionais, em outro pode constituir o meio de resfriamento de uma fonte de calor, ou mesmo ser constituinte do produto final, para citar alguns exemplos.

De acordo com o DTA B3 o consumo de água depende da tipologia da edificação. O consumo mensal médio ($m^3/mês$) para cada sistema é calculado pelas equações sugeridas por Berenhauser e Pulici (1983) *apud* DTA B3:

Tabela 5 - Fórmulas de consumo mensal de acordo com o tipo do edifício (DTA B3, 1999)

TIPO DO EDIFÍCIO	FÓRMULA DE CONSUMO
Clube esportivo	$Cm = 26 NC$
Edifícios comerciais	$Cm = 0,08 AC$
Escolas de 1º e 2º Grau	$Cm = 0,05 AC + 0,1 V + 0,7 F + 20$
Escolas de nível superior	$Cm = 0,03 AC + 0,7 F + 0,8 BS + 50$
Creches	$Cm = 3,8 F + 10$
Hospitais	$Cm = 2,9 F + 11,8 BS + 2,5 L + 280$
Hotéis de 1ª e 2ª Categoria	$Cm = 6,4 BH + 2,6 L + 400$
Hotéis de 2ª Categoria	$Cm = 3,1 BH + 3,1 L - 40$
Lavanderias industriais	$Cm = 0,02 \times Kg\ de\ roupa / mês$
Restaurantes	$Cm = 7,5 F + 8,4 BS$

Legenda: Cm = consumo mensal de água (m^3)

NC = número de chuveiros;

AC = área construída (m^2);

V = número de vagas;

F = número de funcionários;

BH = número de banheiros;

BS = número de bacias sanitárias;

L = número de leitos.

4.12. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

De acordo com SAMPAIO (2013), deve-se tomar cuidados com o dimensionamento do reservatório, pois este é um dos itens mais caros do sistema de aproveitamento pluvial, caso contrário, o projeto fica inviável. MAY (2004) defende que, dependendo do volume obtido no dimensionamento e nas condições do local de implantação do reservatório, o armazenamento poderá ser realizado para atender as seguintes situações:

- Armazenar água apenas para a demanda de alguns dias;
- Armazenar água para a demanda de 1 a 2 meses;
- Armazenar água para a demanda de 6 meses;
- Armazenar água para a demanda para o ano inteiro.

Segundo Soares *et al.* (2000) *apud* May (2004) os métodos para dimensionamento do reservatório podem ser classificados em 4 principais grupos, a saber:

- Métodos determinísticos quando os dados referentes à precipitação pluviométrica e a demanda são analisados pela curva de massa;
- Métodos aproximados, baseados em relações empíricas conhecidas;
- Métodos de modelação que são também conhecidos como método de transição probabilística da matriz;
- Método de análise de sistema dividindo-se em linear, não linear ou programação dinâmica.

Os modelos de dimensionamento de reservatório têm como dados de entrada, na maioria das vezes, séries históricas ou sintéticas de chuva, a demanda que se deseja atender, a área de captação da água de chuva e a eficiência requerida. Os dados resultantes da simulação são os volumes de armazenamento para uma ou mais probabilidades de falha de sistema (THOMAS & McGEEVER, 1997 *apud* ANNECCHINI, 2005).

Anneccchini (2005) afirma que, a fim de tornar o sistema mais eficiente e com o menor custo possível, é necessário o uso de estudos de dimensionamento do reservatório com a finalidade de compatibilizar a produção e a demanda, certificando-se do percentual de demanda possível de ser atendido, pois é de conhecimento comum que nas épocas de chuva todo o volume captado não será armazenado e nos períodos de seca o reservatório poderá estar vazio.

4.12.1. MÉTODO DE RIPPL

O Método de Rippl utiliza-se de um “diagrama de massa” para quantificar o volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão constante durante o ano, inclusive no período mais crítico de estiagem.

Existem duas soluções em que o dimensionamento pelo método de Rippl pode ser realizado: uma em que se utiliza um gráfico; outra em uma tabela é empregada. Neste trabalho foi utilizado a solução gráfica do método.

O diagrama de massa é definido pela integral da hidrógrafa, ou seja, um diagrama de volumes acumulados. A figura 8 ilustra dois diagramas de massa. Da figura podem-se tirar as seguintes informações:

- Num tempo t qualquer, a inclinação da tangente à curva dos volumes acumulados fornece a vazão naquele tempo;
- O volume acumulado em um dado intervalo de tempo é obtido pela diferença entre as leituras das ordenadas correspondentes aos tempos considerados;
- O período crítico é definido pelo intervalo de tempo (t_I, t_F) . Durante este período, nota-se que a tangente à curva dos volumes afluentes acumulados, que dá a vazão instantânea, apresenta inclinação menor a do segmento da reta OP ;
- O volume necessário para ser armazenado durante o período crítico, a ponto de manter uma vazão constante no sistema, é definido pela soma dos segmentos de reta δ_1 e δ_2 .

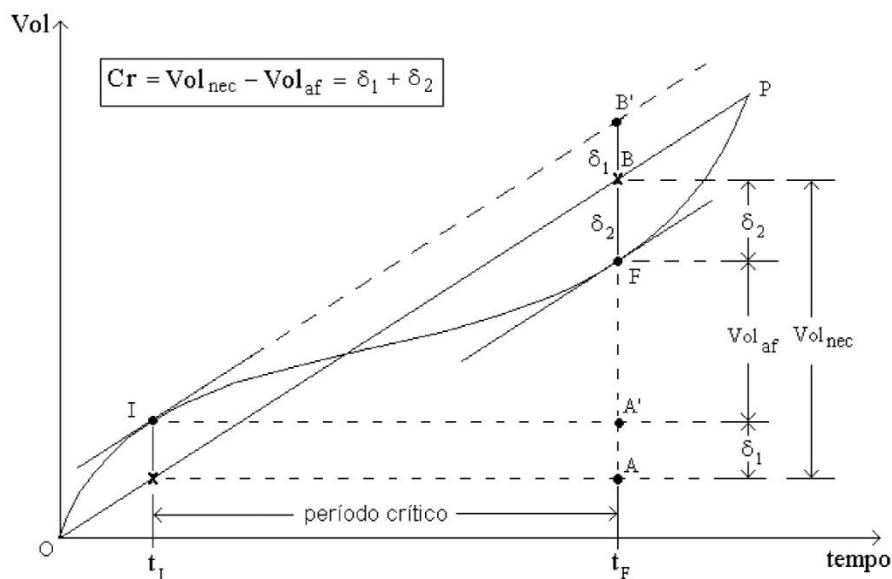


Figura 8 - Diagrama de Massas (BARBOSA)

Assim, o volume mínimo do reservatório para atender a uma demanda igual à média afluente do reservatório é dado pela equação:

$$Volume = \delta_1 + \delta_2$$

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

A cidade de Ouro Preto, localizada na região central do estado de Minas Gerais (Figura 9). Geograficamente, a cidade se encontra nas coordenadas 20°23'52" sul de latitude e 43°30'31" oeste de longitude o que pode ser visto no mapa da Figura 9, Ouro Preto tem uma altitude média de 1.179 metros, sendo que este é um dos motivos de possuir clima tropical de altitude, sendo assim, apresenta verão chuvoso e de temperaturas amenas e inverno seco (GOOGLE EARTH, 24/08/2015).

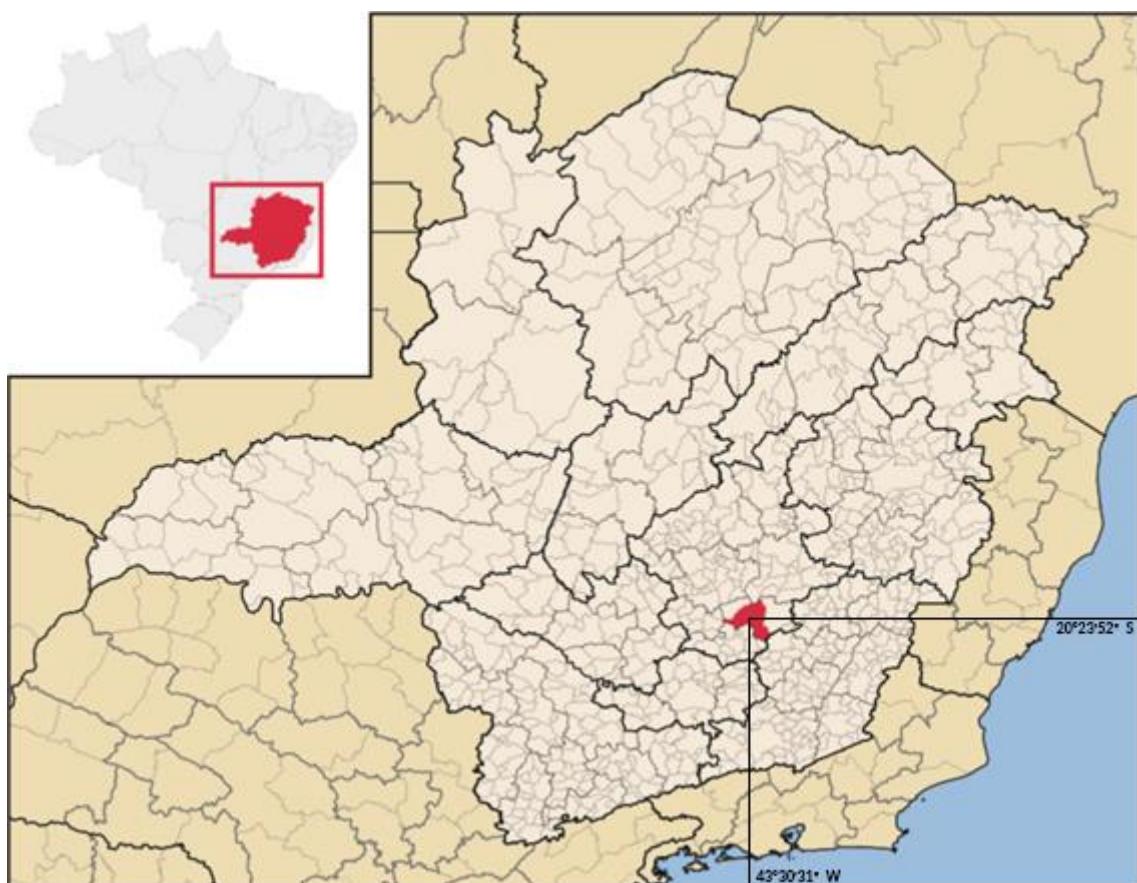


Figura 9 - Localização do município de Ouro Preto no estado de Minas Gerais
(WIKIPEDIA)

O estudo foi realizado nos prédios da sede da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (altitude de 1225,4 m) e nos Laboratórios do DECIV, DEMET e DECAT da Escola de Minas (altitude de 1221,7 m). Tais edifícios localizam-se no Campus Morro do Cruzeiro da Universidade Federal de Ouro Preto (Figura 10 e 11).

A Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, uma das mais tradicionais escolas de engenharia do Brasil, possui, nesse campus, algumas de suas instalações mais recentes. Este estudo será realizado em algumas dessas instalações, que são: a sede atual da Escola de Minas, os laboratórios do DECIV, do DECAT e do DEMET.



Figura 10 - Vista de Satélite do Campus Morro do Cruzeiro (GOOGLE EARTH, 24/08/2015)

A Figura 11 ilustra a área de estudo e indica os prédios analisados. Nessa figura pode-se perceber o laboratório do NUGEO, prédio o qual não se encontra no escopo deste trabalho pelo fato de sua construção não ter sido iniciada no início deste estudo.

Para o presente estudo foi levantada a área construída e de telhado de cada prédio, assim como o número de bacias sanitárias (incluindo o de mictórios) e os número de funcionários. A determinação do número de funcionários foi realizada

através do trabalho de conclusão de curso de SILVA (2014). O resultado obtido está apresentado na tabela 6.



Figura 11 - Vista de satélite da Escola de Minas (GOOGLE EARTH, 24/08/2015)

Tabela 6 - Caracterização dos edifícios do estudo, sendo que as áreas são em m^2

EDIFÍCIO	ÁREA CONST	ÁREA CAPT	Nº BACIAS	Nº FUNC
Escola de Minas	10441,16	4714,08	76	211
Lab. DECAT	1350,00	675,00	9	8
Lab. DECIV	1551,88	1429,56	9	3
Lab. DEMET	1429,56	1429,56	9	6

5.2. PREVISÃO DO VOLUME DE ÁGUA DE CHUVA

Para este trabalho foi considerada a série histórica de pluviometria do período que se estende de 1982 a 2013. Estes dados foram obtidos na estação pluviométrica de Saramenha em Ouro Preto e foram fornecidos pela antiga Alcan e, posteriormente, pela Novelis.

Para que se possa realizar um melhor dimensionamento do reservatório, será utilizado o conceito de ano hidrológico. O ano hidrológico começa no início do período chuvoso e termina com o fim do período de estiagem, sendo assim, na

região Sudeste, considera-se que o ano hidrológico vai de 1º de outubro de um determinado ano até 30 de setembro do ano seguinte.

A tabela 7 apresenta os valores das precipitações mensais, médias mensais e totais anuais, observados nos anos hidrológicos do período histórico mencionado.

Tabela 7 - Precipitações mensais, mensais médias e totais anuais observados na estação pluviométrica de Saramenha, em Ouro Preto, no período de 1982 e 2013 (valores em mm)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
OUTUBRO	163,1	259,5	48,0	138,7	25,6	48,3	80,2	154,2	69,8	115,0	156,9	203,1	120,1	178,3	153,2	194,3
NOVEMBRO	131,3	174,3	220,5	200,5	184,5	189,3	127,7	212,8	159,4	158,1	347,7	173,1	130,0	200,3	407,3	189,0
DEZEMBRO	444,3	256,6	395,5	428,2	517,6	456,7	177,7	555,1	159,3	277,5	411,3	289,1	329,5	528,0	400,5	165,6
JANEIRO	350,1	300,8	594,9	287,3	201,6	290,6	176,6	88,8	594,5	687,5	144,8	367,0	174,6	148,0	572,9	322,4
FEVEREIRO	194,1	58,8	303,4	187,9	87,8	99,5	317,4	141,9	256,1	292,0	207,4	59,4	188,5	275,3	138,1	299,3
MARÇO	218,0	92,7	296,3	220,6	297,1	104,6	188,1	109,3	290,1	62,3	143,4	206,1	226,9	167,4	208,1	112,9
ABRIL	138,7	45,4	85,4	41,9	114,9	205,4	16,2	75,2	65,1	93,5	165,1	60,8	64,7	51,6	96,5	70,0
MAIO	55,6	05,3	13,4	87,4	89,6	53,0	01,1	61,9	37,0	91,1	40,4	35,6	24,3	49,4	20,8	68,7
JUNHO	11,2	00,0	00,0	21,3	12,8	00,8	40,9	12,2	07,5	01,5	14,7	03,9	05,5	00,0	32,5	00,7
JULHO	32,1	10,8	00,9	47,1	05,8	00,0	49,5	32,5	02,1	18,7	00,0	01,0	08,2	00,0	02,2	03,2
AGOSTO	07,0	100,3	06,2	57,6	05,3	00,0	28,1	52,4	02,0	21,8	11,7	00,0	00,0	05,6	03,1	41,4
SETEMBRO	199,1	69,4	66,8	06,2	72,4	33,4	93,7	44,9	93,4	132,1	73,9	01,2	15,7	96,5	90,6	18,8
TOTAL	1944,6	1373,9	2031,3	1724,7	1615,0	1481,6	1297,2	1541,2	1736,3	1951,1	1717,3	1400,3	1288,0	1700,4	2125,8	1486,3

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	MÉDIA
OUTUBRO	164,3	87,6	77,2	114,2	30,6	70,1	68,9	51,5	192,9	104,8	62,4	140,0	148,8	155,0	88,7	84,7	117,19
NOVEMBRO	233,5	298,6	337,1	341,2	368,3	279,1	221,7	249,9	254,8	123,1	278,1	276,0	356,6	413,4	300,3	149,9	240,23
DEZEMBRO	157,2	252,8	272,5	347,7	449,1	265,5	390,9	301,4	374,1	147,0	471,6	336,5	356,6	565,9	218,8	400,8	346,90
JANEIRO	152,9	490,5	251,9	343,6	502,1	261,4	284,3	140,5	341,6	267,2	465,7	143,4	266,6	455,5	46,4	94,3	306,57
FEVEREIRO	120,2	131,9	75,4	280,1	59,0	318,0	220,2	105,5	149,3	138,3	319,6	71,1	82,7	63,3	112,9	42,6	168,66
MARÇO	336,0	179,4	188,8	112,3	158,0	241,7	383,1	356,9	60,6	227,8	271,6	316,8	268,4	151,9	158,8	139,1	202,97
ABRIL	23,0	20,4	24,0	25,8	61,6	149,6	112,3	63,9	42,7	126,3	81,0	142,5	85,8	47,7	190,0	121,0	84,63
MAIO	01,5	04,0	38,9	71,5	15,8	50,3	71,1	17,8	16,8	00,0	13,4	37,1	00,0	57,0	09,0	20,6	36,23
JUNHO	03,9	00,0	00,0	00,0	00,0	21,6	19,4	08,1	00,0	06,7	28,5	06,4	15,6	49,4	30,0	08,6	11,37
JULHO	00,1	12,3	02,5	01,0	01,4	43,4	15,6	01,3	08,8	00,0	17,4	00,0	00,0	00,0	00,0	07,5	10,17
AGOSTO	00,0	29,7	16,2	44,5	33,5	00,0	21,8	16,8	00,0	26,9	25,1	00,0	00,0	09,2	03,5	26,7	18,64
SETEMBRO	37,8	75,9	60,8	127,4	22,4	00,0	77,8	60,4	33,1	103,4	85,3	33,9	03,9	17,3	21,0	00,0	58,39
TOTAL	1230,4	1583,1	1345,3	1809,3	1701,8	1700,7	1887,1	1374,0	1474,7	1271,5	2119,7	1503,7	1585,0	1985,6	1179,4	1095,8	1601,94

De forma gráfica, a figura 12 demonstra as precipitações mensais médias encontradas em Ouro Preto, no já citado período.

A figura 13 apresenta a distribuição das precipitações totais anuais do período de 1982 a 2013. Ao analisar o gráfico da figura 13, percebe-se que o ano hidrológico de 1996 é aquele que apresenta maior pluviometria na série histórica, enquanto o ano hidrológico de 2013 é aquele que apresenta menor pluviometria na série histórica.

Desta forma, os anos hidrológicos de 1996 e 2013 serão utilizados para o dimensionamento dos reservatórios e, posteriormente, para as simulações do comportamento dos volumes armazenados nos reservatórios dimensionados.

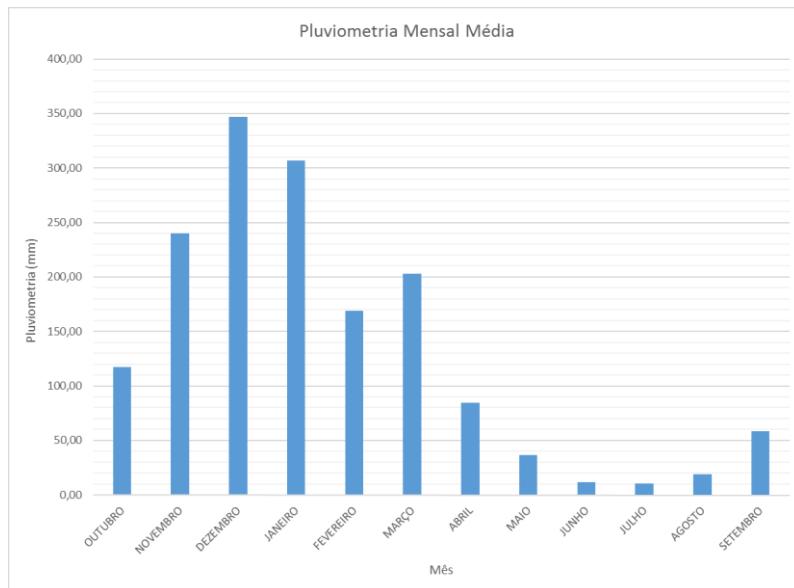


Figura 12 - Precipitações mensais médias de 1982 a 2013 em Ouro Preto

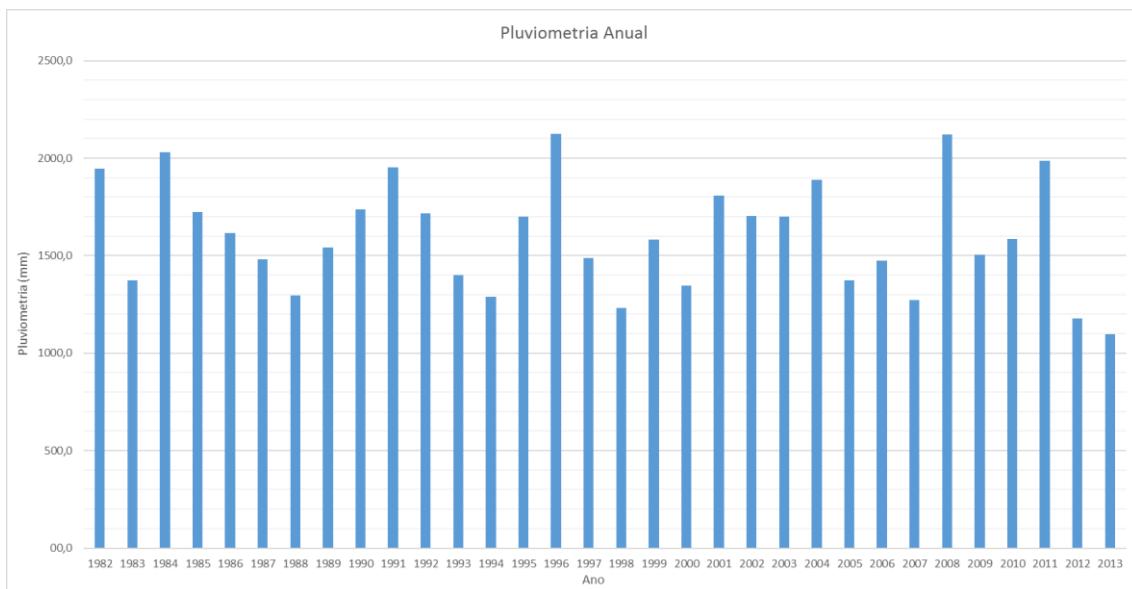


Figura 13 - Precipitação totais anuais em Ouro Preto

Os dados da pluviometria diária dos anos analisados são fornecidos pelas Tabelas 8 (ano de 2013, o de menor pluviometria) e 9 (ano de 1996, o de maior pluviometria).

A partir dos dados da pluviometria diária de todos os anos do período analisado, foi possível gerar uma pluviometria diária média, gerando-se assim, um ano hidrológico teórico, de pluviometria média, que será utilizado no dimensionamento do reservatório. A Tabela 10 apresenta os dados diários desse ano hipotético.

Tabela 8 - Pluviometria diária do ano hidrológico de 1996

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
01	20,7	21,5	00,0	20,2	28,0	05,2	18,8	05,3	00,0	00,0	00,0	00,0
02	00,0	26,5	00,0	89,6	00,0	17,4	06,9	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
03	00,0	18,0	00,0	114,2	00,0	34,2	07,6	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
04	09,4	19,0	02,6	110,2	00,0	04,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
05	00,0	07,5	08,6	27,3	00,0	18,9	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
06	00,0	00,0	00,0	44,2	02,0	13,3	00,0	00,0	22,0	00,0	00,0	00,0
07	37,1	06,4	01,7	00,0	00,0	13,4	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	06,0
08	06,8	00,0	15,3	06,7	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
09	00,5	00,0	14,9	00,0	11,8	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	03,1	00,0
10	00,0	00,0	00,0	00,0	26,2	05,1	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
11	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
12	00,0	02,8	21,2	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
13	00,0	00,0	15,4	22,7	00,0	00,0	00,0	00,0	05,2	00,0	00,0	00,0
14	00,0	00,0	03,8	00,9	00,0	07,3	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
15	00,0	13,6	41,0	00,0	00,0	07,4	00,0	00,0	04,5	00,0	00,0	00,0
16	09,4	07,4	18,5	05,5	00,0	50,7	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	11,4
17	04,3	07,8	13,6	16,3	00,0	13,2	00,0	00,0	00,8	00,0	00,0	00,8
18	00,0	72,3	07,0	07,9	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	05,0
19	00,0	49,1	01,4	00,2	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
20	00,0	11,8	47,8	25,5	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,8
21	00,0	50,4	25,9	00,0	00,0	00,0	07,4	00,0	00,0	00,0	00,0	34,5
22	13,2	54,2	20,0	31,8	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	16,0
23	00,0	35,4	15,8	00,0	00,0	00,0	00,0	02,5	00,0	02,2	00,0	00,0
24	00,0	03,6	36,0	00,0	06,0	00,0	15,8	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
25	00,0	00,0	10,0	00,0	06,6	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
26	00,3	00,0	65,2	00,0	01,0	00,0	00,0	03,8	00,0	00,0	00,0	02,6
27	10,2	00,0	03,8	00,0	35,5	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	08,5
28	40,7	00,0	07,7	00,0	21,0	04,0	40,0	00,0	00,0	00,0	00,0	01,3
29	00,6	00,0	00,0	00,0		00,0	00,0	09,2	00,0	00,0	00,0	00,0
30	00,0	00,0	03,3	00,2		09,4	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	03,7
31	00,0		00,0	49,5		04,6		00,0		00,0	00,0	
TOTAL	153,2	407,3	400,5	572,9	138,1	208,1	96,5	20,8	32,5	02,2	03,1	90,6

Tabela 9 - Pluviometria diária do ano hidrológico de 2013

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
01	01,7	00,0	25,3	00,0	00,0	08,0	08,5	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
02	00,0	00,0	04,4	35,8	00,0	00,0	15,4	00,0	08,6	00,0	00,0	00,0
03	13,7	00,0	00,0	00,0	00,0	06,8	06,1	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
04	00,0	00,0	40,0	00,0	00,0	00,0	11,3	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
05	22,3	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
06	00,0	06,0	09,1	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
07	00,0	19,7	59,2	00,0	00,0	31,5	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
08	00,0	36,6	16,5	00,0	00,0	45,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
09	00,0	02,2	10,2	00,0	00,0	17,5	00,0	10,6	00,0	00,0	00,0	00,0
10	30,0	00,0	00,0	00,0	00,0	06,2	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
11	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	30,5	00,0	00,0	01,5	00,0	00,0
12	00,0	00,0	39,7	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
13	00,0	00,0	08,0	00,0	00,0	03,8	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
14	00,0	00,0	0,6	00,0	00,0	14,0	16,8	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
15	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	11,1	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
16	00,0	00,0	00,0	00,0	14,2	00,0	03,4	00,0	00,0	00,0	18,0	00,0
17	00,0	00,0	04,0	00,0	06,3	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
18	01,1	00,0	00,0	48,8	06,8	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
19	10,4	09,0	01,8	00,0	02,2	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
20	00,0	00,0	00,0	00,0	05,8	00,0	03,5	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
21	00,0	00,0	11,2	07,5	00,0	00,0	0,8	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
22	00,0	00,0	39,5	00,0	00,0	06,3	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
23	00,0	36,6	33,4	02,2	00,0	00,0	12,1	00,0	00,0	01,5	00,0	00,0
24	00,0	00,0	38,9	00,0	07,3	00,0	01,5	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
25	00,0	11,0	02,3	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0
26	00,0	10,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	04,3	--	04,5	00,0	00,0
27	00,0	18,8	51,9	00,0	00,0	00,0	00,0	05,2	--	00,0	00,0	00,0
28	00,0	00,0	0,4	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	--	00,0	00,0	00,0
29	00,0	00,0	03,0	00,0		00,0	00,0	00,0	--	00,0	08,7	00,0
30	00,0	00,0	00,0	00,0		00,0	00,0	00,5	--	00,0	00,0	00,0
31	05,5		01,4	00,0		00,0		00,0		00,0	00,0	00,0
TOTAL	84,7	149,9	400,8	94,3	42,6	139,1	121,0	20,6	08,6	07,5	26,7	00,0

Tabela 10 - Pluviometria diária média do período de 1982 a 2013

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
01	03,1	05,7	10,2	14,7	05,9	05,4	07,4	00,9	00,9	00,7	00,0	00,7
02	03,3	08,5	09,4	16,5	03,5	05,8	02,3	01,1	00,9	00,2	00,3	01,5
03	05,5	11,5	03,5	17,2	10,5	08,8	03,6	02,5	00,9	00,0	01,4	01,5
04	02,8	09,2	09,0	16,3	04,4	11,3	02,9	01,0	01,1	00,0	00,1	01,3
05	03,6	10,4	07,1	16,9	07,2	09,8	04,4	01,4	00,1	00,6	00,0	01,5
06	00,8	05,9	09,5	10,6	08,3	08,2	05,6	01,1	00,9	00,8	00,7	01,1
07	07,5	07,0	12,9	06,4	05,7	08,6	08,2	01,7	00,1	00,2	00,6	02,4
08	03,1	07,0	13,2	13,5	05,9	09,1	05,1	00,3	00,6	00,4	00,1	01,3
09	02,4	03,8	06,6	08,5	07,1	06,3	04,1	01,2	00,4	00,0	00,3	00,9
10	03,6	07,5	09,3	08,5	07,1	08,2	04,3	01,4	00,5	00,3	00,3	00,3
11	01,7	06,0	12,8	07,2	07,9	05,5	04,3	00,6	00,1	00,7	00,2	00,7
12	03,4	06,9	13,9	07,9	05,5	04,8	02,3	00,7	00,7	00,3	00,2	00,3
13	06,2	08,9	13,3	09,1	08,5	10,3	02,8	01,3	00,5	00,2	00,7	00,9
14	02,3	06,1	12,3	07,6	04,6	04,3	02,6	00,4	00,0	00,2	00,5	00,8
15	01,7	08,1	13,8	07,2	04,8	08,1	01,7	01,1	00,3	00,0	00,1	03,4
16	02,2	07,3	13,3	09,3	06,2	14,9	01,7	00,8	00,3	00,1	01,8	03,5
17	02,6	06,7	17,3	08,3	06,3	04,1	02,5	01,7	00,0	00,3	00,7	01,2
18	05,2	12,4	12,9	14,0	08,6	05,4	02,2	01,4	00,0	00,0	01,1	02,2
19	02,5	07,8	13,4	10,0	06,0	05,8	01,7	00,4	00,3	00,4	00,6	01,1
20	06,0	08,6	09,4	09,6	03,0	08,5	02,7	02,8	00,0	00,4	00,4	02,2
21	06,4	09,7	15,1	07,2	04,0	03,7	00,4	02,1	00,5	01,0	01,0	02,7
22	08,6	05,7	13,3	10,2	03,7	07,0	00,4	00,4	00,2	00,1	01,5	03,8
23	06,0	09,7	09,2	10,8	08,2	06,4	01,5	01,9	00,1	00,2	00,3	01,8
24	04,0	07,4	11,2	07,7	06,7	06,1	01,9	01,5	00,0	00,7	01,1	04,0
25	04,7	06,8	10,3	07,2	04,0	07,5	01,3	01,2	00,2	00,4	00,4	02,4
26	03,3	09,6	16,1	07,2	07,9	02,3	01,0	01,7	00,8	00,3	01,7	03,8
27	04,0	10,7	11,1	09,3	04,7	02,5	03,5	01,1	00,9	00,0	00,2	03,0
28	02,1	14,2	13,2	14,6	05,9	04,5	03,1	00,5	00,0	00,5	00,6	02,8
29	04,6	10,4	10,9	04,3	03,2	02,0	02,0	01,6	00,0	00,4	01,3	03,9
30	04,1	07,5	10,1	05,3		02,9	00,6	01,5	00,6	00,3	00,9	04,4
31	04,9		09,9	10,1		09,8		01,1		01,0	01,0	
TOTAL	122,2	247,2	353,5	313,2	175,4	208,2	87,9	38,3	12,1	10,7	20,1	61,6

5.3. PREVISÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

O consumo de água para uso não potável dos edifícios que fazem parte do estudo será definido conforme descrito no Documento Técnico de Apoio do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, DTA B3.

Pelo fato dos prédios analisados serem considerados como escola de nível superior, de acordo com a tabela 3, a relação que estima o consumo dos referidos edifícios será:

$$C_m = 0,03 \times AC + 0,7 \times F + 0,8 \times BS + 50$$

Sendo: C_m = consumo médio

AC = área total construída

F = número de funcionários

BS = bacias sanitárias

Utilizando os dados apresentados na Tabela 6, estima-se os valores do consumo mensal dos edifícios conforme os seguintes valores, representados pela tabela 11:

Tabela 11 - Consumo mensal estimado dos edifícios da área de estudo

EDIFÍCIO	CONSUMO
Escola de Minas	572,02
Lab. DECAT	102,95
Lab. DECIV	105,86
Lab. DEMET	104,29
TOTAL	885,12

Para encontrar o valor do consumo diário estimado basta dividir o valor do consumo mensal estimado encontrado por 30, referente ao valor médio do número dos dias do mês. Desta forma, o consumo diário estimado médio é de **29,50 m³**.

5.4. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

O dimensionamento do reservatório terá como dados de entrada a precipitação diária da cidade de Ouro Preto, a área de captação de cada edifício, o coeficiente

de escoamento superficial de 0,8 e a demanda mensal será estimada como constante.

Estes dados serão utilizados para desenvolver o balanço hídrico do sistema de aproveitamento de água de chuva e em seguida para compatibilizar produção e demanda, na tentativa de determinar um volume ideal, que garantisse o maior período de abastecimento sem onerar o custo de instalação do sistema.

O dimensionamento do reservatório será realizado através do método de Rippl, sendo o MICROSOFT EXCEL o software utilizado para realizar os cálculos.

A planilha desenvolvida apresentará duas tabelas, a primeira possuirá os dados constantes, enquanto a segunda apresentará os valores encontrados.

A primeira tabela com os valores constantes necessários para o dimensionamento do reservatório, tem a seguinte constituição, conforme demonstrado na Tabela 12.

Tabela 12 - Tabela de valores constantes para dimensionamento do reservatório

VALORES CONSTANTES	
DEMANDA (m ³)	885,00
ÁREA DE CAPTAÇÃO (m ²)	8248,20
COEF. RUNNOFF	0,80

Tem-se que:

- Linha 1: demanda teórica mensal em m³;
- Linha 2: a área de captação dos telhados da área de estudo em m²;
- Linha 3: o coeficiente de Runnoff ou de escoamento dos telhados da área de estudo.

Na segunda tabela, tendo como entrada os valores constantes da tabela anterior e o valor pluviométrico mensal, gerará valores que permitirá o desenvolvimento do diagrama de massas e os volumes dos reservatórios nos anos analisados.

A primeira linha de dados, corresponderá a origem do diagrama.

A Tabela 13 demonstra a estrutura da tabela. Os dados observados nesta figura são correspondentes ao dimensionamento do ano hidrológico de 1996.

Tem-se que:

- Coluna 1: corresponde ao mês analisado;
- Coluna 2: chuva mensal em mm;
- Coluna 3: produção de chuva (m^3), correspondente ao valor mensal de chuva coletado pelo sistema. É obtido pela multiplicação da coluna 2 desta tabela com a área de captação do telhado e com o coeficiente de escoamento superficial. O resultado é dividido por 1.000 para obter-se o valor da produção em m^3 ;
- Coluna 4: volume de chuva acumulado em m^3 ;
- Coluna 5: volume de demanda acumulada em m^3 ;

Tabela 13 - Tabela de determinação do diagrama de massa para dimensionamento dos reservatórios

MÊS	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m^3)	VOLUME ACUMULADO (m^3)	DEMANDA ACUMULADA (m^3)
			0,00	0,00
OUTUBRO	153,20	1010,90	1010,90	885,00
NOVEMBRO	407,30	2687,59	3698,49	1770,00
DEZEMBRO	400,50	2642,72	6341,22	2655,00
JANEIRO	572,90	3780,32	10121,53	3540,00
FEVEREIRO	138,10	911,26	11032,79	4425,00
MARÇO	208,10	1373,16	12405,95	5310,00
ABRIL	96,50	636,76	13042,71	6195,00
MAIO	20,80	137,25	13179,96	7080,00
JUNHO	32,50	214,45	13394,42	7965,00
JULHO	2,20	14,52	13408,93	8850,00
AGOSTO	3,10	20,46	13429,39	9735,00
SETEMBRO	90,60	597,83	14027,22	10620,00
OUTUBRO (1997)	194,30	1282,10	15309,32	11505,00
NOVEMBRO (1997)	189,00	1247,13	16556,45	12390,00

Os dados obtidos nas colunas 4 e 5 serão utilizados para a criação de um diagrama de massas, sendo o período de tempo, em mês, como abscissa do gráfico e o volume, em m^3 , como ordenada.

O dimensionamento por diagrama de massas é realizado, conforme descrito pelo item 4.12.1, utilizando duas retas tangentes ao gráfico do volume acumulado, sendo que o período de tempo correspondente entre as retas é período crítico.

Por ser utilizado um ano hidrológico, foi necessário acrescentar os meses de outubro e novembro do ano hidrológico seguinte para obter a tangente que marca o fim do período crítico.

Esta metodologia será realizada para o dimensionamento de três volumes diferentes de reservatório, um para o ano de maior volume de chuva, um para o ano de menor volume de chuva e outro para o ano de volume de chuva médio.

5.5. SIMULAÇÃO DO CONSUMO DO RESERVATÓRIO

Com a determinação de três volumes distintos de reservatório uma nova planilha será constituída para simular a situação do volume de um reservatório durante o ano. Os volumes determinados pelo método de Rippl serão simulados em cada ano analisado anteriormente, e para determinar sua viabilidade, duas situações de volume inicial serão analisadas, uma com o reservatório vazio, outra com um volume inicial correspondente à metade da capacidade de cada reservatório.

O MICROSOFT EXCEL será utilizado para realizar as simulações.

A exemplo da planilha anterior, foram utilizadas duas tabelas: uma com os valores constantes dos cálculos, outra com o cálculo propriamente dito.

A primeira tabela apresenta a seguinte constituição, conforme demonstrado na Tabela 14.

Tabela 14 - Tabela de valores constantes para determinar a simulação

VALORES CONSTANTES	
DEMANDA DIÁRIA (m ³)	29,50
ÁREA DE CAPTAÇÃO (m ²)	8248,20
COEF. RUNNOFF	0,80
VOLUME DO RESERVATÓRIO 1 (m ³)	3700,00
VOLUME DO RESERVATÓRIO 2 (m ³)	4200,00
VOLUME DO RESERVATÓRIO 3 (m ³)	5600,00

Tem-se que:

- Linha 1: a demanda teórica diária em m³;
- Linha 2: a área de captação do telhado da área de estudo em m²;
- Linha 3: o coeficiente de Runnoff ou de escoamento;

- Linha 4: o volume dimensionado do ano de maior chuva em m³;
- Linha 5: o volume dimensionado do ano de chuva média em m³;
- Linha 6: o volume dimensionado do ano de menor chuva em m³.

Na segunda tabela, utilizando os valores de entrada da tabela anterior, teremos o desenvolvimento da simulação do volume presente nos reservatórios.

A primeira linha de dados corresponde à origem do sistema.

Para que os dados pudessem ser melhor observados, foi utilizado cores de acordo com a situação do reservatório. A cor bege será utilizada para quando o reservatório se encontrar vazio, a azul para quando o reservatório apresentar água armazenada e verde para quando a capacidade máxima estiver alcançada.

Para melhor entender o comportamento do reservatório também foram utilizadas cores. Quando a produção é superior à demanda, o reservatório se encontra em processo de enchimento, e para isto foi utilizada a cor azul. Quando a produção não for suficiente para atender a demanda, o reservatório tem seu volume armazenado diminuído e para simbolizar este evento, foi utilizada a cor vermelha.

A Tabela 15 apresenta o modelo da tabela de simulação que será utilizada. Para fins de demonstração, os dados observados na figura correspondem ao mês de outubro do ano hidrológico de 1996, aquele que apresenta maior pluviometria.

A Tabela 15 apresenta a seguinte configuração:

- Coluna 1: data analisada em dias e mês;
- Coluna 2: pluviometria diária em mm;
- Coluna 3: produção de chuva (m³), correspondente ao valor mensal de chuva coletado pelo sistema. É obtido pela multiplicação da coluna 2 desta tabela com a área de captação do telhado e com o coeficiente de escoamento superficial. O resultado é dividido por 1.000 para obter-se o valor da produção em m³;

- Coluna 4: produção de chuva encontrada pela coluna 3 subtraída à demanda diária, em m³;
- Coluna 5: volume armazenado no reservatório 1;
- Coluna 6: volume armazenado no reservatório 2;
- Coluna 7: volume armazenado no reservatório 3;

Um gráfico será desenvolvido com os valores encontrados nas colunas 5, 6 e 7. No eixo das abscissas terá o período de tempo em meses, enquanto no eixo das ordenadas representará o volume armazenado em m³.

Tabela 15 - Tabela de simulação do volume presente nos reservatórios

DATA MÊS	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m ³)	PRODUÇÃO - DEMANDA - PRIMEIRA ÁGUA (m ³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m ³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m ³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m ³)
DIA						
0				0,00	0,00	0,00
1	20,70	136,59	90,59	90,59	90,59	90,59
2	0,00	0,00	-29,50	61,09	61,09	61,09
3	0,00	0,00	-29,50	31,59	31,59	31,59
4	9,40	62,03	32,53	64,12	64,12	64,12
5	0,00	0,00	-29,50	34,62	34,62	34,62
6	0,00	0,00	-29,50	5,12	5,12	5,12
7	37,10	244,81	215,31	220,43	220,43	220,43
8	6,80	44,87	15,37	235,80	235,80	235,80
9	0,50	3,30	-26,20	209,60	209,60	209,60
10	0,00	0,00	-29,50	180,10	180,10	180,10
11	0,00	0,00	-29,50	150,60	150,60	150,60
12	0,00	0,00	-29,50	121,10	121,10	121,10
13	0,00	0,00	-29,50	91,60	91,60	91,60
14	0,00	0,00	-29,50	62,10	62,10	62,10
15	0,00	0,00	-29,50	32,60	32,60	32,60
16	9,40	62,03	32,53	65,12	65,12	65,12
17	4,30	28,37	-1,13	64,00	64,00	64,00
18	0,00	0,00	-29,50	34,50	34,50	34,50
19	0,00	0,00	-29,50	5,00	5,00	5,00
20	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
22	13,20	87,10	57,60	57,60	57,60	57,60
23	0,00	0,00	-29,50	28,10	28,10	28,10
24	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
26	0,30	1,98	-27,52	0,00	0,00	0,00
27	10,20	67,31	37,81	37,81	37,81	37,81
28	40,70	268,56	239,06	276,87	276,87	276,87
29	0,60	3,96	-25,54	251,33	251,33	251,33
30	0,00	0,00	-29,50	221,83	221,83	221,83
31	0,00	0,00	-29,50	192,33	192,33	192,33

5.6. DEFINIÇÕES DO RESERVATÓRIO

Com as simulações realizadas, é possível determinar um volume de reservatório que permita ao sistema de aproveitamento de água de chuva manter a demanda do consumo durante o ano.

Com o volume definido, será determinado um local próximo à área de estudo para que o reservatório seja instalado.

Uma proposta da disposição do espaço do reservatório será feita e, a partir da mesma, um levantamento preliminar de custos será realizado.

6. DISCUSSÃO E RESULTADO

6.1. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Para definir os três volumes de reservatórios que serão analisados, será utilizado o método de Rippl.

Os anos hidrológicos analisados, conforme já justificado, serão os de 1996, 2013 e um ano hidrológico teórico de pluviometria diária média.

6.1.1. Ano Hidrológico de 1996

O ano hidrológico de 1996 apresenta a maior pluviometria da série histórica de 1982 a 2013.

Utilizando a metodologia descrita no item 5.4, foi desenvolvido o diagrama de massas do já citado ano.

Utilizando uma demanda mensal de 885 m³, uma área de captação de 8.248 m² e um coeficiente de escoamento de 0,80, a Tabela 16 foi gerada.

Tabela 16 - Dados para o dimensionamento utilizando a pluviometria do ano hidrológico de 1996

MÊS	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	VOLUME ACUMULADO (m³)	DEMANDA ACUMULADA (m³)
			0,00	0,00
OUTUBRO	153,20	1010,90	1010,90	885,00
NOVEMBRO	407,30	2687,59	3698,49	1770,00
DEZEMBRO	400,50	2642,72	6341,22	2655,00
JANEIRO	572,90	3780,32	10121,53	3540,00
FEVEREIRO	138,10	911,26	11032,79	4425,00
MARÇO	208,10	1373,16	12405,95	5310,00
ABRIL	96,50	636,76	13042,71	6195,00
MAIO	20,80	137,25	13179,96	7080,00
JUNHO	32,50	214,45	13394,42	7965,00
JULHO	2,20	14,52	13408,93	8850,00
AGOSTO	3,10	20,46	13429,39	9735,00
SETEMBRO	90,60	597,83	14027,22	10620,00
OUTUBRO (1997)	194,30	1282,10	15309,32	11505,00
NOVEMBRO (1997)	189,00	1247,13	16556,45	12390,00

Com os dados obtidos da Tabela 16, foi possível desenvolver o diagrama de massas apresentado na Figura 14.

Utilizando a metodologia descrita na seção 4.12.1, pode-se estabelecer que:

$$\delta_1 = 7.000 \text{ m}^3$$

$$\delta_2 = 3.300 \text{ m}^3$$

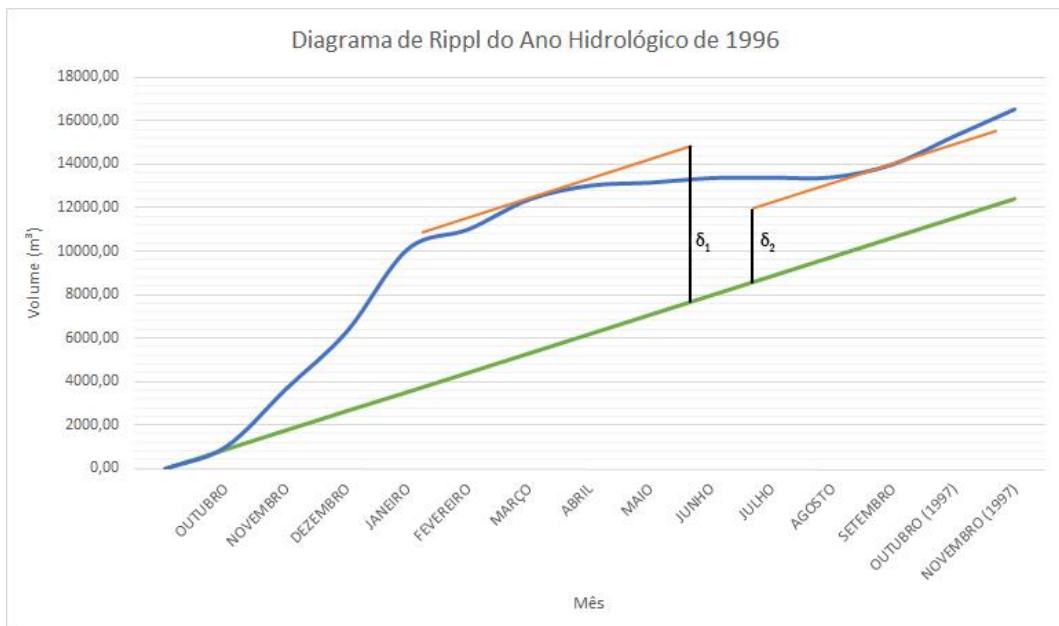


Figura 14 - Diagrama de massas do ano hidrológico de 1996

Assim, conclui-se que:

$$Volume = \delta_1 + \delta_2 = 7.000 - 3.300 m^3$$

$$Volume = 3.700 m^3$$

Desta forma, para que se consiga manter a demanda constante durante o ano hidrológico de 1996, é necessário um reservatório de 3.700 m³.

6.1.2. Ano Hidrológico de 2013

O ano hidrológico de 2013 apresenta menor pluviometria no período histórico de 1982 a 2013.

Para desenvolver o diagrama de massas desse ano, foi utilizada a metodologia descrita na seção 5.4.

Utilizando uma demanda mensal de 885 m³, uma área de captação de 8.248 m² e um coeficiente de escoamento de 0,80, a Tabela 17 foi gerada.

Tabela 17 - Dados para o dimensionamento utilizando a pluviometria do ano hidrológico de 2013

MÊS	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m ³)	VOLUME ACUMULADO (m ³)	DEMANDA ACUMULADA (m ³)
			0,00	0,00
OUTUBRO	84,70	558,90	558,90	885,00
NOVEMBRO	149,90	989,12	1548,02	1770,00
DEZEMBRO	400,80	2644,70	4192,73	2655,00
JANEIRO	94,30	622,24	4814,97	3540,00
FEVEREIRO	42,60	281,10	5096,07	4425,00
MARÇO	139,10	917,86	6013,93	5310,00
ABRIL	121,00	798,43	6812,35	6195,00
MAIO	20,60	135,93	6948,28	7080,00
JUNHO	8,60	56,75	7005,03	7965,00
JULHO	7,50	49,49	7054,52	8850,00
AGOSTO	26,70	176,18	7230,70	9735,00
SETEMBRO	0,00	0,00	7230,70	10620,00
OUTUBRO (2014)	65,08	429,43	7660,14	11505,00
NOVEMBRO (2014)	305,00	2012,56	9672,70	12390,00

Com os dados da Tabela 17, foi possível desenvolver o diagrama de massas do ano hidrológico de 2013. Este diagrama é apresentado pela Figura 15.

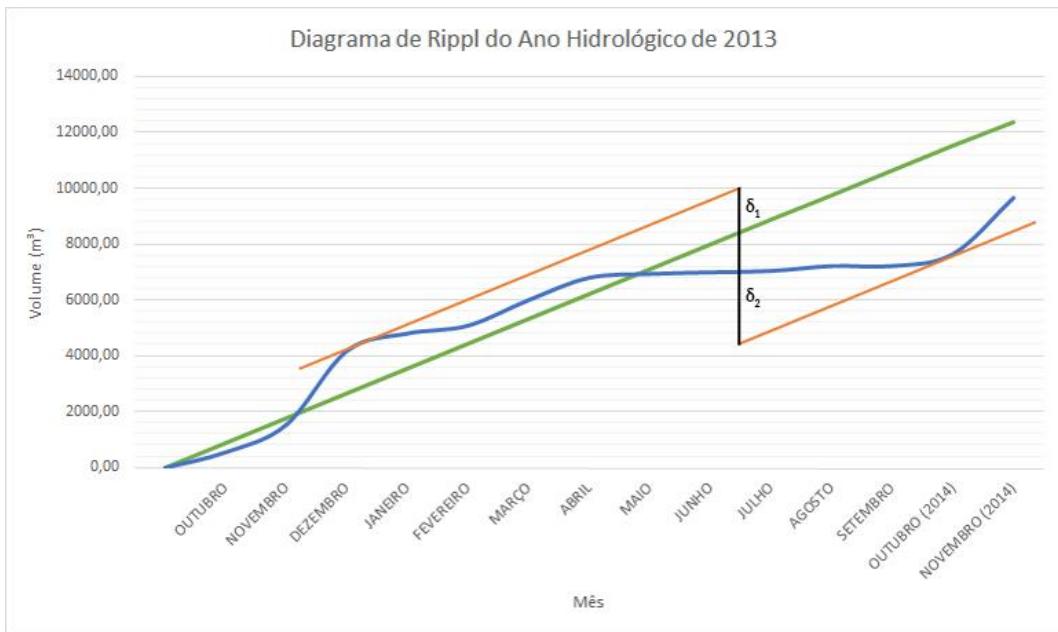


Figura 15 - Diagrama de massas do ano hidrológico de 2013

Utilizando a metodologia descrita na seção 4.12.1, pode-se estabelecer que:

$$\delta_1 = 2.700 \text{ } m^3$$

$$\delta_2 = 2.900 \text{ } m^3$$

Assim, conclui-se que:

$$Volume = \delta_1 + \delta_2 = 2.700 \text{ } m^3 + 2.900 \text{ } m^3$$

$$Volume = 5.600 \text{ } m^3$$

Desta forma, um reservatório de 5.600 m³ é necessário para manter constante a demanda durante o ano hidrológico de 2013.

6.1.3. ANO DE PLUVIOMETRIA MÉDIA

Conforme já descrito, foi gerado um ano hidrológico teórico de pluviometria média diária, utilizando os dados obtidos na Estação Pluviométrica de Saramenha entre os anos de 1982 e 2013.

Utilizando a metodologia da seção 5.4 foi desenvolvido o diagrama de massas desse ano.

Utilizando uma demanda mensal de 885 m³, uma área de captação de 8.248 m² e um coeficiente de escoamento de 0,80, a Tabela 18 foi gerada.

Tabela 18 - Dados para o dimensionamento utilizando a pluviometria do ano hidrológico médio teórico

MÊS	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m ³)	VOLUME ACUMULADO (m ³)	DEMANDA ACUMULADA (m ³)
			0,00	0,00
OUTUBRO	117,19	773,27	773,27	885,00
NOVEMBRO	240,23	1585,19	2358,46	1770,00
DEZEMBRO	346,90	2289,06	4647,52	2655,00
JANEIRO	306,57	2022,93	6670,45	3540,00
FEVEREIRO	168,66	1112,89	7783,34	4425,00
MARÇO	209,52	1382,53	9165,87	5310,00
ABRIL	84,63	558,40	9724,27	6195,00
MAIO	36,23	239,07	9963,35	7080,00
JUNHO	11,37	75,00	10038,34	7965,00
JULHO	10,17	67,10	10105,44	8850,00
AGOSTO	18,64	122,98	10228,42	9735,00
SETEMBRO	58,39	385,29	10613,72	10620,00
OUTUBRO - A.S.	117,19	773,29	11387,00	11505,00
NOVEMBRO - A.S.	240,23	1585,17	12972,17	12390,00

Com os dados da Tabela 18, foi possível desenvolver o diagrama de massas do ano hidrológico de 2013. Este diagrama é apresentado pela Figura 16.

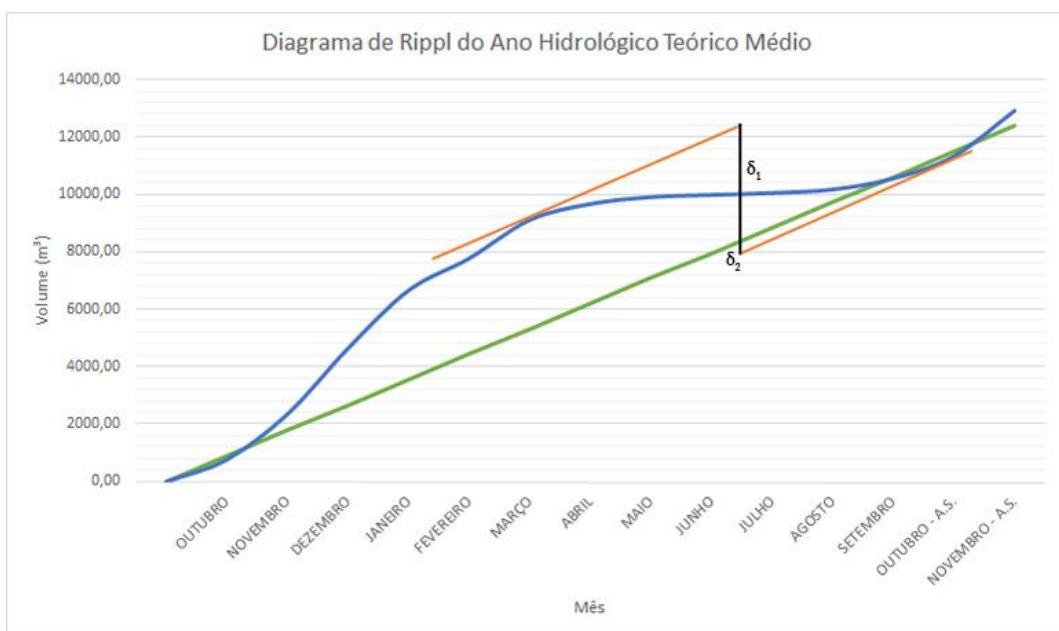


Figura 16 - Diagrama de massas do ano hidrológico de pluviometria média

Utilizando a metodologia descrita na seção 4.12.1, pode-se estabelecer que:

$$\delta_1 = 4.000 \text{ m}^3$$

$$\delta_2 = 400 \text{ m}^3$$

Assim, conclui-se que:

$$Volume = \delta_1 + \delta_2 = 4.000 \text{ m}^3 + 400 \text{ m}^3$$

$$Volume = 4.400 \text{ m}^3$$

Assim, para que se consiga manter a demanda constante durante o ano hidrológico teórico de pluviometria média é necessário um reservatório de 4.400 m³.

6.2. SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO RESERVATÓRIO

Com os volumes dos reservatórios já determinados, serão feitas simulações do comportamento dos volumes armazenados nesses reservatórios nos anos de menor e maior pluviometria e de um ano com a pluviometria média da região.

Primeiramente, utilizar-se-á a situação em que o reservatório se encontra totalmente vazio. Na segunda rodada de simulações, cada reservatório se encontrará na metade de sua capacidade máxima.

6.2.1. COMPORTAMENTO DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 1996 COM O VOLUME INICIAL NULO

O ano hidrológico de 1996 apresenta a maior pluviometria da série histórica analisada, sendo que neste ano apresentou uma pluviometria de 2.125,8 mm.

Ao realizar a simulação do comportamento dos volumes encontrados nos reservatórios de 3.700 m³, 4.400 m³ e de 5.600 m³ utilizando a metodologia descrita na seção 5.5 e usando 29,50 m³ de demanda diária, 8.248 m² de área de captação e 0,80 de coeficiente de escoamento, é gerado o gráfico demonstrado na Figura 17. Os dados são encontrados na tabela I dos anexos.

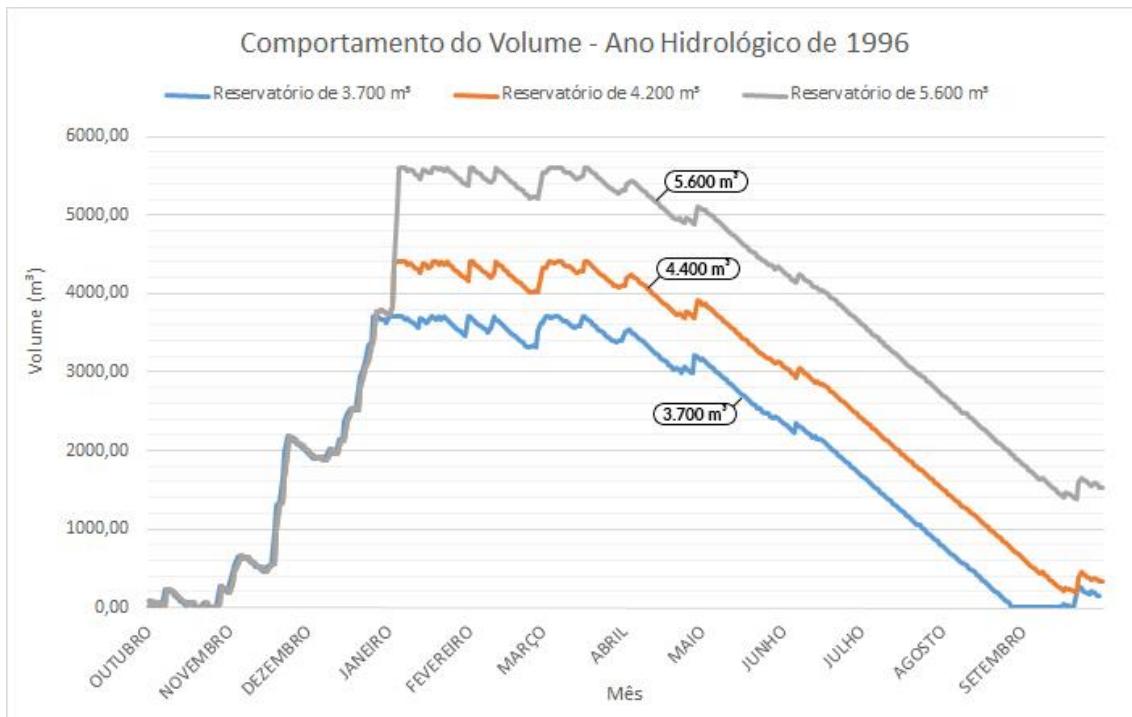


Figura 17 - Comportamento do volume armazenado nos reservatórios com a pluviometria do ano hidrológico de 1996 e com volume inicial nulo

Para melhor compreender o gráfico, será utilizado o gráfico da pluviometria mensal do ano hidrológico de 1996, o qual é representado pela figura 18.

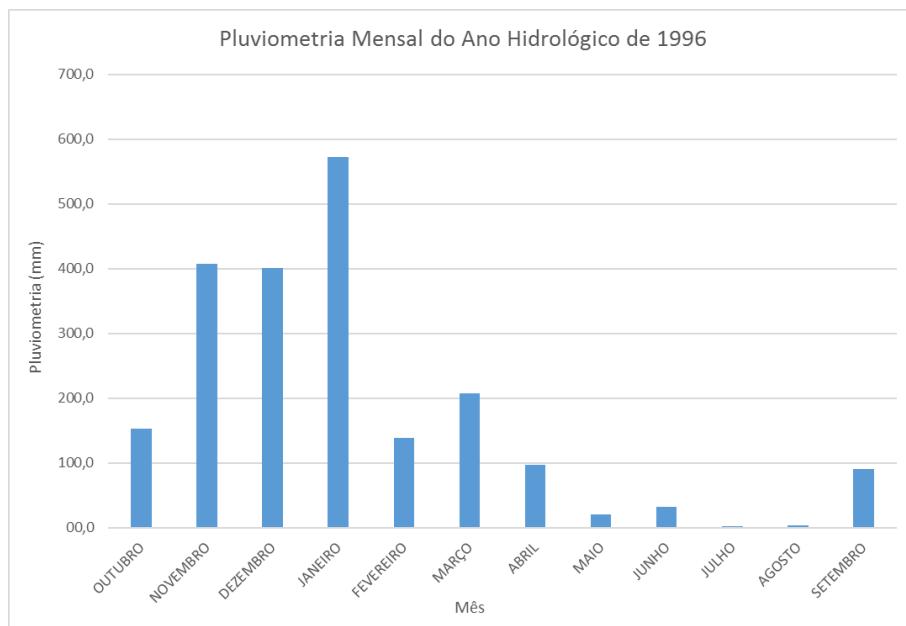


Figura 18 - Pluviometria mensal do ano hidrológico de 1996

Para que a pluviometria de um mês consiga manter a demanda do consumo mensal, é necessário que chova 134,1 mm. Caso chova a mais, o excesso será armazenado e utilizado nos meses de estiagem. Dessa forma, o período correspondente de outubro a março (período chuvoso do ano hidrológico da região Sudeste) consegue ter uma produção de chuva satisfatória, sendo janeiro o mês de maior pluviometria (572,9 mm).

Do início deste período até o fim de dezembro, os três reservatórios apresentam um comportamento do volume armazenado semelhante. Isto é observado até o momento que o reservatório de 3.700 m³ consegue armazenar sua capacidade máxima.

Durante o mês de outubro ocorre a situação de encontrar os três reservatórios vazios durante 5 dias, apesar de que o mês apresentar uma pluviometria de 153,2 mm, valor superior à necessária para manter a demanda mensal. Isto ocorre devido ao fato de que as chuvas não serem constantes durante o mês.

No período chuvoso, conforme apresentado pela figura 21, os volumes armazenados nos reservatórios encontram-se em processo de enchimento, sendo que a quantidade de chuva precipitada durante o período fora tão satisfatória que todos os reservatórios conseguem armazenar sua capacidade máxima. O reservatório de 3.700 m³ encontrou-se assim em 20 dias, o de 4.400 m³ em 17 dias e o de 5.600 m³ em 15 dias.

O período de estiagem do ano hidrológico de 1996, que corresponde ao período de abril a setembro, apresenta uma pluviometria mensal inferior aos 134,1 mm necessários para que a demanda do mês seja oriunda da produção de chuva. A pluviometria dos meses de julho e agosto, 02,2 mm e 03,1 mm respectivamente, é tão baixa que em nada ajuda para aumentar a quantidade de água armazenada nos reservatórios.

Neste período os reservatórios encontram-se em processo de diminuição do volume armazenado, sendo que o reservatório de 3.700 m³ ocorre a situação crítica de secar, isto ocorre em 19 dias. Os reservatórios de 4.400 m³ e de 5.600

m^3 conseguem manter o consumo durante o período de estiagem, sendo que o menor volume armazenado foi de 1.384,04 m^3 para o reservatório de 5.600 m^3 e de 184,08 m^3 para o de 4.400 m^3 .

Durante o ano hidrológico de 1996, os reservatórios de 4.400 m^3 e de 5.600 m^3 conseguem manter a demanda do consumo da sede e dos laboratórios da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto durante o período de estiagem.

O reservatório de 5.600 m^3 encontra-se em sua capacidade máxima em 15 dias durante o período chuvoso, e termina o ano hidrológico armazenando 1.528,54 m^3 de água, enquanto o reservatório de 4.400 m^3 encontra-se em sua capacidade máxima em 17 dias durante o período chuvoso e termina o ano hidrológico com 328,54 m^3 de água armazenada.

O reservatório de 3.700 m^3 , o de menor volume de armazenamento, encontra-se em sua capacidade máxima em 20 dias durante o período de chuvas e seca-se em 19 dias durante o período de estiagem. No fim do ano hidrológico o reservatório apresentou 144,46 m^3 de água armazenada.

6.2.2. COMPORTAMENTO DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 2013 COM O VOLUME INICIAL NULO

O ano hidrológico de 2013 apresenta a menor pluviometria da série histórica analisada. Neste ano hidrológico ocorreu uma pluviometria de 1.095,8 mm.

Utilizando a metodologia apresentada na seção 5.5 para simular o comportamento dos volumes de água armazenados nos reservatórios de 3.700 m^3 , de 4.400 m^3 e de 5.600 m^3 foi gerada a tabela II dos anexos e a Figura 19, a qual apresenta o gráfico que demonstra o comportamento dos volumes de água armazenados.

Os valores constantes utilizados foram 29,50 m^3 de demanda diária, 8.248 m^2 de área de captação e 0,80 de coeficiente de escoamento.



Figura 19 - Comportamento do volume armazenado nos reservatórios com a pluviometria do ano hidrológico de 2013 e com volume inicial nulo

Para haver uma melhor compreensão do gráfico apresentado pela Figura 19, é necessária que a análise desse gráfico seja realizada em conjunto com a pluviometria mensal do ano hidrológico de 2013, apresentada pela Figura 20.

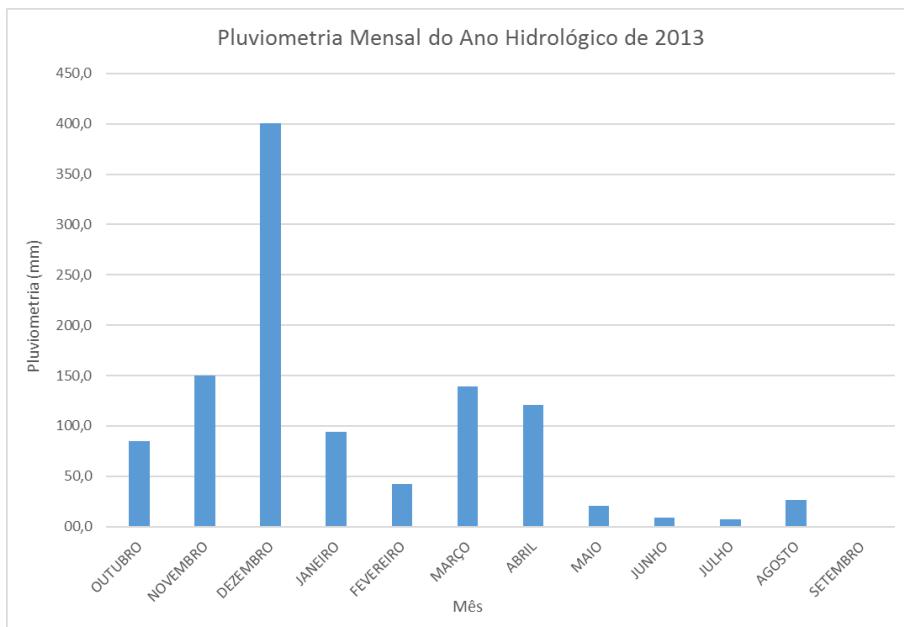


Figura 20 - Pluviometria mensal do ano hidrológico de 2013

Ao se comparar a pluviometria mensal do ano hidrológico de 2013, apresentada na figura 24, com a pluviometria mensal média do período histórico de 1982 a 2013, apresentada na figura 12, pode-se perceber que apenas o mês de dezembro apresenta precipitações superiores ao mês correspondente da série histórica. Outro importante fator que justifica o comportamento do gráfico da figura 23, é o fato que apenas os meses de novembro, dezembro e março apresentam pluviometria superior aos 134,1 mm necessários para que possa ocorrer armazenamento de água no sistema.

No início do ano hidrológico, entre os meses de outubro e novembro, os três reservatórios encontram-se secos em 20 dias.

A pluviometria deste ano hidrológico foi tão baixa que nenhum reservatório conseguiu alcançar sua capacidade máxima de armazenamento, sendo que os três reservatórios conseguiram armazenar no máximo 2.087,06 m³ de água no início de janeiro. Esse fator consegue justificar o fato de que os três reservatórios apresentarem comportamentos idênticos.

De janeiro a março, devido às baixas pluviometrias dos meses de janeiro e fevereiro, o volume armazenado diminui, voltando a aumentar apenas nas chuvas de março.

Ao começar o período de estiagem em abril, os volumes armazenados pelos reservatórios diminuem, alcançando a situação crítica de se encontrarem secos já em junho, devido ao fato do baixo volume de água armazenado durante o período chuvoso. Durante esse período os três reservatórios se encontram vazios em 104 dias, terminando o ano hidrológico completamente vazios.

Durante o ano hidrológico de 2013, nenhum dos três reservatórios consegue atingir sua capacidade de armazenamento máximo, sendo 2.087,06 m³ o maior volume de água armazenada. Ao todo, foram 124 dias, destes 104 são encontrados no período de estiagem, em que os reservatórios se encontraram secos, terminando o ano hidrológico completamente vazios.

6.2.3. COMPORTAMENTO DOS RESERVATÓRIOS NO ANO TEÓRICO DE PLUVIOMETRIA MÉDIA COM VOLUME INICIAL NULO

Utilizando um ano hidrológico teórico em que sua pluviometria é a média da pluviometria encontrada na série histórica de 1982 a 2013 e a metodologia apresentada na seção 5.5, foi desenvolvida a tabela III dos anexos e a Figura 21, em que apresenta o gráfico do comportamento do volume de água armazenado nos reservatórios de 3.700 m³, 4.400 m³ e de 5.600 m³.

Sendo a demanda mensal de 29,50 m³, a área de captação de 8.248 m² e o coeficiente de escoamento de 0,80.

Para melhor compreender o comportamento do volume de água armazenado nos reservatórios, foi gerada um gráfico que apresentasse a pluviometria mensal média encontrada durante o ano hidrológico teórico de pluviometria mensal média. Este gráfico pode ser observado na figura 22.

Esse ano hidrológico teórico apresenta 1.608,5 mm de pluviometria total.

No início do ano hidrológico, a produção de chuva no mês de outubro é inferior aos 134,1 mm de precipitação necessários para que haja armazenamento de água nos reservatórios. Motivo pelo qual os reservatórios encontram-se 14 dias vazios.

A partir do mês de novembro até o mês de março, período em que ocorrem as maiores pluviometrias do ano hidrológico, os reservatórios encontram-se em processo de aumento do volume de água armazenado, no entanto apenas o reservatório de 3.700 m³ consegue alcançar sua capacidade máxima de armazenamento. Isto ocorre em 17 dias entre os meses de março e abril.

Pelo fato de não alcançarem sua capacidade máxima, os reservatórios de 4.400 m³ e de 5.600 m³ têm comportamento do volume de água armazenado durante o ano hidrológico teórico de pluviometria média idêntico, sendo 4.129,78 m³ o volume máximo de água armazenada nesses reservatórios.

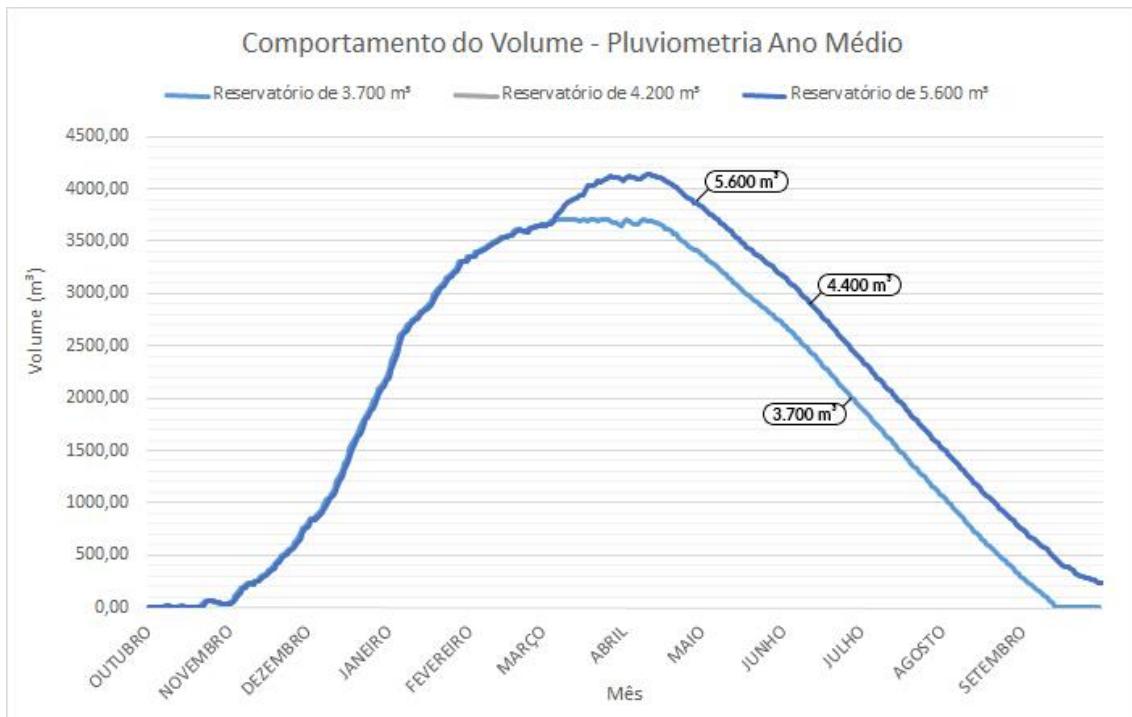


Figura 21 - Comportamento do volume armazenado nos reservatórios com a pluviometria do ano hidrológico teórico de pluviometria média e com volume inicial nulo

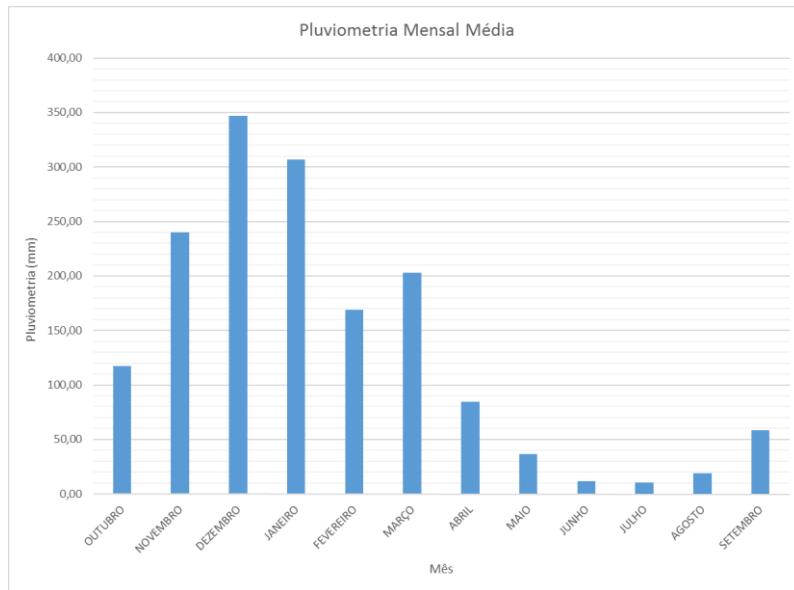


Figura 22 - Pluviometria mensal do ano hidrológico teórico de pluviometria média

Durante o período de estiagem do ano hidrológico, que vai de abril até setembro, e por apresentar pluviometria inferior aos 134,1 mm de chuva necessários para

que ocorra armazenamento de água, os volumes armazenados encontram-se em processo de diminuição.

Apenas o reservatório de 3.700 m³ de capacidade máxima de armazenamento atinge à situação crítica de se secar. Este fato ocorre a partir do mês de setembro e vai até o fim do ano hidrológico. O volume mínimo armazenado nos reservatórios de 4.200 m³ e de 5.600 m³ foi de 235,42 m³.

Por não conseguirem alcançar a capacidade máxima de armazenamento os reservatórios de 4.400 m³ e 5.600 m³ apresentam comportamento idêntico. Eles encontram-se seco em 17 dias, apenas no início do ano hidrológico, e alcançam 4.129,78 m³ como maior volume de água armazenada. Durante o período de estiagem os reservatórios conseguem manter a demanda de consumo da sede e dos laboratórios da Escola de Minas de Ouro Preto e atinge como menor volume armazenado 235,42 m³ de água, sendo que este é o volume em que os reservatórios se encontram no final do ano hidrológico.

O reservatório de 3.700 m³ consegue armazenar sua capacidade máxima de água em 17 dias, e encontra-se vazio em 31 dias, sendo 17 no período de estiagem. No fim do ano hidrológico teórico de pluviometria média o reservatório encontra-se vazio.

6.2.4. SIMULAÇÃO COM O RESERVATÓRIO PARCIALMENTE CHEIO

Para a próxima rodada de simulações, um volume inicial será adotado. Cada reservatório partirá de um volume inicial que corresponderá à situação hipotética de ter metade de sua capacidade máxima de água armazenada.

Esta situação foi adotada para entender como serão os comportamentos dos reservatórios com um volume inicial pré-determinado de água armazenada.

6.2.5. COMPORTAMENTO DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 1996 COM O VOLUME INICIAL PRÉ-DETERMINADO

O ano hidrológico de 1996 apresenta, com 2.125,8 mm de precipitação anual, a maior pluviometria da série histórica de 1982 a 2013.

Utilizando a metodologia apresentada na seção 5.5 e os valores de demanda mensal de 29,50 m³, de área de captação de 8.248 m² e de coeficiente de escoamento de 0,80, foram gerados, para os reservatórios de 3.700 m³, de 4.400 m³ e de 5.600 m³. A tabela IV dos anexos e o gráfico de comportamento do volume de água armazenada apresentado na figura 23.

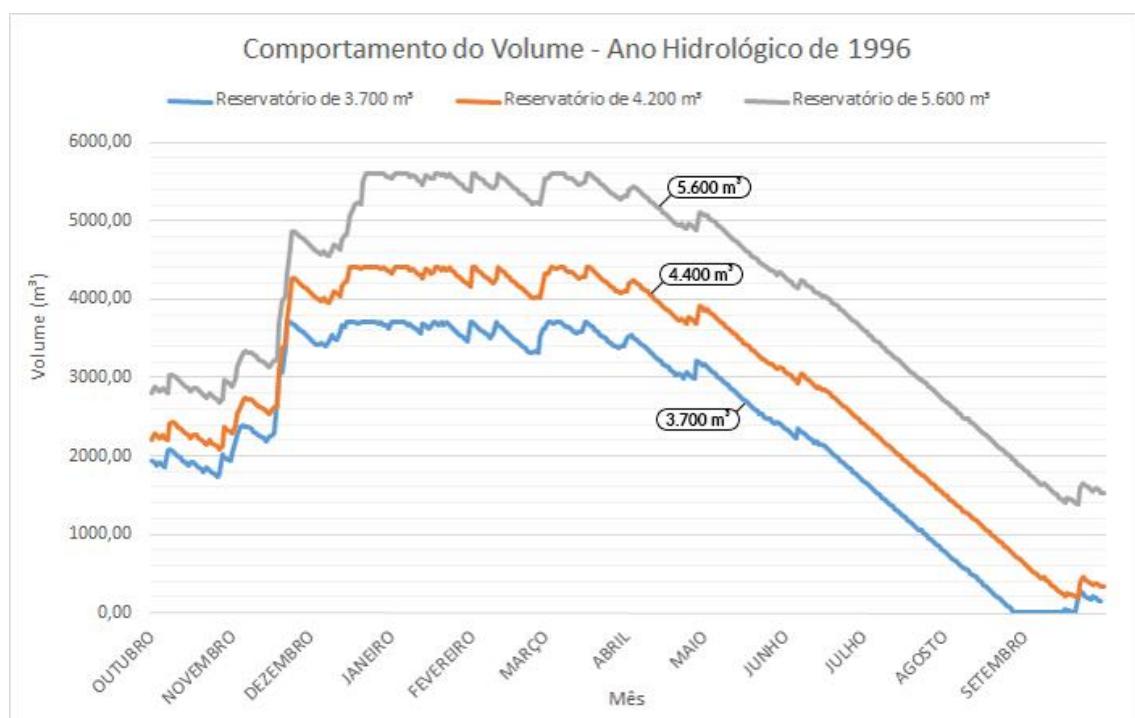


Figura 23 - Comportamento do volume armazenado nos reservatórios com a pluviometria do ano hidrológico de 1996 e com volume inicial pré-determinado

O reservatório de 3.700 m³ teve 1.850 m³ de volume inicial de água armazenada, o reservatório de 4.400 m³ teve 2.200 m³ de volume inicial e o reservatório de 5.600 m³ começou a simulação armazenando 2.800 m³ de água.

Para melhor compreender o comportamento do volume de água armazenada demonstrado pela figura 23 é necessário a utilização do gráfico de pluviometria mensal do ano hidrológico de 1996. Este gráfico é apresentado pela figura 18 na seção 6.2.1.

Nos meses que correspondem ao período chuvoso a precipitação de chuva supera os 134,1 mm de chuva necessários para que haja armazenamento de água nos reservatórios. De novembro a janeiro, meses em que ocorrem as maiores precipitações, os reservatórios alcançam suas capacidades máximas. Em fevereiro e março, apesar da pluviometria ser menor que a dos meses anteriores, a precipitação é suficiente para que os reservatórios voltem a armazenar sua capacidade máxima.

Durante o período chuvoso os reservatórios de 3.700 m³ encontra-se em sua capacidade máxima em 33 dias, enquanto o reservatório de 4.400 m² encontra-se cheio em 31 dias e o de 5.600 m³ encontra-se assim em 26 dias.

O período de estiagem, que vai de abril a setembro, apresenta pluviometria inferior aos 134,1 mm necessários para que haja armazenamento de água nos reservatórios. Motivo pelo qual o volume armazenado diminui, sendo que os reservatórios de 3.700 m³ e de 4.400 m³ alcançam a situação crítica de secar.

O reservatório de 3.700 m³ encontra-se vazio em 19 dias e os reservatórios de 4.400 m³ e de 5.600 m³ conseguem manter a demanda de consumo dos laboratórios e da sede da Escola de Minas, sendo 1.384,08 m³ o menor volume de água armazenado no reservatório de 5.600 m³ e 184,08 m³ o valor mínimo armazenado no reservatório de 4.400 m³ durante o período de estiagem.

Durante o ano hidrológico de 1996, aquele de maior pluviometria da série histórica, o reservatório de 5.600 m³ consegue manter a demanda de consumo durante o período de estiagem. No fim do período de simulações o reservatório armazenará 1.528,54 m³. Este reservatório alcança sua capacidade máxima em 26 dias.

O reservatório de 4.400 m³ também supre a demanda de consumo dos laboratórios e da sede da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto durante o período de estiagem e se encontra em sua capacidade máxima em 31 dias. No fim da simulação, o reservatório armazenará 328,54 m³ de água.

O reservatório de 3.700 m³, o de menor volume de armazenagem, estará seco em 19 dias, estará em sua capacidade máxima por 33 dias e terminará o período de simulação com 144,46 m³ de água.

6.2.6. COMPORTAMENTO DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 2013 COM O VOLUME INICIAL PRÉ-DETERMINADO

Conforme já comentado na seção 6.2.2, o ano hidrológico de 2013 apresenta a menor pluviometria da série histórica de 1982 a 2013. Utilizando esta pluviometria com a metodologia apresentada na seção 5.5 e usando os valores de demanda mensal de 29,50 m³, de área de captação de 8.248 m² e de coeficiente de escoamento de 0,80 e sendo como volume inicial de água armazenada a metade da capacidade máxima de armazenamento foi gerada a tabela V dos anexos e o gráfico, representado pela Figura 24, de comportamento dos volumes de água armazenados em cada reservatório.

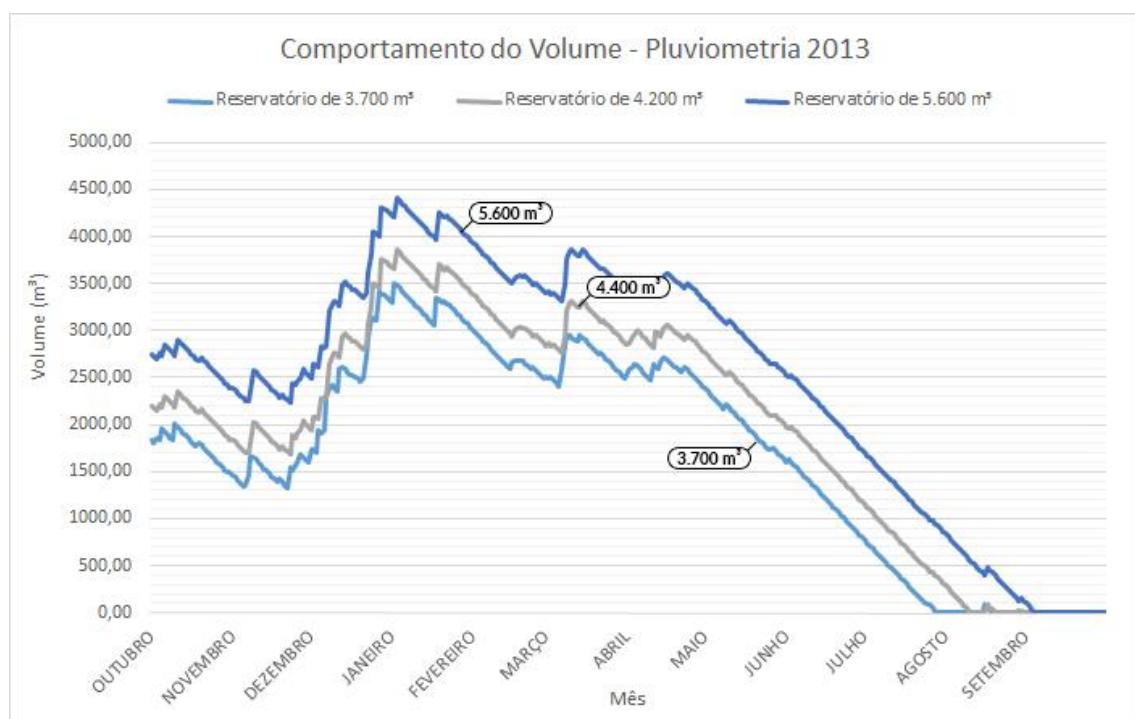


Figura 24 - Comportamento do volume armazenado nos reservatórios com a pluviometria do ano hidrológico de 2013 e com volume inicial pré-determinado

Para melhor compreender o comportamento dos volumes armazenados apresentados pela Figura 24, é necessária a utilização do gráfico de pluviometria mensal do ano hidrológico de 2013, a qual é apresentada pela figura 20 encontrada na seção 6.2.2.

No ano hidrológico de 2013 apenas os meses de novembro, dezembro e março conseguem ter pluviometria superior aos 134,1 mm necessários para que ocorra armazenamento de água pelos reservatórios, nos demais meses a produção de chuva é inferior a demanda, causando diminuição do volume de água armazenado pelos reservatórios.

Em outubro, início do período chuvoso, ocorre precipitação inferior à necessária para que haja armazenamento de água, motivo pelo qual o nível do reservatório diminui. No entanto nos meses de novembro e dezembro ocorrem precipitações quem permitem que um volume considerável de água seja armazenado, no entanto nos meses de janeiro e fevereiro as precipitações estão abaixo da média do período histórico analisado, fazendo com que os níveis dos reservatórios abaihem novamente.

No entanto, as precipitações ocorridas nos meses de novembro e dezembro não foram capazes de atingir a capacidade máxima dos reservatórios, sendo que o reservatório de 3.700 m³ armazena no máximo 3.505,95 m³ de água, o de 4.400 m³ armazena no máximo 3.855,95 m³ de água e o reservatório de 5.600 m³ armazena no máximo 4.455,95 m³.

Em março volta a ter chuvas que permitem o armazenamento de água de chuva, no entanto elas não são suficientes para alcançar o volume armazenado em janeiro.

De abril a setembro, período de estiagem, ocorrem a diminuição dos volumes de água armazenados pelos reservatórios. O volume armazenado durante o período chuvoso foi baixo a ponto de que todos os reservatórios secarem. O reservatório de 3.700 m³ encontra-se assim em 59 dias, o de 4.400 m³ em 47 dias e o de 5.600 m³ em 25 dias.

Durante o ano hidrológico de 2013 nenhum reservatório conseguiu chegar em sua capacidade máxima, muito menos conseguiu manter a demanda de consumo da área de estudo durante o período de estiagem.

Os três reservatórios terminam a simulação completamente vazios.

6.2.7. COMPORTAMENTO DOS RESERVATÓRIOS NO ANO TEÓRICO DE PLUVIOMETRIA MÉDIA COM O VOLUME INICIAL PRÉ-DETERMINADO

Semelhante a seção 6.2.3, esta simulação teve como os dados de entrada a pluviometria do ano hidrológico teórico de pluviometria média, 29,50 m³ de demanda diária, 8.248 m² de área de captação e 0,80 de coeficiente de escoamento, no entanto difere em relação ao volume inicial.

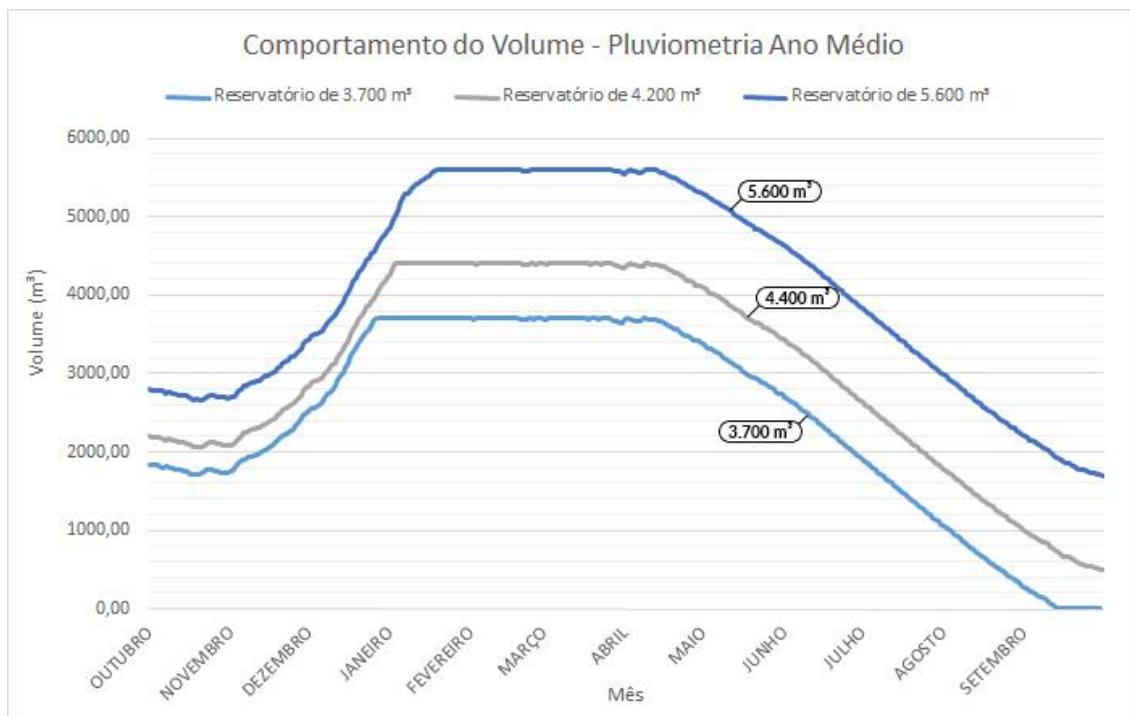


Figura 25 - Comportamento do volume armazenado nos reservatórios com a pluviometria do ano hidrológico teórico de pluviometria média e com volume inicial pré-determinado

O reservatório de 3.700 m³ teve como volume inicial de água armazenada 1.850 m³, o reservatório de 4.200 m³ teve 2.100 m³ de volume inicial e o reservatório de 5.600 m³ começou a simulação armazenando 2.800 m³ de água.

Com os dados mencionado foi possível gerar a tabela VI dos anexos e a figura 25, em que foi apresentado o comportamento dos volumes de água armazenados durante a simulação.

Assim como a simulação 6.2.3, foi utilizada a figura 22 em que apresenta o gráfico de pluviometria mensal do ano hidrológico teórico de pluviometria média.

O primeiro mês do ano hidrológico hipotético de pluviometria média apresenta uma precipitação inferior aos 134,1 mm necessários para que houvesse armazenamento de água de chuva, motivo pelo qual os níveis dos reservatórios diminuem. No entanto, as precipitações médias que ocorrem de novembro a março são suficientes para encher os três reservatórios e mantê-los assim até abril.

Durante este período, o reservatório de 3.700 m³ permanece em sua capacidade máxima durante 81 dias, o de 4.400 m³ permanece assim em 75 dias e o de 5.600 m³ encontra-se cheio em 59 dias.

A partir de abril até setembro ocorre o período de estiagem, período em que as precipitações ocorridas são insuficientes para manter o nível dos reservatórios causando assim o abaixamento do volume armazenado. No entanto, apenas o reservatório de 3.700 m³ alcança a situação crítica de se esvaziar completamente. Isto ocorre nos últimos 17 dias da simulação.

Os reservatórios de 4.400 m³ e 5.600 m³ conseguem manter a demanda de consumo durante o período de estiagem, sendo que no fim do mesmo é que ocorre os menores volumes armazenados. O reservatório de 4.200 m³ armazena no mínimo 300,51 m³ de água e o de 5.600 m³ armazena o valor mínimo de 1.700,51 m³ de água.

Durante o ano hidrológico teórico de pluviometria média o reservatório de 3.700 m³ mantém armazenada sua capacidade máxima em 81 dias, encontra-se seco em 17 dias e termina o período de simulação completamente vazio.

O reservatório de 4.400 m³ apresenta sua capacidade máxima em 75 dias, não se seca e assim consegue manter a demanda de consumo de água durante o período de estiagem e termina a simulação com 500,51 m³ de água.

O reservatório de 5.600 m³ apresenta sua capacidade máxima em 59 dias, também consegue manter a demanda de consumo da área de estudo durante o período de estiagem e termina a simulação com 1.700,51 m³ de água armazenada.

6.3. DEFINIÇÕES DO RESERVATÓRIO

6.3.1. VOLUME

Uma das principais metas deste trabalho é a definição do volume que o reservatório terá. Para defini-lo foram realizadas 6 simulações utilizando a metodologia definida na seção 5.5.

Partindo da premissa de que o sistema de aproveitamento de chuva deva conseguir manter a demanda de consumo durante o ano e que seja o mais econômico possível, foi possível definir o reservatório de 4.400 m³ como o Ideal a ser instalado na área de estudo.

6.3.1.1. RESERVATÓRIO DE 4.400 m³

O reservatório de 4.400 m³ foi escolhido por conseguir manter a demanda de consumo dos laboratórios e da sede da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Uma nova análise será realizada para comparar o comportamento do reservatório escolhido nas pluviometrias do ano hidrológico de 1996, de 2013 e do ano hidrológico teórico de pluviometria média. Os dados gerados são encontrados na Tabela VII dos anexos e os gráficos criados são apresentados nas figuras 26 e 27.

Utilizando o volume inicial nulo nesta simulação, observa-se que apenas no ano hidrológico de 1996 o reservatório consegue estar em sua capacidade máxima. Neste mesmo período, o reservatório consegue manter toda a demanda de consumo da área de estudo durante o período de estiagem. No final do ano hidrológico de 1996 o reservatório terminaria a simulação armazenando 328,54 m³ de água.

No ano hidrológico de 2013, aquele que apresenta o menor volume da série histórica, o reservatório não consegue chegar em sua capacidade máxima, armazenando no máximo 2.025,57 m³ de água. Devido à baixa pluviometria desse ano, assim como nas demais simulações realizadas na seção 6.2, no período de estiagem o reservatório fica completamente vazio, terminando o período da simulação assim.

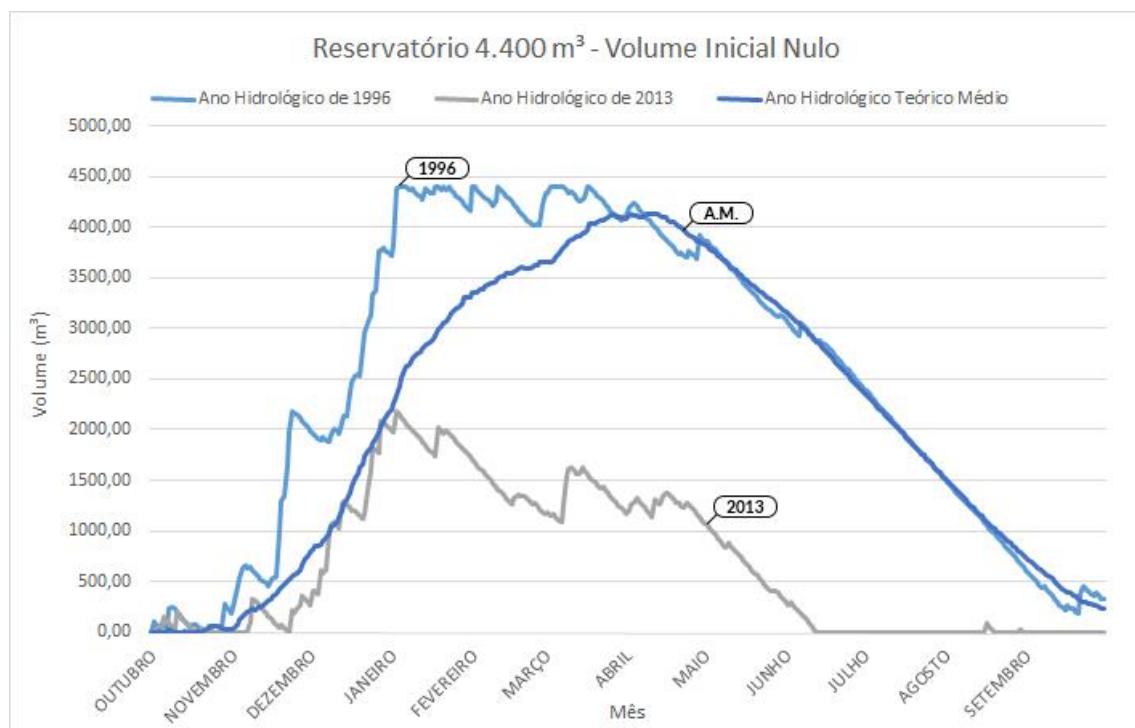


Figura 26 - Comparativo do comportamento dos volumes armazenados no reservatório de 4.400 m³, a partir do volume inicial nulo, nas três pluviometrias analisadas

No ano hidrológico teórico de pluviometria média, apesar de não conseguir estocar sua capacidade máxima de água, o reservatório consegue manter a

demandas de consumo da área de estudo durante o período de estiagem, terminando a simulação armazenando 235,42 m³ de água.

Ao fazer a simulação em que o volume inicial armazenado é de 2.200 m³ de água, observa-se que apenas no ano hidrológico de 2013 o reservatório não consegue atender toda a demanda durante o período de estiagem. Sendo que, durante esse ano, o reservatório se encontra seco durante o período de estiagem.

No ano hidrológico de 1996 e no ano hidrológico teórico de hidrologia média, o reservatório consegue manter a demanda de consumo dos laboratórios e da Escola de Minas durante o período de estiagem.

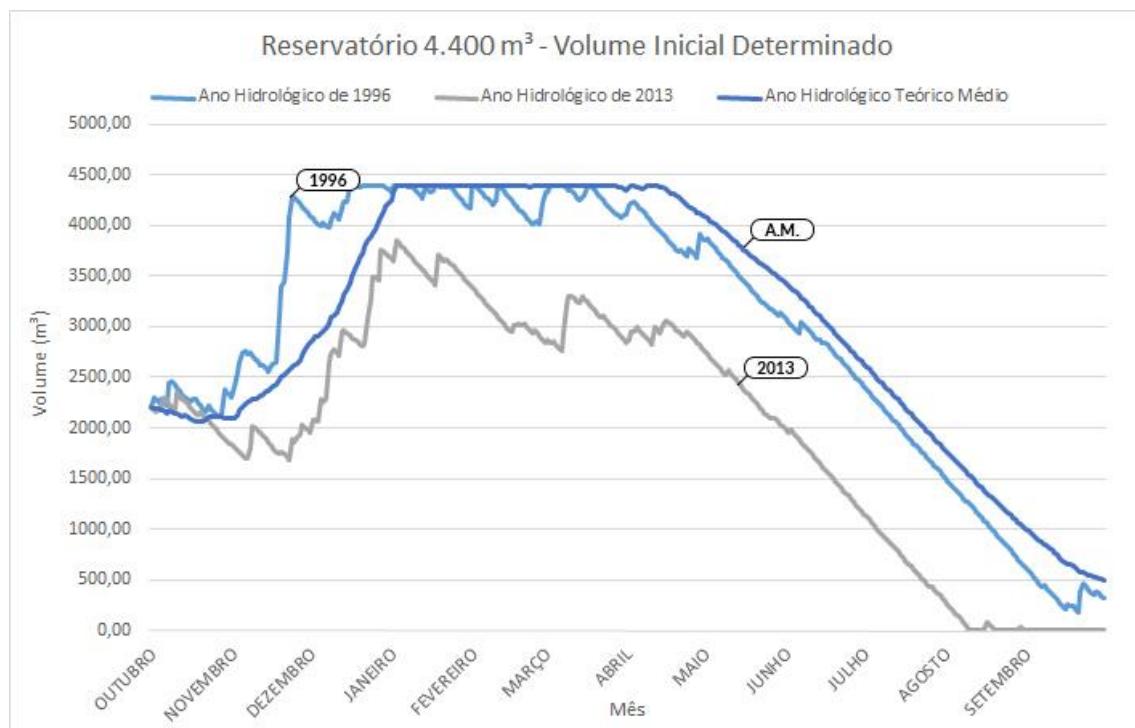


Figura 27 - Comparativo do comportamento dos volumes armazenados no reservatório de 4.400 m³, a partir do volume inicial de 2.200 m³ de água, nas três pluviometrias analisadas

Sendo que no final do ano hidrológico de 1996 o reservatório ainda teria 328,54 m³ de água armazenada e no final do ano hidrológico teórico de pluviometria média, o reservatório ainda teria 500,51 m³ de água armazenada.

Ao observar as figuras 30 e 31, percebe-se que ao considerar o ano hidrológico de 2013, o de menor pluviometria, percebe-se que o reservatório não consegue manter o consumo durante o período de estiagem.

Pelo fato de que a precipitação é um processo aleatório e, a fim de determinar a frequência em que o reservatório de 4.400 m³ seque durante o período de estiagem de algum ano hidrológico, ou seja, quando o volume anual precipitado fique inferior à precipitação do ano hidrológico teórico médio, será realizado um teste probabilístico de frequência utilizando os dados de pluviometria da série histórica analisada para esse reservatório.

Para que o teste seja realizado, é necessário o desenvolvimento de um gráfico probabilístico, em que o eixo das abscissas representa o total anual precipitado em mm e o eixo das ordenadas representam a frequência, ou seja, a probabilidade de excedência do evento em %.

Para determinar a probabilidade de excedência será utilizado o método de Weibull.

Este método consiste em classificar em ordem decrescente as precipitações anuais e para cada valor de precipitação é atribuído um número de ordem m . A frequência com que é igualado ou superado o evento de magnitude i_o e ordem m , $F(i_o)$, é dada por:

$$F(i_o) = \frac{m}{n + 1}$$

Em que n é o número de anos da série

Utilizando o método de Weibull foi possível gerar a Figura 28, a qual consiste no teste de frequência das precipitações totais anuais no período analisado.

Para determinar o período de retorno (intervalo de ocorrência) a partir do qual o reservatório seque foi utilizada a seguinte fórmula:

$$T_r = \frac{1}{F(i_o)}$$

Em que: T_r = tempo de retorno em anos;

$F(i_o)$ = frequência com que é igualado ou superado o evento de magnitude i_o .

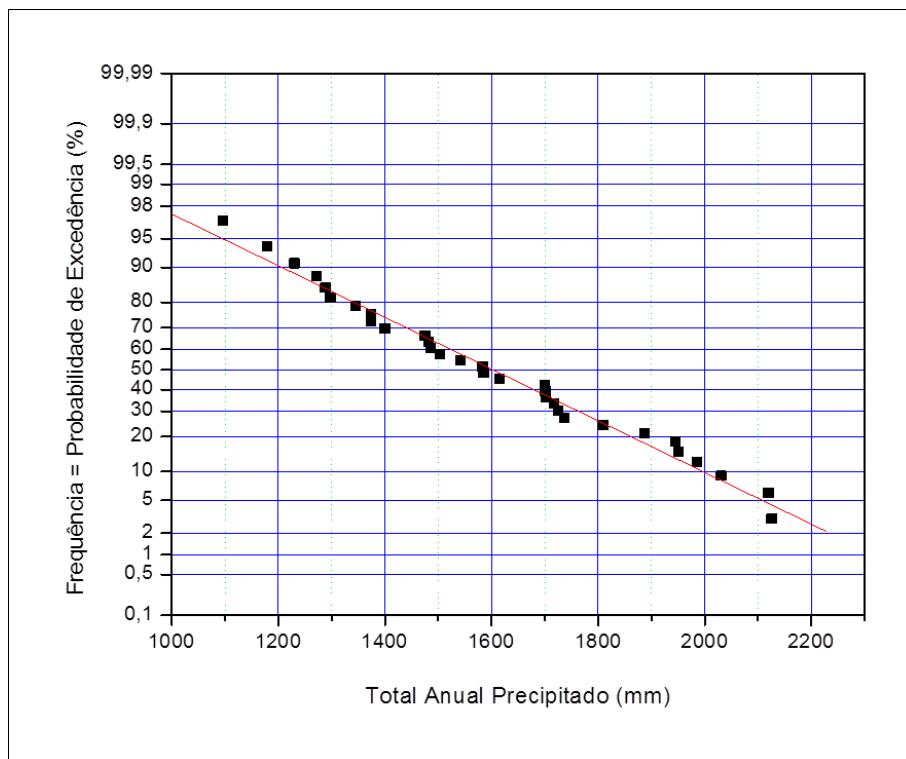


Figura 28 - Teste de frequência das precipitações totais anuais no período analisado

O ano hidrológico teórico de pluviometria média tem uma precipitação anual de 1.608,43 mm. Ao analisar o gráfico da Figura 28, percebe-se que a probabilidade de excedência é de 50%.

Utilizando a fórmula já mencionada de tempo de recorrência, temos:

$$T_r = \frac{1}{50 \%} = \frac{1}{0,50}$$

$$T_r = 2 \text{ anos}$$

Assim, pode-se concluir, que, em média, a cada 2 anos as precipitações anuais terão volumes inferiores a 1.608,43 mm, ou seja, em média a cada 2 anos o reservatório de 4.400 m³ seca.

No entanto, isso não ocorre na prática. É comum encontrar uma sequência de alguns anos com precipitações acima da média histórica, da mesma forma é encontrado uma sequência de anos de pluviometria abaixo da série histórica. Outro fator que determina se o reservatório se esvaziará é a condição inicial do volume do reservatório. Esta condição está relacionada com a pluviometria do ano anterior.

Utilizando o gráfico da Figura 28, determinou-se o intervalo de recorrência dos anos hidrológicos de maior e de menor pluviometria.

O ano hidrológico de 1996 apresenta uma pluviometria de 2.125,8 mm, sendo que, ao ler o gráfico da Figura 28, determinou-se que sua probabilidade de ocorrência é de 4%. Assim:

$$T_r = \frac{1}{4\%} = \frac{1}{0,04}$$

$$T_r = 25 \text{ anos}$$

Conclui-se que a precipitação de 2.125,8 mm apresenta intervalo de ocorrência de 25 anos.

O ano hidrológico de 2013 apresenta uma pluviometria de 1.095,8 mm, sendo que a leitura do gráfico da Figura 28, determinou-se que sua probabilidade de ocorrência é de 95%. Assim:

$$T_r = \frac{1}{95\%} = \frac{1}{0,95}$$

$$T_r = 1 \text{ ano}$$

Conclui-se que a precipitação de 1.095,8 mm apresenta intervalo de ocorrência de 1 ano.

6.3.2. LOCALIZAÇÃO

Para definir a localização do reservatório alguns critérios foram estabelecidos:

- Proximidade aos edifícios dos laboratórios e da sede da Escola de Minas no Campus Morro do Cruzeiro da UFOP;
- O local teria que possibilitar a construção do reservatório sem descaracterizar o conjunto arquitetônico do Campus;
- Existência de área suficiente para a construção do reservatório.

Para o desenvolvimento do trabalho, foi necessário a utilização de diversos projetos da sede e dos laboratórios da Escola de Minas de Ouro Preto. Em um dos projetos analisados, existia uma prancha que demonstrava as futuras instalações deste complexo. Ao lado do Laboratório do DEMET seria construída um novo laboratório com as mesmas dimensões do prédio dos laboratórios do DEMET e do DECIV.

Ao analisar o terreno em que seria construída a expansão, percebeu-se a viabilidade de que o reservatório fosse construído nele, sendo que, para que fosse viável, o reservatório teria que ser subterrâneo. Além de cumprir com todos os critérios determinados, por se localizar no subsolo da área de estudo, a condução da água a ser armazenada nos reservatórios seria feita através da força da gravidade, facilitando assim o seu transporte da área de telhado até o reservatório.

A Figura 29 apresenta uma foto de satélite em que destaca a localização escolhida.

Uma das características do terreno que favorecem a construção do reservatório seja subterrâneo é a forma em que o terreno é encontrado. Como pode ser observado pela figura 30, o local é um aterro, por ser constituído basicamente

por solo compactado a sua escavação é simples. No entanto, parte do subsolo a ser escavado é constituída de solo natural.



Figura 29 - Sugestão de localidade para o reservatório



Figura 30 - Local sugerido

6.3.3. PROJETO DO RESERVATÓRIO

Como já mencionado, o reservatório se encontrará no subsolo de futuras instalações dos Laboratórios da Escola de Minas.

Partindo do conceito de que o futuro laboratório teria dimensões semelhantes aos prédios dos laboratórios do DECIV e do DEMET, o reservatório apresentaria 63,00 m por 22,50 m de dimensões.

Os laboratórios do DECIV e do DEMET apresentam uma divisão interna de 4 blocos separados por corredores. Partindo da premissa de que o futuro laboratório apresentará a mesma configuração em blocos, seria viável que o reservatório subterrâneo apresentasse a mesma divisão dos prédios existentes.

Assim, pelo fato do reservatório dimensionado ter que armazenar 4.400 m³ de água, será proposto a construção de um complexo de 4 reservatórios com dimensões de 30,00 m por 10,00 m e volume útil de armazenamento de água de 1.100 m³, correspondente a uma altura de água de 3,70 m. A divisão é apresentada na figura 32.

O desaterro deverá ser de 5,00 m, no entanto o pé direito do reservatório será de 4,90 m, sendo 3,70 m a altura da água armazenada na capacidade máxima do reservatório. A figura 31 apresenta um corte transversal que permite ver esquematicamente estas dimensões.

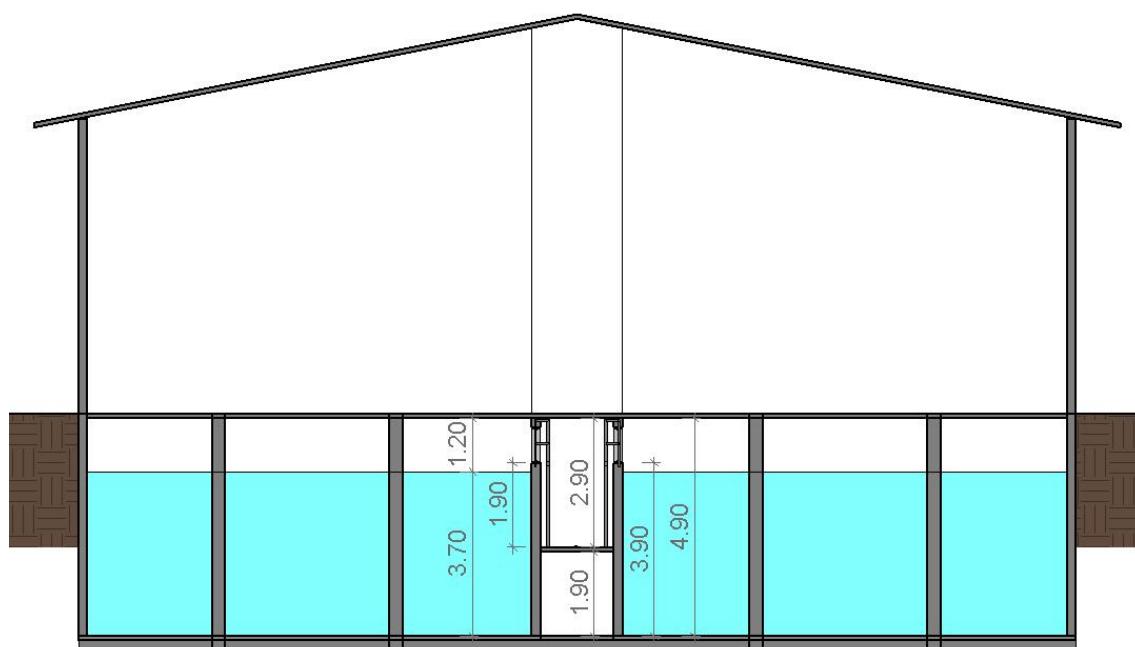


Figura 31 - Corte transversal 01

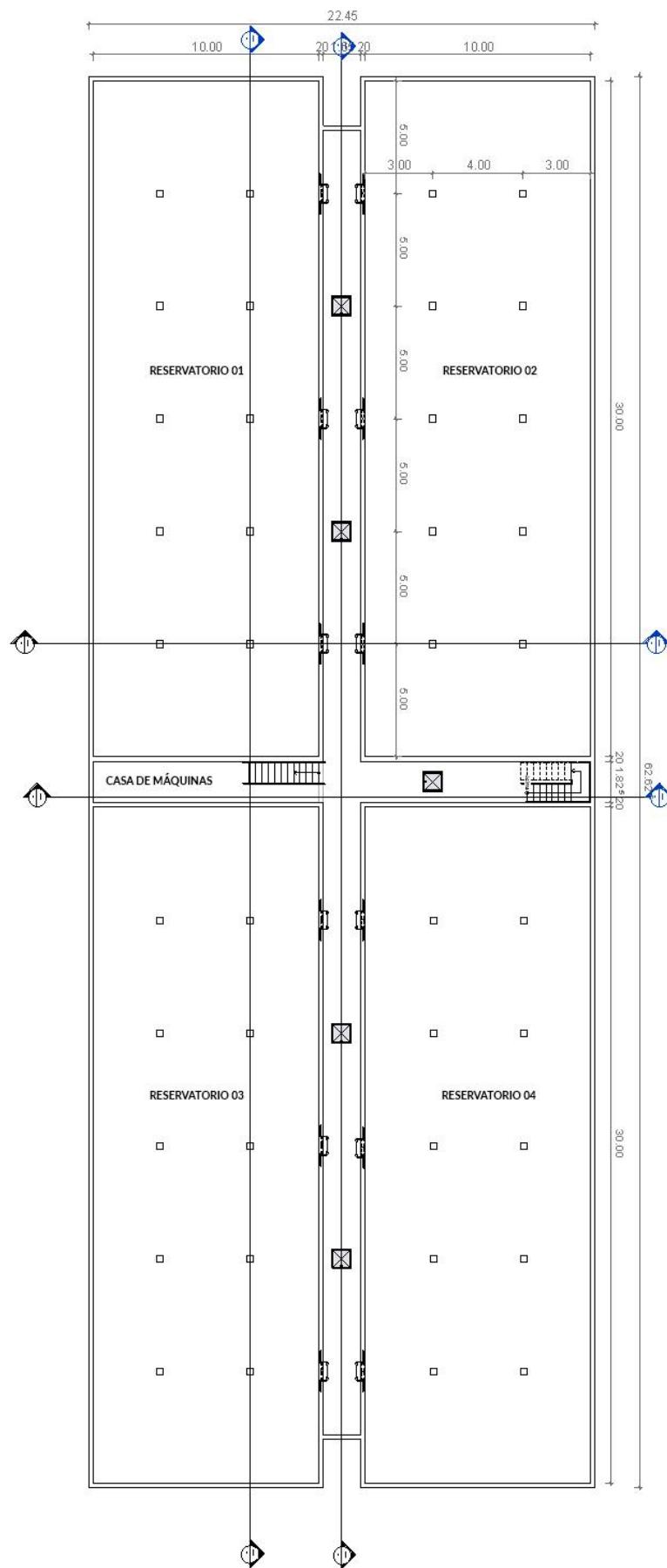


Figura 32 - Planta Baixa dos Reservatórios

Os corredores terão pé direito de 2,90 m. Abaixo dos corredores existirá um espaço vazio com 1,90 m de altura. Esse espaço poderá ser utilizado para o tratamento da água armazenada ou para a manutenção do reservatório, sendo que o acesso a ele será feito através de 5 alçapões distribuídos pelo corredor. Os alçapões poderão ser observados na figura 37.



Figura 33 - Imagem do corredor

Conforme observado na figura 33, existem aberturas, denominadas de janelas de inspeção, que permitirão acesso ao interior dos reservatórios para manutenção e limpeza dos mesmos. Essas janelas serão quadradas, tendo 80 cm de lado e 1,90 m de peitoril. O acesso será realizado por escadas instaladas junto às paredes. A figura 34 apresenta dois cortes longitudinais do reservatório, pelo corte longitudinal 01 se pode observar as aberturas e as escadas e pelo corte longitudinal 02 observa-se o nível do reservatório.

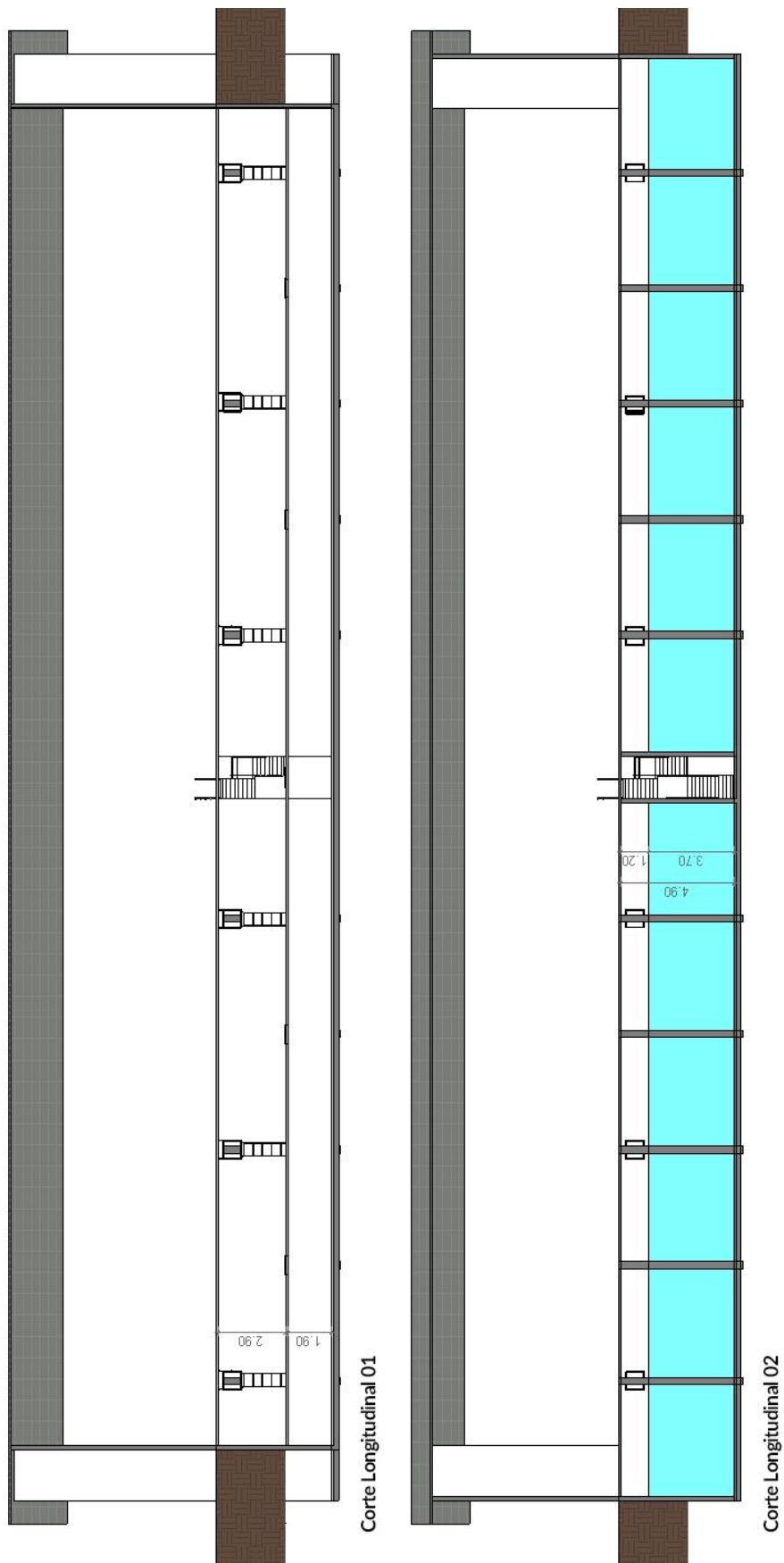


Figura 34 - Corte longitudinal dos reservatórios

Entre o reservatório 1 e 3, em frente a escada de acesso ao complexo de reservatórios, existirá uma casa de máquinas. Ela se encontrará no mesmo nível do fundo dos reservatórios, conforme apresentado pela figura 35.

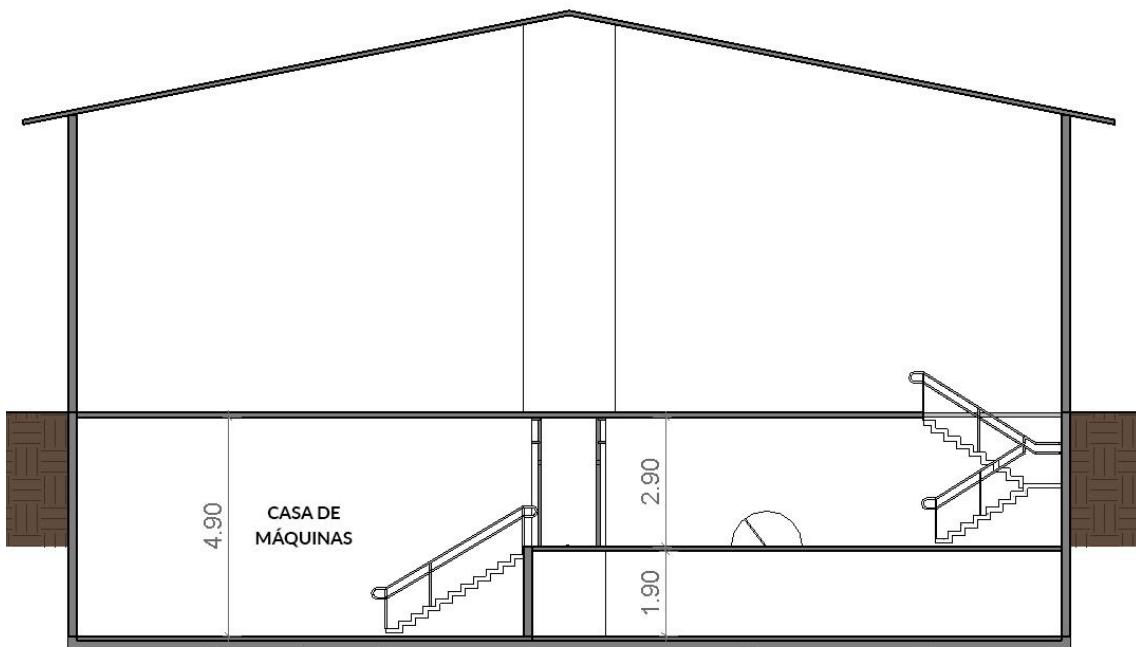


Figura 35 - Corte transversal 02

As paredes dos reservatórios serão construídas em concreto armado. Existirão em cada reservatório 10 colunas quadradas de 30 cm de lado para suportar o peso do piso dos laboratórios. A figura 36 apresenta uma imagem do interior de um reservatório em sua capacidade máxima de água armazenada.

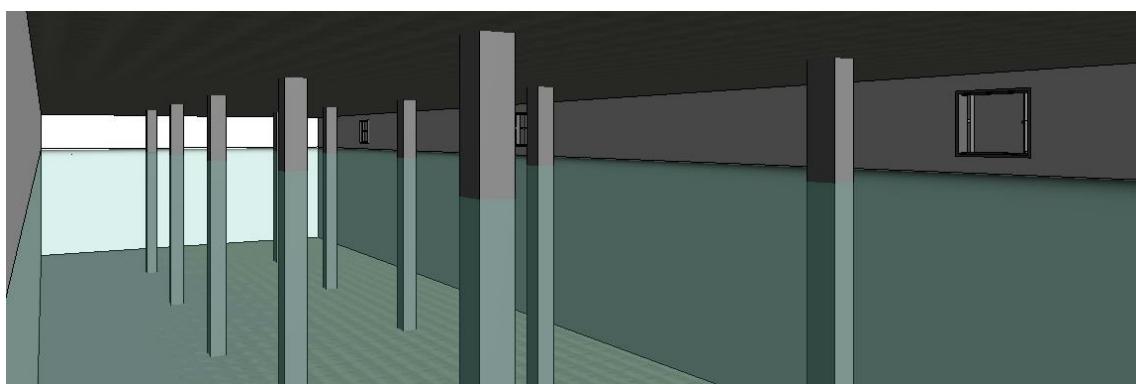


Figura 36 - Reservatórios por dentro

A figura 37 apresenta uma representação esquemática dos quatro reservatórios em uma maquete eletrônica, em que o laboratório que se localizará no nível térreo não foi representado. Os reservatórios encontram-se em sua capacidade máxima.

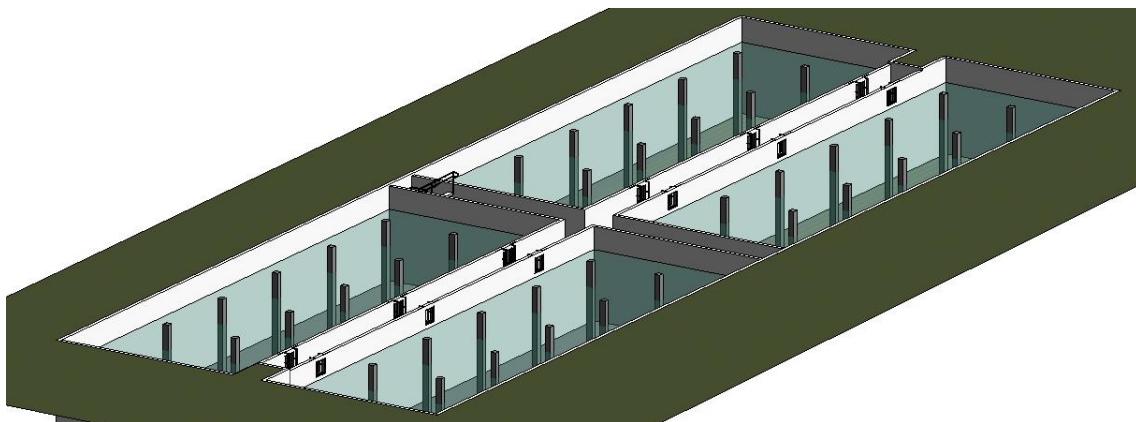


Figura 37 - Representação dos 4 reservatórios em sua capacidade máxima

6.3.4. LEVANTAMENTO PRELIMINAR DE CUSTOS

Um levantamento preliminar de custos foi realizado a fim de determinar o quanto será necessário para a instalação do reservatório.

Para obras públicas no estado de Minas Gerais é utilizada a tabela SETOP para a composição de custos. Para este trabalho foi utilizada a tabela de junho de 2015 referente à região leste do estado, região a qual Ouro Preto se encontra.

Para um levantamento preliminar, normalmente estima-se em 5% do valor total da obra para definir o custo referente às instalações hidrossanitárias e elétricas.

As paredes do reservatório serão fabricadas em concreto armado, devido à grande resistência do material a suportar cargas elevadas.

A impermeabilização será em manta asfáltica polimérica pelo fato de ter aplicação rápida, longa durabilidade, manutenção facilitada e, principalmente, ter um bom custo benefício.

A tabela 19 apresenta o levantamento de custos para o reservatório de 4.400 m³.

Tabela 19 - Levantamento de custos do reservatório de 4.400 m³

Item	Atividade	Unid.	Quantidad e	Preço unitário	Preço total
1	Limpeza do Terreno	m ²	5525,00	R\$ 3,37	R\$ 18.619,25
2	Canteiro de Obra				
2.1	Vestiário	un	1,00	R\$ 8.763,87	R\$ 8.763,87
2.2	Tapume para fechamento	m	300,00	R\$ 125,13	R\$ 37.539,00
3	Movimentação de Terra	m ³	27625,00	R\$ 5,94	R\$ 164.092,50
4	Regularização e Compactação Mecânica de Base	m ²	5525,00	R\$ 1,39	R\$ 7.679,75
5	Estrutura				
5.1	Piso	m ²	1200,00	R\$ 112,51	R\$ 135.012,00
5.2	Parede em Concreto Armado	m ³	344,00	R\$ 1.402,13	R\$ 482.332,92
6	Manta Asfáltica Polimérica	m ²	1200,00	R\$ 35,89	R\$ 43.068,00
7	Instalações Hidráulicas	vb	1,00	R\$ 44.855,35	R\$ 44.855,35
8	Instalações Elétricas	vb	1,00	R\$ 44.855,35	R\$ 44.855,35
	Total				R\$ 986.817,80

Por ser apenas um levantamento primário e que para determinar um valor correto seria necessário o desenvolvimento dos diversos projetos necessários, situação à qual não se encontra no escopo deste trabalho, pode-se concluir que o reservatório de 4.400 m³ de volume teria um gasto de aproximadamente **R\$ 1.000.000,00**.

6.3.5. JUSTIFICATIVA DO RESERVATÓRIO

O Campus Universitário do Morro do Cruzeiro da UFOP possui um sistema próprio de captação de água, o qual a retira do lençol freático. No entanto não existem estudos que definam o custo do m³ de água captado. Desta forma, não é possível fazer um cálculo de quando haveria retorno financeiro caso o sistema fosse construído.

No entanto, apesar de não se saber o quanto que seria economizado em relação ao custo de captação de água ou do custo de manutenção, alguns fatores devem ser considerados caso o sistema seja instalado. Ao captar a água de chuva haveria uma diminuição do volume escoado para o sistema de drenagem pluvial, pois ao invés de haver o descarte da água de chuva, a mesma seria armazenada para uso futuro. Esta água que seria descartada, agora seria utilizada para fins não potáveis, fazendo com que a água extraída do sistema de captação seja utilizada apenas para fins nobres, economizando-a.

É certo que o sistema de aproveitamento de água de chuva causará uma economia em relação aos custos de captação do sistema de abastecimento atual, no entanto, ao se considerar os benefícios gerados por aproveitar uma água que seria descartada e os benefícios ambientais que serão conquistados a longo prazo, o alto investimento inicial se justifica.

7. CONCLUSÃO

É de consenso que, apesar de se apresentar em grande quantidade na natureza, a água potável não é um bem infinito e necessita de um plano sustentável de uso.

Uma das medidas adotadas para um melhor uso da água é o aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis. Esta medida é extremamente viável no ponto de vista ambiental, pois utilizará uma água que seria descartada e economizará uma água potável e de boa qualidade para se usar apenas em fins nobres.

Visando um consumo mais consciente da água na Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto e sabendo que Ouro Preto apresenta uma boa pluviometria média e que a água de chuva no Campus do Morro do Cruzeiro apresenta uma boa qualidade (OLIVEIRA, 2008), este trabalho propôs um reservatório que possibilitasse o aproveitamento de água de chuva em boa parte do ano.

Utilizando o conceito de ano hidrológico e uma série histórica que comprehende o período de 1982 a 2013, foram selecionadas 3 pluviometrias anuais (a de maior volume de chuva precipitada, a de menor pluviometria e uma média) e através delas dimensionar três volumes de reservatórios.

Para isto, foi empregado o método de Rippl, o qual utiliza do conceito de “diagrama de massas” para garantir um volume de armazenamento necessário para garantir uma vazão constante durante o ano, inclusive no período mais crítico de estiagem.

Os reservatórios dimensionados tiveram volume de 3.700 m³, de 4.400 m³ e de 5.600 m³ de capacidade máxima de armazenamento de água.

Para conhecer o comportamento do volume de água armazenada nos reservatórios, foram feitas simulações utilizando planilhas no MICROSOFT EXCEL. Através da análise destas, seria escolhido um volume que possibilitaria um bom aproveitamento da água de chuva e que tivesse um bom custo benefício.

Teve-se a conclusão de que o reservatório de 4.400 m³ seria o mais indicado.

Com o volume do reservatório definido, estabeleceu-se que a melhor localização para ele seria no subsolo de uma futura ampliação dos laboratórios da Escola de Minas que será construída ao lado do laboratório do DEMET.

Tendo como preceito que o futuro laboratório apresentará o mesmo tamanho e distribuição dos laboratórios do DECIV e do DEMET, foi proposto um complexo que segue a configuração dos laboratórios existentes. Como eles possuem 4 blocos separados por corredores, o reservatório teria 4 reservatórios menores de 1.100 m³ de capacidade de armazenamento, separados por corredores.

Um levantamento preliminar de custos foi realizado, e concluiu-se que a construção do reservatório teria que considerar um investimento na ordem de R\$1.000.000,00.

Apesar de necessitar de um valor elevado para sua implantação, a construção de um reservatório de aproveitamento de água de chuva traria bons benefícios a longo prazo. Ao utilizar uma água que seria descartada para fins não nobres, a água de boa qualidade seria usada apenas para fins nobres, diminuindo assim a quantidade de água captada no sistema de abastecimento, desta forma economizando recursos financeiros. Sem contar os ganhos ambientais gerados pelo aproveitamento pluvial.

REFERÊNCIAS

ANA, FIESP, SIDUSCON, Conservação e Reuso da Água em Edificações.
ANA – Agência Nacional de Água, 2006.

ANNECCHINI, K. P. V. Aproveitamento da Água de Chuva para Fins não Potáveis na Cidade de Vitória (ES). 2005. Dissertação de Mestrado – UFES, Vitória – Espírito Santo, 2005.

BARBOSA JR, A. R. Notas de Aulas da Disciplina de Hidrologia Aplicada.
2015

GNADLINGER, J. Colheita de Água de Chuva em Áreas Rurais. 2º Fórum Mundial da Água, Haia, Holanda, 2000. Disponível em < <http://www.abcmac.org.br/index.php?modulo=ebooks> > Acesso em: 21 de março de 2015.

MAY, S. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento da Água de Chuva para Consumo não Potável em Edificações. 2004. 189f. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, USP, São Paulo – São Paulo, 2004.

NBR 5626. Instalação Predial de Água Fria. ABNT, 1998

NBR 15527. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. ABNT, 2007

MARINOSKI, A. K. Aproveitamento de Água Pluvial para Fins não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis - SC. 2007. 118f. Trabalho de Conclusão de Curso – UFSC, Florianópolis – Santa Catarina, 2007

OLIVEIRA¹, F. M. B. Aproveitamento de Água de Chuva para Fins não Potáveis no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais. 2008. 114f. Dissertação de Mestrado – UFOP, Ouro Preto – Minas Gerais, 2008.

OLIVEIRA², N. N. Aproveitamento de Água de Chuva de Cobertura para Fins Não Potáveis de Próprios da Educação da Rede Municipal de Guarulhos.
2008. 80f. Trabalho de Conclusão de Curso – UnG, Guarulhos – São Paulo, SP.

PALMIER, L. R. A necessidade das bacias experimentais para a avaliação da eficiência de técnicas alternativas de captação de água na região semi-árida do Brasil. 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO - Paraíba, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO Disponível em <http://www.ouropreto.mg.gov.br/portal_do_turismo_2014/dados-geograficos>. Acesso em 01 de fevereiro de 2016

POZZEBON, P. H. B. Viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento das águas de chuva e cinza para consumo não potável na cidade de Santa Maria (RS). 2013. 193f. Dissertação de Mestrado – UFSM, Santa Maria – Rio Grande do Sul, 2013.

Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000.

Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.

SALLA, M. R.; LOPES, G. B.; PEREIRA, C. E.; MOURA NETO, J. C.; PINHEIRO, A. M. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade, Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 167-181, abr./jun. 2013.

SAMPAIO, F. E. de O. V. Análise da Viabilidade de Implantação e Pré-Dimensionamento de Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial em Centros Urbanos, 2013. 184f. Dissertação de Mestrado – UnB, Brasília – Distrito Federal, 2013.

TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva, São Paulo, Navegar Editora, 2003.

SILVA, D. F. A Caracterização do Sistema de Abastecimento e Distribuição de Água do Campus do Morro do Cruzeiro, da Universidade Federal de Ouro Preto, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso – UFOP, Ouro Preto – Minas Gerais 2014

TOMAZ, P. Economia de água para empresas e residências: um estudo atualizado sobre medidas convencionais e não convencionais do uso racional da água, São Paulo, Navegar Editora, 2001.

TOMAZ, P. Previsão de Consumo de Água, livro digital de 1999 disponível em < http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_previsao_%20de_%20consumo_agua_170114/previsao_de_consumo_de_agua.pdf > , acessado em 18 de maio de 2015

UNEP, Global Environment Outlook 3, Londres, Earthscan Publications Ltd, 2002.

ANEXOS

Tabela I

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 1996 COM O VOLUME INICIAL NULO															
MÊS	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	MÊS	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
OCTUBRO	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	21,50	141,87	112,37	304,69	304,69	304,69	
	1	20,70	136,59	107,09	107,09	107,09	107,09	2	26,50	174,86	145,36	450,06	450,06	450,06	
	2	0,00	0,00	-29,50	77,59	77,59	77,59	3	18,00	118,77	89,27	539,33	539,33	539,33	
	3	0,00	0,00	-29,50	48,09	48,09	48,09	4	19,00	125,37	95,87	635,20	635,20	635,20	
	4	9,40	62,03	32,53	80,62	80,62	80,62	5	7,50	49,49	19,99	655,19	655,19	655,19	
	5	0,00	0,00	-29,50	51,12	51,12	51,12	6	0,00	0,00	-29,50	625,69	625,69	625,69	
	6	0,00	0,00	-29,50	21,62	21,62	21,62	7	6,40	42,23	12,73	638,42	638,42	638,42	
	8	37,10	244,81	215,31	236,92	236,92	236,92	9	0,00	0,00	-29,50	608,92	608,92	608,92	
	10	6,80	44,87	15,37	252,29	252,29	252,29	11	0,00	0,00	-29,50	579,42	579,42	579,42	
	12	0,50	3,30	-26,20	226,09	226,09	226,09	13	0,00	0,00	-29,50	549,92	549,92	549,92	
	14	0,00	0,00	-29,50	196,59	196,59	196,59	15	0,00	0,00	-29,50	520,42	520,42	520,42	
	16	9,40	62,03	32,53	81,62	81,62	81,62	17	4,30	-1,13	80,49	80,49	80,49	80,49	
	18	0,00	0,00	-29,50	50,99	50,99	50,99	19	0,00	0,00	-29,50	999,51	999,51	999,51	
	20	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	21	0,00	0,00	-29,50	1294,00	1294,00	1294,00	
	22	13,20	87,10	57,60	57,60	57,60	57,60	23	0,00	0,00	-29,50	1342,37	1342,37	1342,37	
	24	0,00	0,00	-29,50	28,10	28,10	28,10	25	0,00	0,00	-29,50	1645,43	1645,43	1645,43	
	26	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	27	0,00	0,00	-29,50	1973,58	1973,58	1973,58	
	28	0,00	0,00	-29,50	221,83	221,83	221,83	29	0,00	0,00	-29,50	2053,92	2053,92	2053,92	
	30	0,00	0,00	-29,50	192,33	192,33	192,33	31	0,00	0,00	-29,50	2177,66	2177,66	2177,66	
DEZEMBRO	1	0,00	0,00	-29,50	1965,42	1965,42	1965,42	2	20,20	133,29	103,79	3700,00	3826,93	3826,93	
	3	0,00	0,00	-29,50	1935,92	1935,92	1935,92	4	89,60	591,23	561,73	3700,00	4388,66	4388,66	
	5	0,00	0,00	-29,50	1906,42	1906,42	1906,42	6	114,20	753,56	724,06	3700,00	4400,00	5112,72	
	7	2,60	17,16	-12,34	1894,08	1894,08	1894,08	8	110,20	727,16	697,66	3700,00	4400,00	5600,00	
	9	8,60	56,75	27,25	1921,32	1921,32	1921,32	10	27,30	180,14	150,64	3700,00	4400,00	5600,00	
	12	0,00	0,00	-29,50	1891,82	1891,82	1891,82	13	44,20	291,66	262,16	3700,00	4400,00	5600,00	
	14	1,70	11,22	-18,28	1873,54	1873,54	1873,54	15	0,00	0,00	-29,50	3670,50	3670,50	3670,50	
	16	8,15	100,96	71,46	1945,00	1945,00	1945,00	17	6,70	44,21	41,71	3685,21	4385,21	5585,21	
	18	9,14	14,90	98,32	68,82	2013,82	2013,82	19	0,00	0,00	-29,50	3655,71	4355,71	5555,71	
	20	0,00	0,00	-29,50	1984,32	1984,32	1984,32	21	0,00	0,00	-29,50	3626,21	4326,21	5526,21	
	22	0,00	0,00	-29,50	1954,82	1954,82	1954,82	23	0,00	0,00	-29,50	3596,71	4296,71	5496,71	
	24	12,20	139,89	110,39	2065,21	2065,21	2065,21	25	0,00	0,00	-29,50	3567,21	4267,21	5467,21	
	26	15,40	101,62	72,12	2137,32	2137,32	2137,32	27	22,70	149,79	120,29	3687,50	4387,50	5587,50	
	28	3,80	25,07	-4,43	2132,90	2132,90	2132,90	29	0,90	5,94	-23,56	3663,94	4363,94	5563,94	
	30	41,00	270,54	241,04	2373,94	2373,94	2373,94	31	0,00	0,00	-29,50	3634,44	4334,44	5534,44	
	31	0,00	0,00	-29,50	237,55	208,05	3335,77	3335,77	1,50	5,50	36,29	6,79	3641,23	4341,23	5541,23
FEVEREIRO	1	28,00	184,76	155,26	3700,00	4400,00	5600,00	2	17,40	114,81	85,31	3700,00	4400,00	5511,50	
	3	0,00	0,00	-29,50	3670,50	4370,50	5570,50	4	34,20	225,67	196,17	3700,00	4400,00	5600,00	
	5	0,00	0,00	-29,50	3641,00	4341,00	5541,00	6	4,00	26,39	-3,11	3696,89	4396,89	5596,89	
	7	0,00	0,00	-29,50	3611,50	4311,50	5511,50	8	18,90	124,71	95,21	3700,00	4400,00	5600,00	
	9	2,00	13,20	-16,30	3565,70	4265,70	5465,70	10	6,130	87,76	58,26	3700,00	4400,00	5600,00	
	11	0,00	0,00	-29,50	3536,20	4236,20	5436,20	12	13,40	88,42	58,92	3700,00	4400,00	5600,00	
	13	0,00	0,00	-29,50	3506,70	4206,70	5406,70	14	0,00	0,00	-29,50	3670,50	4370,50	5570,50	
	15	11,80	77,86	48,36	3555,06	4255,06	5455,06	16	0,00	0,00	-29,50	3641,00	4341,00	5541,00	
	17	26,20	172,88	143,38	3698,44	4398,44	5598,44	18	5,10	33,65	4,15	3645,15	4345,15	5545,15	
	19	0,00	0,00	-29,50	3668,94	4368,94	5568,94	20	0,00	0,00	-29,50	3615,65	4315,65	5515,65	
	21	0,00	0,00	-29,50	3639,44	4339,44	5539,44	22	0,00	0,00	-29,50	3586,15	4286,15	5486,15	
	23	0,00	0,00	-29,50	3609,94	4309,94	5509,94	24	0,00	0,00	-29,50	3493,50	4193,50	5393,50	
	25	6,60	22,90	-22,90	3316,18	4016,18	5216,18	26	0,00	0,00	-29,50	3464,00	4164,00	5364,00	
	27	35,50	234,25	204,75	3520,93	4220,93	5420,93	28	0,00	0,00	-29,50	3434,50	4134,50	5334,50	
	28	21,00	138,57	109,07	3630,00	4330,00	5530,00	29	4,60	30,35	0,85	3405,77	4105,77	5305,77	

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 1996 COM O VOLUME INICIAL NULO															
MÊS	DIA	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
		MÊS	DIA						MÊS	DIA					
ABRIL	1	18,80	124,05	94,55	-29,50	3500,33	4200,33	5400,33	1	5,30	34,97	5,47	3163,01	3863,01	5063,01
	2	6,90	45,53	16,03	-29,50	3516,36	4216,36	5416,36	2	0,00	0,00	-29,50	3133,51	3833,51	5033,51
	3	7,60	50,15	20,65	-29,50	3537,01	4237,01	5437,01	3	0,00	0,00	-29,50	3104,01	3804,01	5004,01
	4	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3507,51	4207,51	5407,51	4	0,00	0,00	-29,50	3074,51	3774,51	4974,51
	5	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3478,01	4178,01	5378,01	5	0,00	0,00	-29,50	3045,01	3745,01	4945,01
	6	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3448,51	4148,51	5348,51	6	0,00	0,00	-29,50	3015,51	3715,51	4915,51
	7	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3419,01	4119,01	5319,01	7	0,00	0,00	-29,50	2986,01	3686,01	4886,01
	8	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3389,51	4089,51	5289,51	8	0,00	0,00	-29,50	2956,51	3656,51	4856,51
	9	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3360,01	4060,01	5260,01	9	0,00	0,00	-29,50	2927,01	3627,01	4827,01
	10	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3330,51	4030,51	5230,51	10	0,00	0,00	-29,50	2897,51	3597,51	4797,51
	11	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3301,01	4001,01	5201,01	11	0,00	0,00	-29,50	2868,01	3568,01	4768,01
	12	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3271,51	3971,51	5171,51	12	0,00	0,00	-29,50	2838,51	3538,51	4738,51
	13	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3242,01	3942,01	5142,01	13	0,00	0,00	-29,50	2809,01	3509,01	4709,01
	14	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3212,51	3912,51	5112,51	14	0,00	0,00	-29,50	2779,51	3479,51	4679,51
	15	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3183,01	3883,01	5083,01	15	0,00	0,00	-29,50	2750,01	3450,01	4650,01
	16	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3153,51	3853,51	5053,51	16	0,00	0,00	-29,50	2720,51	3420,51	4620,51
	17	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3124,01	3824,01	5024,01	17	0,00	0,00	-29,50	2691,01	3391,01	4591,01
	18	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3094,51	3794,51	4994,51	18	0,00	0,00	-29,50	2661,51	3361,51	4561,51
	19	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3065,01	3765,01	4965,01	19	0,00	0,00	-29,50	2632,01	3332,01	4532,01
	20	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3035,51	3735,51	4935,51	20	0,00	0,00	-29,50	2602,51	3302,51	4502,51
	21	7,40	48,83	19,33	-29,50	3054,84	3754,84	4954,84	21	0,00	0,00	-29,50	2573,01	3273,01	4473,01
	22	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3025,34	3725,34	4925,34	22	0,00	0,00	-29,50	2543,51	3243,51	4443,51
	23	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2995,84	3695,84	4895,84	23	2,50	16,50	-13,00	2530,50	3230,50	4430,50
	24	15,80	104,26	74,76	-29,50	3070,59	3770,59	4970,59	24	0,00	0,00	-29,50	2501,00	3201,00	4401,00
	25	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3041,09	3741,09	4941,09	25	0,00	0,00	-29,50	2471,50	3171,50	4371,50
	26	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3011,59	3711,59	4911,59	26	3,80	25,07	-4,43	2467,08	3167,08	4367,08
	27	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2982,09	3682,09	4882,09	27	0,00	0,00	-29,50	2437,58	3137,58	4337,58
	28	40,00	263,94	234,44	-29,50	3216,54	3916,54	5116,54	28	0,00	0,00	-29,50	2408,08	3108,08	4308,08
	29	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3187,04	3887,04	5087,04	29	9,20	60,71	31,21	2439,29	3139,29	4339,29
	30	0,00	0,00	-29,50	-29,50	3157,54	3857,54	5057,54	30	0,00	0,00	-29,50	2409,79	3109,79	4309,79
JUNHO	1	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2350,79	3050,79	4250,79	1	0,00	0,00	-29,50	2380,29	3080,29	4280,29
	2	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2321,29	3021,29	4221,29	2	0,00	0,00	-29,50	1680,24	2380,24	3580,24
	3	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2291,79	2991,79	4191,79	3	0,00	0,00	-29,50	1650,74	2350,74	3550,74
	4	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2262,29	2962,29	4162,29	4	0,00	0,00	-29,50	1621,24	2321,24	3521,24
	5	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2232,79	2932,79	4132,79	5	0,00	0,00	-29,50	1591,74	2291,74	3491,74
	6	22,00	145,17	115,67	-29,50	2348,45	3048,45	4248,45	6	0,00	0,00	-29,50	1562,24	2262,24	3462,24
	7	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2318,95	3018,95	4218,95	7	0,00	0,00	-29,50	1532,74	2232,74	3432,74
	8	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2289,45	2989,45	4189,45	8	0,00	0,00	-29,50	1503,24	2203,24	3403,24
	9	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2259,95	2959,95	4159,95	9	0,00	0,00	-29,50	1473,74	2173,74	3373,74
	10	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2230,45	2930,45	4130,45	10	0,00	0,00	-29,50	1444,24	2144,24	3344,24
	11	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2200,95	2900,95	4100,95	11	0,00	0,00	-29,50	1385,24	2085,24	3285,24
	12	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2171,45	2871,45	4071,45	12	0,00	0,00	-29,50	1355,74	2055,74	3255,74
	13	5,20	34,31	4,81	-29,50	2176,27	2876,27	4076,27	13	0,00	0,00	-29,50	1326,24	2026,24	3226,24
	14	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2146,77	2846,77	4046,77	14	0,00	0,00	-29,50	1296,74	1996,74	3196,74
	15	4,50	29,69	0,19	-29,50	2146,96	2846,96	4046,96	15	0,00	0,00	-29,50	1267,24	1967,24	3167,24
	16	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2117,46	2817,46	4017,46	16	0,00	0,00	-29,50	1237,74	1937,74	3137,74
	17	0,80	5,28	-24,22	-29,50	2093,24	2793,24	3993,24	17	0,00	0,00	-29,50	1208,24	1908,24	3108,24
	18	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2063,74	2763,74	3963,74	19	0,00	0,00	-29,50	1149,24	1849,24	3049,24
	19	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2034,24	2734,24	3934,24	20	0,00	0,00	-29,50	1119,74	1819,74	3019,74
	20	0,00	0,00	-29,50	-29,50	2004,74	2704,74	3904,74	21	0,00	0,00	-29,50	1090,24	1790,24	2990,24
	21	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1975,24	2675,24	3875,24	22	0,00	0,00	-29,50	1060,74	1760,74	2960,74
	22	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1945,74	2645,74	3845,74	23	2,20	14,52	-14,98	1045,76	1745,76	2945,76
	23	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1916,24	2616,24	3816,24	24	0,00	0,00	-29,50	1016,26	1716,26	2916,26
	24	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1886,74	2586,74	3786,74	25	0,00	0,00	-29,50	986,76	1686,76	2886,76
	25	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1857,24	2557,24	3757,24	26	0,00	0,00	-29,50	957,26	1657,26	2857,26
	26	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1827,74	2527,74	3727,74	27	0,00	0,00	-29,50	927,76	1627,76	2827,76
	27	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1798,24	2498,24	3698,24	28	0,00	0,00	-29,50	898,26	1598,26	2798,26
	28	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1768,74	2468,74	3668,74	29	0,00	0,00	-29,50	868,76	1568,76	2768,76
	29	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1739,24	2439,24	3639,24	30	0,00	0,00	-29,50	839,26	1539,26	2739,26
	30	0,00	0,00	-29,50	-29,50	1709,74	2409,74	3609,74	31	0,00	0,00	-29,50	809,76	1509,76	2709,76
AGOSTO	1	0,00	0,00	-29,50	-29,50	780,26	1480,26	2680,26	1	0,00	0,00	-29,50	586,21	1786,21	3186,21
	2	0,00	0,00	-29,50	-29,50	750,76	1450,76	2650,76	2	0,00</td					

Tabela II

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 2013 COM O VOLUME INICIAL NULO																
MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	
OCTUBRO	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	1	1,70	11,22	-18,28	0,00	0,00	0,00	2	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	2	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	3	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	3	13,70	90,40	60,90	60,90	60,90	60,90	4	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	4	0,00	0,00	-29,50	31,40	31,40	31,40	5	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	6	22,30	147,15	117,65	149,05	149,05	149,05	7	0,00	0,00	39,59	10,09	10,09	10,09	10,09	
OCTUBRO	8	0,00	0,00	-29,50	119,55	119,55	119,55	9	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	10	30,00	197,96	168,46	199,50	199,50	199,50	11	0,00	0,00	-29,50	248,61	248,61	248,61	248,61	
OCTUBRO	12	0,00	0,00	-29,50	140,50	140,50	140,50	13	0,00	0,00	-29,50	219,11	219,11	219,11	219,11	
OCTUBRO	14	0,00	0,00	-29,50	111,00	111,00	111,00	15	0,00	0,00	-29,50	189,61	189,61	189,61	189,61	
OCTUBRO	17	0,00	0,00	-29,50	81,50	81,50	81,50	18	1,10	7,26	-22,24	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	19	10,40	68,63	39,13	39,13	39,13	39,13	20	0,00	0,00	-29,50	9,63	9,63	9,63	9,63	
OCTUBRO	21	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	22	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	23	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	24	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	25	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	26	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	27	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	28	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	29	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	30	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
OCTUBRO	31	5,50	36,29	6,79	6,79	6,79	6,79	JANERO	1	0,00	0,00	-29,50	1968,83	1968,83	1968,83	1968,83
DEZEMBRO	1	25,30	166,94	137,44	405,57	405,57	405,57	2	3,40	29,03	-0,47	405,11	405,11	2175,56	2175,56	
DEZEMBRO	3	0,00	0,00	-29,50	375,61	375,61	375,61	4	40,00	263,94	234,44	610,05	610,05	2146,06	2146,06	
DEZEMBRO	5	0,00	0,00	-29,50	580,55	580,55	580,55	6	9,10	60,05	30,55	611,10	611,10	2116,56	2116,56	
DEZEMBRO	7	59,20	390,63	361,13	972,23	972,23	972,23	8	16,50	108,88	79,38	1051,61	1051,61	2087,06	2087,06	
DEZEMBRO	9	10,20	67,31	37,81	1089,41	1089,41	1089,41	10	0,00	0,00	-29,50	1059,91	1059,91	1998,56	1998,56	
DEZEMBRO	11	0,00	0,00	-29,50	1030,41	1030,41	1030,41	12	39,70	261,96	232,46	1262,88	1262,88	1998,56	1998,56	
DEZEMBRO	13	8,00	52,79	23,29	1286,16	1286,16	1286,16	14	0,60	3,96	-25,54	1260,62	1260,62	1969,06	1969,06	
DEZEMBRO	15	0,00	0,00	-29,50	1231,12	1231,12	1231,12	16	0,00	0,00	-29,50	1201,62	1201,62	1762,56	1762,56	
DEZEMBRO	17	4,00	26,39	-3,11	1198,52	1198,52	1198,52	18	0,00	0,00	-29,50	1169,02	1169,02	1733,06	1733,06	
DEZEMBRO	19	1,80	11,88	-17,62	1151,39	1151,39	1151,39	20	0,00	0,00	-29,50	1121,89	1121,89	1880,56	1880,56	
DEZEMBRO	21	11,20	73,90	44,40	1166,30	1166,30	1166,30	22	39,50	260,64	231,14	1397,44	1397,44	1883,08	1883,08	
DEZEMBRO	23	33,40	220,39	190,89	1588,33	1588,33	1588,33	24	38,90	256,68	227,18	1815,52	1815,52	1851,06	1851,06	
DEZEMBRO	25	2,30	15,18	-14,32	1801,19	1801,19	1801,19	26	0,00	0,00	-29,50	1771,69	1771,69	1821,56	1821,56	
DEZEMBRO	27	51,90	342,47	312,97	2084,66	2084,66	2084,66	28	0,40	2,64	-26,86	2057,80	2057,80	1794,58	1794,58	
DEZEMBRO	29	3,00	19,80	-9,70	2048,09	2048,09	2048,09	30	0,00	0,00	-29,50	2018,59	2018,59	1795,08	1795,08	
DEZEMBRO	31	1,40	9,24	-20,26	1998,33	1998,33	1998,33	JANERO	1	8,00	52,79	23,29	1184,46	1184,46	1735,56	1735,56
FEVEREIRO	2	0,00	0,00	-29,50	1647,08	1647,08	1647,08	3	0,00	0,00	-29,50	1154,96	1154,96	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	4	0,00	0,00	-29,50	1617,58	1617,58	1617,58	5	0,00	0,00	-29,50	1140,83	1140,83	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	6	0,00	0,00	-29,50	1588,08	1588,08	1588,08	7	0,00	0,00	-29,50	1081,83	1081,83	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	8	0,00	0,00	-29,50	1470,08	1470,08	1470,08	9	17,50	31,50	207,85	178,35	1260,19	1260,19	1535,96	1535,96
FEVEREIRO	10	0,00	0,00	-29,50	1411,08	1411,08	1411,08	11	0,00	0,00	-29,50	1417,96	1417,96	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	12	0,00	0,00	-29,50	1381,58	1381,58	1381,58	13	0,00	0,00	-29,50	1447,46	1447,46	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	13	0,00	0,00	-29,50	1352,08	1352,08	1352,08	14	0,00	0,00	-29,50	1417,96	1417,96	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	14	0,00	0,00	-29,50	1322,58	1322,58	1322,58	15	0,00	0,00	-29,50	1401,04	1401,04	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	16	14,20	93,70	64,20	1327,78	1327,78	1327,78	17	6,30	41,57	12,07	1430,04	1430,04	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	18	6,80	44,87	15,37	1355,22	1355,22	1355,22	19	0,00	0,00	-29,50	1506,46	1506,46	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	20	5,80	38,27	8,77	1349,01	1349,01	1349,01	21	0,00	0,00	-29,50	1476,96	1476,96	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	22	0,00	0,00	-29,50	1290,01	1290,01	1290,01	23	0,00	0,00	-29,50	1447,46	1447,46	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	23	0,00	0,00	-29,50	1260,51	1260,51	1260,51	24	7,30	48,17	18,67	1279,18	1279,18	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	25	0,00	0,00	-29,50	1249,68	1249,68	1249,68	26	0,00	0,00	-29,50	1341,54	1341,54	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	26	0,00	0,00	-29,50	1220,18	1220,18	1220,18	27	0,00	0,00	-29,50	1312,04	1312,04	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	27	0,00	0,00	-29,50	1190,68	1190,68	1190,68	28	0,00	0,00	-29,50	1282,54	1282,54	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	28	0,00	0,00	-29,50	1161,18	1161,18	1161,18	29	0,00	0,00	-29,50	1223,54	1223,54	1535,96	1535,96	
FEVEREIRO	30	0,00	0,00	-29,50	1164,54	1164,54	1164,54	31	0,00	0,00	-29,50	1194,04	1194,04	1535,96	1535,96	

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 2013 COM O VOLUME INICIAL NULO															
MÊS	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	MÊS	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
ABRIL	1	8,50	56,09	26,59	1191,12	1191,12	1191,12	MAIO	1	0,00	0,00	-29,50	1048,46	1048,46	1048,46
	2	15,40	101,62	72,12	1263,24	1263,24	1263,24		2	0,00	0,00	-29,50	1018,96	1018,96	1018,96
	3	6,10	40,25	10,75	1273,99	1273,99	1273,99		3	0,00	0,00	-29,50	989,46	989,46	989,46
	4	11,30	74,56	45,06	1319,06	1319,06	1319,06		4	0,00	0,00	-29,50	959,96	959,96	959,96
	5	0,00	0,00	-29,50	1289,56	1289,56	1289,56		5	0,00	0,00	-29,50	930,46	930,46	930,46
	6	0,00	0,00	-29,50	1260,06	1260,06	1260,06		6	0,00	0,00	-29,50	900,96	900,96	900,96
	7	0,00	0,00	-29,50	1230,56	1230,56	1230,56		7	0,00	0,00	-29,50	871,46	871,46	871,46
	8	0,00	0,00	-29,50	1201,06	1201,06	1201,06		8	0,00	0,00	-29,50	841,96	841,96	841,96
	9	0,00	0,00	-29,50	1171,56	1171,56	1171,56		9	10,60	69,94	40,44	882,41	882,41	882,41
	10	0,00	0,00	-29,50	1142,06	1142,06	1142,06		10	0,00	0,00	-29,50	852,91	852,91	852,91
	11	30,50	201,26	171,76	1313,81	1313,81	1313,81		11	0,00	0,00	-29,50	823,41	823,41	823,41
	12	0,00	0,00	-29,50	1284,31	1284,31	1284,31		12	0,00	0,00	-29,50	793,91	793,91	793,91
	13	0,00	0,00	-29,50	1254,81	1254,81	1254,81		13	0,00	0,00	-29,50	764,41	764,41	764,41
	14	16,80	110,86	81,36	1336,17	1336,17	1336,17		14	0,00	0,00	-29,50	734,91	734,91	734,91
	15	11,10	73,24	43,74	1379,91	1379,91	1379,91		15	0,00	0,00	-29,50	705,41	705,41	705,41
	16	3,40	22,44	-7,06	1372,85	1372,85	1372,85		16	0,00	0,00	-29,50	675,91	675,91	675,91
	17	0,00	0,00	-29,50	1343,35	1343,35	1343,35		17	0,00	0,00	-29,50	646,41	646,41	646,41
	18	0,00	0,00	-29,50	1313,85	1313,85	1313,85		18	0,00	0,00	-29,50	616,91	616,91	616,91
	19	0,00	0,00	-29,50	1284,35	1284,35	1284,35		19	0,00	0,00	-29,50	587,41	587,41	587,41
	20	3,50	23,09	-6,41	1277,94	1277,94	1277,94		20	0,00	0,00	-29,50	557,91	557,91	557,91
	21	0,80	5,28	-24,22	1253,72	1253,72	1253,72		21	0,00	0,00	-29,50	528,41	528,41	528,41
	22	0,00	0,00	-29,50	1224,22	1224,22	1224,22		22	0,00	0,00	-29,50	498,91	498,91	498,91
	23	12,10	79,84	50,34	1274,56	1274,56	1274,56		23	0,00	0,00	-29,50	469,41	469,41	469,41
	24	1,50	9,90	-19,60	1254,96	1254,96	1254,96		24	0,00	0,00	-29,50	439,91	439,91	439,91
	25	0,00	0,00	-29,50	1225,46	1225,46	1225,46		25	0,00	0,00	-29,50	410,41	410,41	410,41
	26	0,00	0,00	-29,50	1195,96	1195,96	1195,96		26	4,30	28,37	-1,13	409,28	409,28	409,28
	27	0,00	0,00	-29,50	1166,46	1166,46	1166,46		27	5,20	34,31	4,81	414,09	414,09	414,09
	28	0,00	0,00	-29,50	1136,96	1136,96	1136,96		28	0,00	0,00	-29,50	384,59	384,59	384,59
	29	0,00	0,00	-29,50	1107,46	1107,46	1107,46		29	0,00	0,00	-29,50	355,09	355,09	355,09
	30	0,00	0,00	-29,50	1077,96	1077,96	1077,96		30	0,50	3,30	-26,20	328,89	328,89	328,89
	31	0,00	0,00	-29,50	1000,00	1000,00	1000,00		31	0,00	0,00	-29,50	299,39	299,39	299,39
JUNHO	1	0,00	0,00	-29,50	269,89	269,89	269,89	JULHO	1	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	2	8,60	56,75	27,25	297,14	297,14	297,14		2	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	-29,50	267,64	267,64	267,64		3	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	-29,50	238,14	238,14	238,14		4	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	5	0,00	0,00	-29,50	208,64	208,64	208,64		5	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	-29,50	179,14	179,14	179,14		6	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	7	0,00	0,00	-29,50	149,64	149,64	149,64		7	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	8	0,00	0,00	-29,50	120,14	120,14	120,14		8	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	9	0,00	0,00	-29,50	90,64	90,64	90,64		9	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	10	0,00	0,00	-29,50	61,14	61,14	61,14		10	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	11	0,00	0,00	-29,50	31,64	31,64	31,64		11	1,50	9,90	-19,60	0,00	0,00	0,00
	12	0,00	0,00	-29,50	2,14	2,14	2,14		12	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	13	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		13	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	14	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		14	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	15	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		15	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	16	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		16	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	17	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		17	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	18	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		18	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	19	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		19	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	20	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		20	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	21	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		21	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	22	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		22	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	23	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		23	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	24	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		24	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	25	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		25	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	26	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		26	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	27	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		27	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	28	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		28	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	29	8,70	57,41	27,91	27,91	27,91	27,91		29	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	30	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00		30	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00
	31	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,00								

Tabela III

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO HIPOTÉTICO DE PLUVIOMETRIA MÉDIA COM O VOLUME INICIAL NULO															
MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
OCTUBRO	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	5,71	37,69	8,19	41,94	41,94	41,94	
	1	3,07	20,25	-9,25	0,00	0,00	0,00	2	8,53	56,25	26,75	68,70	68,70	68,70	
	2	3,33	22,00	-7,50	0,00	0,00	0,00	3	11,52	76,02	46,52	115,21	115,21	115,21	
	3	5,54	36,58	7,08	7,08	7,08	7,08	4	9,16	60,42	30,92	146,13	146,13	146,13	
	4	2,79	18,43	-11,07	0,00	0,00	0,00	5	10,40	68,65	39,15	185,28	185,28	185,28	
	5	3,55	23,46	-6,04	0,00	0,00	0,00	6	5,94	39,21	9,71	194,99	194,99	194,99	
	6	0,82	5,39	-24,11	0,00	0,00	0,00	7	6,97	45,96	16,46	211,45	211,45	211,45	
	7	7,52	49,60	20,10	20,10	20,10	20,10	8	7,02	46,30	16,80	228,25	228,25	228,25	
	8	3,07	20,27	-9,23	10,87	10,87	10,87	9	3,83	25,24	-4,26	223,99	223,99	223,99	
	9	2,45	16,13	-13,37	0,00	0,00	0,00	10	7,47	49,28	19,78	243,77	243,77	243,77	
	10	3,55	23,46	-6,04	0,00	0,00	0,00	11	6,01	39,68	10,18	253,94	253,94	253,94	
	11	1,74	11,49	-18,01	0,00	0,00	0,00	12	6,91	45,59	16,09	270,03	270,03	270,03	
	12	3,38	22,29	-7,21	0,00	0,00	0,00	13	8,91	58,79	29,29	299,33	299,33	299,33	
	13	6,15	40,60	11,10	11,10	11,10	11,10	14	6,12	40,40	10,90	310,23	310,23	310,23	
	15	1,66	10,98	-18,52	0,00	0,00	0,00	15	8,12	53,56	24,06	334,29	334,29	334,29	
	16	2,18	14,41	-15,09	0,00	0,00	0,00	16	7,34	48,45	18,95	353,23	353,23	353,23	
	17	2,64	17,44	-12,06	0,00	0,00	0,00	17	6,68	44,10	14,60	367,83	367,83	367,83	
	18	5,16	34,06	4,56	4,56	4,56	4,56	18	12,41	81,87	52,37	420,20	420,20	420,20	
	19	2,50	16,50	-13,00	0,00	0,00	0,00	19	7,77	51,29	21,79	441,99	441,99	441,99	
	20	5,97	39,40	9,90	9,90	9,90	9,90	20	8,60	56,75	27,25	469,24	469,24	469,24	
	21	6,37	42,05	12,55	22,45	22,45	22,45	21	9,72	64,16	34,66	503,89	503,89	503,89	
	22	8,61	56,84	27,34	49,79	49,79	49,79	22	5,71	37,69	8,19	512,09	512,09	512,09	
	23	6,00	39,61	10,11	59,90	59,90	59,90	23	9,70	64,03	34,53	546,62	546,62	546,62	
	24	4,03	26,56	-2,94	56,96	56,96	56,96	24	7,42	48,93	19,43	566,05	566,05	566,05	
	25	4,73	31,23	1,73	58,70	58,70	58,70	25	6,82	44,97	15,47	581,53	581,53	581,53	
	26	3,30	21,78	-7,72	50,97	50,97	50,97	26	9,56	63,07	33,57	615,10	615,10	615,10	
	27	4,04	26,64	-2,86	48,11	48,11	48,11	27	10,71	70,65	41,15	656,24	656,24	656,24	
	28	2,08	13,75	-15,75	32,36	32,36	32,36	28	14,18	93,58	64,08	720,32	720,32	720,32	
	29	4,65	30,66	1,16	33,52	33,52	33,52	29	10,44	68,91	39,41	759,73	759,73	759,73	
	30	4,05	26,72	-2,78	30,75	30,75	30,75	30	7,51	49,56	20,06	779,79	779,79	779,79	
DEZEMBRO	1	4,93	32,50	3,00	33,75	33,75	33,75	1	14,71	97,04	67,54	2265,23	2265,23	2265,23	
	2	9,35	61,71	32,21	849,91	849,91	849,91	2	16,50	108,88	79,38	2344,61	2344,61	2344,61	
	3	3,54	23,35	-6,15	843,76	843,76	843,76	3	17,18	113,37	83,87	2428,48	2428,48	2428,48	
	4	8,97	59,20	29,70	873,45	873,45	873,45	4	16,29	107,51	78,01	2506,50	2506,50	2506,50	
	5	7,07	46,66	17,16	890,61	890,61	890,61	5	16,90	111,54	82,04	2588,53	2588,53	2588,53	
	6	9,51	62,73	33,23	923,84	923,84	923,84	6	10,60	69,97	40,47	2629,00	2629,00	2629,00	
	7	12,89	85,08	55,58	979,42	979,42	979,42	7	6,36	41,96	12,46	2641,46	2641,46	2641,46	
	8	13,17	86,93	57,43	1036,84	1036,84	1036,84	8	13,46	88,81	59,31	2700,77	2700,77	2700,77	
	9	6,60	43,57	14,07	1050,92	1050,92	1050,92	9	8,46	55,80	26,30	2727,07	2727,07	2727,07	
	10	9,25	61,05	31,55	1082,46	1082,46	1082,46	10	8,46	55,85	26,35	2753,43	2753,43	2753,43	
	11	12,78	84,31	54,81	1137,28	1137,28	1137,28	11	7,18	47,36	17,86	2771,29	2771,29	2771,29	
	12	13,89	91,68	62,18	1199,45	1199,45	1199,45	12	7,93	52,32	22,82	2794,11	2794,11	2794,11	
	13	13,25	87,43	57,93	1257,38	1257,38	1257,38	13	9,08	59,94	30,44	2824,55	2824,55	2824,55	
	14	12,29	81,12	51,62	1309,01	1309,01	1309,01	14	7,57	49,98	20,48	2845,03	2845,03	2845,03	
	15	13,81	91,10	61,60	1370,61	1370,61	1370,61	15	7,25	47,81	18,31	2863,33	2863,33	2863,33	
	16	13,31	87,84	58,34	1428,95	1428,95	1428,95	16	9,34	61,60	32,10	2895,43	2895,43	2895,43	
	17	17,32	114,30	84,80	1513,75	1513,75	1513,75	17	8,34	55,06	25,56	2920,99	2920,99	2920,99	
	18	12,95	85,42	55,92	1569,67	1569,67	1569,67	18	14,04	92,63	63,13	2984,12	2984,12	2984,12	
	19	13,43	88,61	59,11	1628,78	1628,78	1628,78	19	10,01	66,05	36,55	3020,67	3020,67	3020,67	
	20	9,39	61,94	32,44	1661,23	1661,23	1661,23	20	9,60	63,35	33,85	3054,52	3054,52	3054,52	
	21	15,14	99,93	70,43	1731,65	1731,65	1731,65	21	7,23	47,74	18,24	3072,75	3072,75	3072,75	
	22	13,27	87,58	58,08	1789,73	1789,73	1789,73	22	10,18	67,16	37,66	3110,41	3110,41	3110,41	
	23	9,16	60,42	30,92	1820,65	1820,65	1820,65	23	10,81	71,31	41,81	3152,22	3152,22	3152,22	
	24	11,23	74,13	44,63	1865,28	1865,28	1865,28	24	7,68	50,68	21,18	3173,40	3173,40	3173,40	
	25	10,31	68,05	38,55	1903,83	1903,83	1903,83	25	7,20	47,53	18,03	3191,43	3191,43	3191,43	
	26	16,14	106,53	77,03	1980,85	1980,85	1980,85	26	7,23	47,74	18,24	3209,67	3209,67	3209,67	
	27	11,10	73,22	43,72	2024,58	2024,58	2024,58	27	9,29	61,28	31,78	3241,45	3241,45	3241,45	
	28	13,19	87,02	57,52	2082,09	2082,09	2082,09	28	14,63	96,50	67,00	3308,45	3308,45	3308,45	
	29	10,93	72,09	42,59	2124,68	2124,68	2124,68	29	4,25	28,04	-1,46	3307,00	3307,00	3307,00	
	30	10,13	66,84	37,34	2162,02	2162,02	2162,02	30	5,29	34,93	5,43	3312,43	3312,43	3312,43	
	31	9,88	65,17	35,67	2197,69	2197,69	2197,69	31	10,14	66,89	37,39	3349,81	3349,81	3349,81	
FEVEREIRO	1	5,90	38,93	9,43	3359,24	3359,24	3359,24	1	5,42	35,74	6,24	3666,19	3666,19	3666,19	
	2	3,49	23,05	-6,45	3352,80	3352,80	3352,80	2	5,64	38,51	9,01	3675,20	3675,20	3675,20	
	3	10,53	69,45	39,95	3392,75	3392,75	3392,75	3	8,82	58,20	28,70	3700,00	3703,89	3703,89	
	4	4,36	28,77	-0,73	3392,01	3392,01	3392,01	4	11,35	74,88	45,38	3700,00	3749,27	3749,27	
	5	7,24	47,75	18,25	3410,26	3410,26	3410,26	5	9,78	64,52	35,02	3784,29	3784,29	3784,29	
	6	8,34	55,01	25,51	3435,77	3435,77	3435,77	6	8,24	54,34	24,84	3700,00	3809,13	3809,13	
	7	5,73	37,82	8,32	3444,09	3444,09	3444,09	7	8,61	56,83	27,33	3700,00	3836,47	3836,47	
	8	5,92	39,09	9,59	3453,67	3453,67	3453,67	8	9,06	59,79	30,29	3700,00	3866,76	3866,76	
	9	7,13	47,02	17,52	3471,19	3471,19	3471,19	9	6,31	41,66	12,16	3700,00	3		

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO HIPOTÉTICO DE PLUVIOMETRIA MÉDIA COM O VOLUME INICIAL NULO																						
MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)		VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)		VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)		VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)		MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)		VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)		VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)		VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)		
			PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)				PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	
ABRIL	1	7,37	48,66	19,16	3700,00	4138,16	4138,16	1	0,93	6,12	-23,38	3347,62	3790,92	3790,92	1	7,37	48,66	19,16	3700,00	4138,16	4138,16	4138,16
	2	2,28	15,01	-14,49	3685,51	4123,67	4123,67	2	1,07	7,08	-22,42	3325,19	3768,49	3768,49	2	2,28	15,01	-14,49	3685,51	4123,67	4123,67	4123,67
	3	3,55	23,46	-6,04	3679,47	4117,63	4117,63	3	2,47	16,28	-13,22	3311,98	3755,28	3755,28	3	3,55	23,46	-6,04	3679,47	4117,63	4117,63	4117,63
	4	2,85	18,82	-10,68	3668,79	4106,94	4106,94	4	1,03	6,76	-22,74	3289,24	3732,54	3732,54	4	2,85	18,82	-10,68	3668,79	4106,94	4106,94	4106,94
	5	4,42	29,14	-0,36	3668,43	4106,59	4106,59	5	1,39	9,17	-20,33	3268,91	3712,21	3712,21	5	4,42	29,14	-0,36	3668,43	4106,59	4106,59	4106,59
	6	5,65	37,27	7,77	3676,20	4114,36	4114,36	6	1,09	7,19	-22,31	3246,61	3689,91	3689,91	6	5,65	37,27	7,77	3676,20	4114,36	4114,36	4114,36
	7	8,25	54,42	24,92	3700,00	4139,28	4139,28	7	1,67	11,00	-18,50	3228,11	3671,41	3671,41	7	8,25	54,42	24,92	3700,00	4139,28	4139,28	4139,28
	8	5,08	33,52	4,02	3700,00	4143,30	4143,30	8	0,28	1,85	-27,65	3200,46	3643,76	3643,76	8	5,08	33,52	4,02	3700,00	4143,30	4143,30	4143,30
	9	4,06	26,80	-2,70	3697,30	4140,60	4140,60	9	1,17	7,70	-21,80	3178,66	3621,96	3621,96	9	4,06	26,80	-2,70	3697,30	4140,60	4140,60	4140,60
	10	4,28	28,23	-1,27	3696,03	4139,33	4139,33	10	1,43	9,41	-20,09	3158,56	3601,86	3601,86	10	4,28	28,23	-1,27	3696,03	4139,33	4139,33	4139,33
	11	4,28	28,24	-1,26	3694,77	4138,07	4138,07	11	0,61	4,04	-25,46	3133,11	3576,41	3576,41	11	4,28	28,24	-1,26	3694,77	4138,07	4138,07	4138,07
	12	2,28	15,02	-14,48	3680,29	4123,59	4123,59	12	0,72	4,75	-24,75	3108,36	3551,66	3551,66	12	2,28	15,02	-14,48	3680,29	4123,59	4123,59	4123,59
	13	2,76	18,21	-11,29	3669,00	4112,30	4112,30	13	1,25	8,25	-21,25	3087,10	3530,40	3530,40	13	2,76	18,21	-11,29	3669,00	4112,30	4112,30	4112,30
	14	2,63	17,38	-12,12	3656,88	4100,18	4100,18	14	0,43	2,86	-26,64	3060,46	3503,76	3503,76	14	2,63	17,38	-12,12	3656,88	4100,18	4100,18	4100,18
	15	1,73	11,39	-18,11	3638,76	4082,07	4082,07	15	1,10	7,24	-22,26	3038,20	3481,50	3481,50	15	1,73	11,39	-18,11	3638,76	4082,07	4082,07	4082,07
	16	1,71	11,28	-18,22	3620,55	4063,85	4063,85	16	0,83	5,51	-23,99	3014,21	3457,51	3457,51	16	1,71	11,28	-18,22	3620,55	4063,85	4063,85	4063,85
	17	2,50	16,50	-13,00	3607,54	4050,85	4050,85	17	1,68	11,09	-18,41	2995,79	3439,09	3439,09	17	2,50	16,50	-13,00	3607,54	4050,85	4050,85	4050,85
	18	2,18	14,38	-15,12	3592,43	4035,73	4035,73	18	1,37	9,07	-20,43	2975,36	3418,66	3418,66	18	2,18	14,38	-15,12	3592,43	4035,73	4035,73	4035,73
	19	1,74	11,49	-18,01	3574,42	4017,72	4017,72	19	0,42	2,75	-26,75	2948,60	3391,91	3391,91	19	1,74	11,49	-18,01	3574,42	4017,72	4017,72	4017,72
	20	2,65	17,51	-11,99	3562,43	4005,73	4005,73	20	2,77	18,25	-11,25	2937,35	3380,65	3380,65	20	2,65	17,51	-11,99	3562,43	4005,73	4005,73	4005,73
	21	0,42	2,77	-26,73	3535,70	3979,00	3979,00	21	2,09	13,79	-15,71	2921,65	3364,95	3364,95	21	0,42	2,77	-26,73	3535,70	3979,00	3979,00	3979,00
	22	0,41	2,68	-26,82	3508,88	3952,18	3952,18	22	0,40	2,62	-26,88	2894,77	3338,07	3338,07	22	0,41	2,68	-26,82	3508,88	3952,18	3952,18	3952,18
	23	1,46	9,61	-19,89	3488,99	3932,29	3932,29	23	1,92	12,66	-16,84	2877,93	3321,23	3321,23	23	1,46	9,61	-19,89	3488,99	3932,29	3932,29	3932,29
	24	1,94	12,79	-16,71	3472,28	3915,58	3915,58	24	1,51	9,99	-19,51	2858,42	3301,72	3301,72	24	1,94	12,79	-16,71	3472,28	3915,58	3915,58	3915,58
	25	1,33	8,79	-20,71	3451,57	3894,87	3894,87	25	1,15	7,60	-21,90	2836,52	3279,82	3279,82	25	1,33	8,79	-20,71	3451,57	3894,87	3894,87	3894,87
	26	0,96	6,34	-23,16	3428,41	3871,72	3871,72	26	1,70	11,22	-18,28	2818,23	3261,53	3261,53	26	0,96	6,34	-23,16	3428,41	3871,72	3871,72	3871,72
	27	3,45	22,80	-6,70	3421,71	3865,01	3865,01	27	1,07	7,03	-22,47	2795,76	3239,06	3239,06	27	3,45	22,80	-6,70	3421,71	3865,01	3865,01	3865,01
	28	3,14	20,70	-8,80	3412,91	3856,21	3856,21	28	0,55	3,61	-25,89	2769,87	3213,17	3213,17	28	3,14	20,70	-8,80	3412,91	3856,21	3856,21	3856,21
	29	2,01	13,26	-16,24	3396,67	3839,97	3839,97	29	1,61	10,62	-18,88	2750,99	3194,30	3194,30	29	2,01	13,26	-16,24	3396,67	3839,97	3839,97	3839,97
	30	0,58	3,82	-25,68	3370,99	3814,30	3814,30	30	1,51	9,96	-19,54	2731,46	3174,76	3174,76	30	0,58	3,82	-25,68	3370,99	3814,30	3814,30	3814,30
JUNHO	1	0,90	5,96	-23,54	2685,88	3129,18	3129,18	1	0,66	4,35	-25,15	2879,13	3222,43	3222,43	1	0,90	5,96	-23,54	2685,88	3129,18	3129,18	3129,18
	2	0,91	5,98	-23,52	2662,36	3105,66	3105,66	2	0,22	1,46	-28,04	1851,09	2294,39	2294,39	2	0,91	5,98	-23,52	2662,36	3105,66	3105,66	3105,66
	3	0,92	6,08	-23,42	2638,94	3082,24	3082,24	3	0,00	0,00	-29,50	1821,59	2264,89	2264,89	3	0,92	6,08	-23,42	2638,94	3082,24	3082,24	3082,24
	4	1,10	7,26	-22,24	2616,70	3060,00	3060,00	4	0,00	0,00	-29,50	1792,09	2235,39	2235,39	4	1,10	7,26	-22,24	2616,70	3060,00	3060,00	3060,00
	5	0,15	0,97	-28,53	2588,17	3031,47	3031,47	5	0,58	3,83	-25,67	1766,42	2209,73	2209,73	5	0,15	0,97	-28,53	2588,17	3031,47	3031,47	3031,47
	6	0,90	5,94	-23,56	2536,05	3007,90	3007,90	6	0,78	5,12	-24,38	1742,05	2185,35	2185,35	6	0,90	5,94	-23,56	2536,05	3007,90	3007,90	3007,90
	7	0,14	0,95	-28,55	2510,34	2953,64	2953,64	7	0,22	1,45	-28,05	1714,00	2157,30	2157,30	7	0,14	0,95	-28,55	2510,34	2953,64	2953,64	2953,64
	8	0,58	3,79	-25,71	2495,56	2971,85	2971,85	8	0,35	2,32	-27,18	1686,82	2130,12	2130,12	8	0,58	3,79	-25,71	2495,56	2971,85	2971,85	2971,85
	9	0,44	2,88	-26,62	2483,73	2927,03	2927,03	9	0,03	0,22	-29,28	1657,54	2100,84	2100,84	9	0,44	2,88	-26,62	2483,73	2927,03	2927,03	2927,03
	10	0,51	3,39	-26,11	2457,62	2900,92	2900,92	10	0,28	1,81	-27,69	1629,85	2073,15	2073,15	10	0,51	3,39	-26,11	2457,62	2900,92	2900,92	2900,92
	11	0,08	0,51	-28,99	2428,63	2871,93	2871,93	11	0,73	4,82	-24,68	1605,18</td										

Tabela IV

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 1996 COM O VOLUME INICIAL DEFINIDO															
MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
	0		1850,00		2200,00		2800,00								
OCTUBRO	1	20,70	136,59	107,09	1957,09	2307,09	2907,09	1	21,50	141,87	112,37	2058,77	2408,77	3008,77	
	2	0,00	0,00	-29,50	1927,59	2277,59	2877,59	2	26,50	174,86	145,36	2204,13	2554,13	3154,13	
	3	0,00	0,00	-29,50	1898,09	2248,09	2848,09	3	18,00	118,77	89,27	2293,40	2643,40	3243,40	
	4	9,40	62,03	32,53	1930,62	2280,62	2880,62	4	19,00	125,37	95,87	2389,28	2739,28	3339,28	
	5	0,00	0,00	-29,50	1901,12	2251,12	2851,12	5	7,50	49,49	19,99	2409,27	2759,27	3359,27	
	6	0,00	0,00	-29,50	1871,62	2221,62	2821,62	6	0,00	0,00	-29,50	2379,77	2729,77	3329,77	
	7	37,10	244,81	215,31	2086,92	2436,92	3036,92	7	6,40	42,23	12,73	2392,50	2742,50	3342,50	
	8	6,80	44,87	15,37	2102,29	2452,29	3052,29	8	0,00	0,00	-29,50	2363,00	2713,00	3313,00	
	9	0,50	3,30	-26,20	2076,09	2426,09	3026,09	9	0,00	0,00	-29,50	2333,50	2683,50	3283,50	
	10	0,00	0,00	-29,50	2046,59	2396,59	2996,59	10	0,00	0,00	-29,50	2304,00	2654,00	3254,00	
	11	0,00	0,00	-29,50	2017,09	2367,09	2967,09	11	0,00	0,00	-29,50	2274,50	2624,50	3224,50	
	12	0,00	0,00	-29,50	1987,59	2337,59	2937,59	12	2,80	18,48	-11,02	2263,47	2613,47	3213,47	
	13	0,00	0,00	-29,50	1958,09	2308,09	2908,09	13	0,00	0,00	-29,50	2233,97	2583,97	3183,97	
	14	0,00	0,00	-29,50	1928,59	2278,59	2878,59	14	0,00	0,00	-29,50	2204,47	2554,47	3154,47	
	15	0,00	0,00	-29,50	1899,09	2249,09	2849,09	15	13,60	89,74	60,24	2264,71	2614,71	3214,71	
	16	9,40	62,03	32,53	1931,62	2281,62	2881,62	16	7,40	48,83	19,33	2284,04	2634,04	3234,04	
	17	4,30	28,37	-1,13	1930,49	2280,49	2880,49	17	7,80	51,47	21,97	2306,01	2656,01	3256,01	
	18	0,00	0,00	-29,50	1900,99	2250,99	2850,99	18	72,30	477,08	447,58	2753,59	3103,59	3703,59	
	19	0,00	0,00	-29,50	1871,49	2221,49	2821,49	19	49,10	323,99	294,49	3048,08	3398,08	3998,08	
	20	0,00	0,00	-29,50	1841,99	2191,99	2791,99	20	11,80	77,86	48,36	3096,44	3446,44	4046,44	
	21	0,00	0,00	-29,50	1812,49	2162,49	2762,49	21	50,40	332,57	303,07	3399,51	3749,51	4349,51	
	22	13,20	87,10	57,60	1870,09	2220,09	2820,09	22	54,20	357,64	328,14	3700,00	4077,65	4677,65	
	23	0,00	0,00	-29,50	1840,59	2190,59	2790,59	23	35,40	233,59	204,09	3700,00	4281,74	4881,74	
	24	0,00	0,00	-29,50	1811,09	2161,09	2761,09	24	3,60	23,75	-5,75	3694,25	4275,99	4875,99	
	25	0,00	0,00	-29,50	1781,59	2131,59	2731,59	25	0,00	0,00	-29,50	3664,75	4246,49	4846,49	
	26	0,30	1,98	-27,52	1754,07	2104,07	2704,07	26	0,00	0,00	-29,50	3635,25	4216,99	4816,99	
	27	10,20	67,31	37,81	1791,88	2141,88	2741,88	27	0,00	0,00	-29,50	3605,75	4187,49	4787,49	
	28	40,70	268,56	239,06	2030,94	2380,94	2980,94	28	0,00	0,00	-29,50	3576,25	4157,99	4757,99	
	29	0,60	3,96	-25,54	2005,40	2355,40	2955,40	29	0,00	0,00	-29,50	3546,75	4128,49	4728,49	
	30	0,00	0,00	-29,50	1975,90	2325,90	2925,90	30	0,00	0,00	-29,50	3517,25	4098,99	4698,99	
DEZEMBRO	1	0,00	0,00	-29,50	1946,40	2296,40	2896,40	1	20,20	133,29	103,79	3700,00	4400,00	5600,00	
	2	0,00	0,00	-29,50	1916,49	2246,49	2846,49	2	89,60	591,23	561,73	3700,00	4400,00	5600,00	
	3	0,00	0,00	-29,50	1886,49	2236,49	2836,49	3	114,20	753,56	724,06	3700,00	4400,00	5600,00	
	4	2,60	17,16	-12,34	3416,41	3998,15	4598,15	4	110,20	727,16	697,66	3700,00	4400,00	5600,00	
	5	8,60	56,75	27,25	3443,66	4025,40	4625,40	5	27,30	180,14	150,64	3700,00	4400,00	5600,00	
	6	0,00	0,00	-29,50	3414,16	3995,90	4595,90	6	44,20	291,66	262,16	3700,00	4400,00	5600,00	
	7	1,70	11,22	-18,28	3395,88	3977,61	4577,61	7	0,00	0,00	-29,50	3670,50	4370,50	5570,50	
	8	15,30	100,96	71,46	3467,33	4049,07	4649,07	8	6,70	44,21	14,71	3685,21	4385,21	5585,21	
	9	14,90	98,32	68,82	3536,15	4117,89	4717,89	9	0,00	0,00	-29,50	3655,71	4355,71	5555,71	
	10	0,00	0,00	-29,50	3506,65	4088,39	4688,39	10	0,00	0,00	-29,50	3626,21	4326,21	5526,21	
	11	0,00	0,00	-29,50	3477,15	4058,89	4658,89	11	0,00	0,00	-29,50	3596,71	4296,71	5496,71	
	12	21,20	139,89	110,39	3587,54	4169,28	4769,28	12	0,00	0,00	-29,50	3567,21	4267,21	5467,21	
	13	15,40	101,62	72,12	3659,66	4241,40	4841,40	13	22,70	149,79	120,29	3687,50	4387,50	5587,50	
	14	3,80	25,07	-4,43	3655,23	4236,97	4836,97	14	0,90	5,94	-23,56	3663,94	4363,94	5563,94	
	15	41,00	270,54	241,04	3700,00	4400,00	5078,01	15	0,00	0,00	-29,50	3634,44	4334,44	5534,44	
	16	18,50	122,07	92,57	3700,00	4400,00	5170,59	16	5,50	36,29	6,79	3641,23	4341,23	5541,23	
	17	13,60	89,74	60,24	3700,00	4400,00	5230,83	17	16,30	107,56	78,06	3700,00	4400,00	5600,00	
	18	7,00	46,19	16,69	3700,00	4400,00	5247,52	18	7,90	52,13	22,63	3700,00	4400,00	5600,00	
	19	1,40	9,24	-20,26	3679,74	4379,74	5227,26	19	0,20	1,32	-28,18	3671,82	4371,82	5571,82	
	20	47,80	315,41	285,91	3700,00	4400,00	5513,17	20	25,50	168,26	138,76	3700,00	4400,00	5600,00	
	21	25,90	170,90	141,40	3700,00	4400,00	5600,00	21	0,00	0,00	-29,50	3670,50	4370,50	5570,50	
	22	20,00	131,97	102,47	3700,00	4400,00	5600,00	22	31,80	209,83	180,33	3700,00	4400,00	5600,00	
	23	15,80	104,26	74,76	3700,00	4400,00	5600,00	23	0,00	0,00	-29,50	3670,50	4370,50	5570,50	
	24	36,00	237,55	208,05	3700,00	4400,00	5600,00	24	0,00	0,00	-29,50	3641,00	4341,00	5541,00	
	25	10,00	65,99	36,49	3700,00	4400,00	5600,00	25	0,00	0,00	-29,50	3611,50	4311,50	5511,50	
	26	65,20	430,23	400,73	3700,00	4400,00	5600,00	26	0,00	0,00	-29,50	3582,00	4282,00	5482,00	
	27	3,80	25,07	-4,43	3695,57	4395,57	5595,57	27	0,00	0,00	-29,50	3552,50	4252,50	5452,50	
	28	7,70	50,81	21,31	3700,00	4400,00	5600,00	28	0,00	0,00	-29,50	3523,00	4223,00	5423,00	
	29	0,00	0,00	-29,50	3670,50	4370,50	5570,50	29	0,00	0,00	-29,50	3493,50	4193,50	5393,50	
	30	3,30	21,78	-7,72	3662,78	4362,78	5562,78	30	0,20	1,32	-28,18	3465,32	4165,32	5365,32	
	31	0,00	0,00	-29,50	3633,28	4333,28	5533,28	31	49,50	326,63	297,13	3700,00	4400,00	5600,00	
FEVEREIRO	1	28,00	184,76	155,26	3700,00	4400,00	5600,00	1	5,20	34,31	4,81	3634,81	4334,81	5534,81	
	2	0,00	0,00	-29,50	3670,50	4370,50	5570,50	2	17,40	114,81	85,31	3700,00	4400,00	5600,00	
	3	0,00	0,00	-29,50	3641,00	4341,00	5541,00	3	34,20	225,67	196,17	3700,00	4400,00	5600,00	
	4	0,00	0,00	-29,50	3611,50	4311,50	5511,50	4	4,00	26,39	-3,11	3696,89	4396,89	5596,89	
	5	0,00	0,00	-29,50	3582,00	4282,00	5482,00	5	18,90	124,71	95,21	3700,00	4400,00	5600,00	
	6	2,00	13,20	-16,30	3565,70	4265,70	5465,70	6	13,30	87,76	58,26	3700,			

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 1996 COM O VOLUME INICIAL DEFINIDO															
MÊS	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	MÊS	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
ABRIL	1	18,80	124,05	94,55	3500,33	4200,33	5400,33	MAIO	1	5,30	34,97	5,47	3163,01	3863,01	5063,01
	2	6,90	45,53	16,03	3516,36	4216,36	5416,36		2	0,00	0,00	-29,50	3133,51	3833,51	5033,51
	3	7,60	50,15	20,65	3537,01	4237,01	5437,01		3	0,00	0,00	-29,50	3104,01	3804,01	5004,01
	4	0,00	0,00	-29,50	3507,51	4207,51	5407,51		4	0,00	0,00	-29,50	3074,51	3774,51	4974,51
	5	0,00	0,00	-29,50	3478,01	4178,01	5378,01		5	0,00	0,00	-29,50	3045,01	3745,01	4945,01
	6	0,00	0,00	-29,50	3448,51	4148,51	5348,51		6	0,00	0,00	-29,50	3015,51	3715,51	4915,51
	7	0,00	0,00	-29,50	3419,01	4119,01	5319,01		7	0,00	0,00	-29,50	2986,01	3686,01	4886,01
	8	0,00	0,00	-29,50	3389,51	4089,51	5289,51		8	0,00	0,00	-29,50	2956,51	3656,51	4856,51
	9	0,00	0,00	-29,50	3360,01	4060,01	5260,01		9	0,00	0,00	-29,50	2927,01	3627,01	4827,01
	10	0,00	0,00	-29,50	3330,51	4030,51	5230,51		10	0,00	0,00	-29,50	2897,51	3597,51	4797,51
	11	0,00	0,00	-29,50	3301,01	4001,01	5201,01		11	0,00	0,00	-29,50	2868,01	3568,01	4768,01
	12	0,00	0,00	-29,50	3271,51	3971,51	5171,51		12	0,00	0,00	-29,50	2838,51	3538,51	4738,51
	13	0,00	0,00	-29,50	3242,01	3942,01	5142,01		13	0,00	0,00	-29,50	2809,01	3509,01	4709,01
	14	0,00	0,00	-29,50	3212,51	3912,51	5112,51		14	0,00	0,00	-29,50	2779,51	3479,51	4679,51
	15	0,00	0,00	-29,50	3183,01	3883,01	5083,01		15	0,00	0,00	-29,50	2750,01	3450,01	4650,01
	16	0,00	0,00	-29,50	3153,51	3853,51	5053,51		16	0,00	0,00	-29,50	2720,51	3420,51	4620,51
	17	0,00	0,00	-29,50	3124,01	3824,01	5024,01		17	0,00	0,00	-29,50	2691,01	3391,01	4591,01
	18	0,00	0,00	-29,50	3094,51	3794,51	4994,51		18	0,00	0,00	-29,50	2661,51	3361,51	4561,51
	19	0,00	0,00	-29,50	3065,01	3765,01	4965,01		19	0,00	0,00	-29,50	2632,01	3332,01	4532,01
	20	0,00	0,00	-29,50	3035,51	3735,51	4935,51		20	0,00	0,00	-29,50	2602,51	3302,51	4502,51
	21	7,40	48,83	19,33	3054,84	3754,84	4954,84		21	0,00	0,00	-29,50	2573,01	3273,01	4473,01
	22	0,00	0,00	-29,50	3025,34	3725,34	4925,34		22	0,00	0,00	-29,50	2543,51	3243,51	4443,51
	23	0,00	0,00	-29,50	2995,84	3695,84	4895,84		23	2,50	16,50	-13,00	2530,50	3230,50	4430,50
	24	15,80	104,26	74,76	3070,59	3770,59	4970,59		24	0,00	0,00	-29,50	2501,00	3201,00	4401,00
	25	0,00	0,00	-29,50	3041,09	3741,09	4941,09		25	0,00	0,00	-29,50	2471,50	3171,50	4371,50
	26	0,00	0,00	-29,50	3011,59	3711,59	4911,59		26	3,80	25,07	-4,43	2467,08	3167,08	4367,08
	27	0,00	0,00	-29,50	2982,09	3682,09	4882,09		27	0,00	0,00	-29,50	2437,58	3137,58	4337,58
	28	40,00	263,94	234,44	3216,54	3916,54	5116,54		28	0,00	0,00	-29,50	2408,08	3108,08	4308,08
	29	0,00	0,00	-29,50	3187,04	3887,04	5087,04		29	9,20	60,71	31,21	2439,29	3139,29	4339,29
	30	0,00	0,00	-29,50	3157,54	3857,54	5057,54		30	0,00	0,00	-29,50	2409,79	3109,79	4309,79
JUNHO	1	0,00	0,00	-29,50	2350,79	3050,79	4250,79	JULHO	1	0,00	0,00	-29,50	2380,29	3080,29	4280,29
	2	0,00	0,00	-29,50	2321,29	3021,29	4221,29		2	0,00	0,00	-29,50	1680,24	2380,24	3580,24
	3	0,00	0,00	-29,50	2291,79	2991,79	4191,79		3	0,00	0,00	-29,50	1650,74	2350,74	3550,74
	4	0,00	0,00	-29,50	2262,29	2962,29	4162,29		4	0,00	0,00	-29,50	1621,24	2321,24	3521,24
	5	0,00	0,00	-29,50	2232,79	2932,79	4132,79		5	0,00	0,00	-29,50	1591,74	2291,74	3491,74
	6	22,00	145,17	115,67	2348,45	3048,45	4248,45		6	0,00	0,00	-29,50	1562,24	2262,24	3462,24
	7	0,00	0,00	-29,50	2318,95	3018,95	4218,95		7	0,00	0,00	-29,50	1532,74	2232,74	3432,74
	8	0,00	0,00	-29,50	2289,45	2989,45	4189,45		8	0,00	0,00	-29,50	1503,24	2203,24	3403,24
	9	0,00	0,00	-29,50	2259,95	2959,95	4159,95		9	0,00	0,00	-29,50	1473,74	2173,74	3373,74
	10	0,00	0,00	-29,50	2230,45	2930,45	4130,45		10	0,00	0,00	-29,50	1444,24	2144,24	3344,24
	11	0,00	0,00	-29,50	2200,95	2900,95	4100,95		11	0,00	0,00	-29,50	1385,24	2085,24	3285,24
	12	0,00	0,00	-29,50	2171,45	2871,45	4071,45		12	0,00	0,00	-29,50	1355,74	2055,74	3255,74
	13	5,20	34,31	4,81	2176,27	2876,27	4076,27		13	0,00	0,00	-29,50	1326,24	2026,24	3226,24
	14	0,00	0,00	-29,50	2146,77	2846,77	4046,77		14	0,00	0,00	-29,50	1296,74	1996,74	3196,74
	15	4,50	29,69	0,19	2146,96	2846,96	4046,96		15	0,00	0,00	-29,50	1267,24	1967,24	3167,24
	16	0,00	0,00	-29,50	2117,46	2817,46	4017,46		16	0,00	0,00	-29,50	1237,74	1937,74	3137,74
	17	0,80	5,28	-24,22	2093,24	2793,24	3993,24		17	0,00	0,00	-29,50	1208,24	1908,24	3108,24
	18	0,00	0,00	-29,50	2063,74	2763,74	3963,74		18	0,00	0,00	-29,50	1178,74	1878,74	3078,74
	19	0,00	0,00	-29,50	2034,24	2734,24	3934,24		19	0,00	0,00	-29,50	1149,24	1849,24	3049,24
	20	0,00	0,00	-29,50	2004,74	2704,74	3904,74		20	0,00	0,00	-29,50	1119,74	1819,74	3019,74
	21	0,00	0,00	-29,50	1975,24	2675,24	3875,24		21	0,00	0,00	-29,50	1090,24	1790,24	2990,24
	22	0,00	0,00	-29,50	1945,74	2645,74	3845,74		22	0,00	0,00	-29,50	1060,74	1760,74	2960,74
	23	0,00	0,00	-29,50	1916,24	2616,24	3816,24		23	2,20	14,52	-14,98	1045,76	1745,76	2945,76
	24	0,00	0,00	-29,50	1886,74	2586,74	3786,74		24	0,00	0,00	-29,50	1016,26	1716,26	2916,26
	25	0,00	0,00	-29,50	1857,24	2557,24	3757,24		25	0,00	0,00	-29,50	986,76	1686,76	2886,76
	26	0,00	0,00	-29,50	1827,74	2527,74	3727,74		26	0,00	0,00	-29,50	957,26	1657,26	2857,26
	27	0,00	0,00	-29,50	1798,24	2498,24	3698,24		27	0,00	0,00	-29,50	927,76	1627,76	2827,76
	28	0,00	0,00	-29,50	1768,74	2468,74	3668,74		28	0,00	0,00	-29,50	898,26	1598,26	2798,26
	29	0,00	0,00	-29,50	1739,24	2439,24	3639,24		29	0,00	0,00	-29,50	868,76	1568,76	2768,76
	30	0,00	0,00	-29,50	1709,74	2409,74	3609,74		30	0,00	0,00	-29,50	839,26	1539,26	2739,26
	31	0,00	0,00	-29,50	1679,24	2379,24	3579,24		31	0,00	0,00	-29,50	809,76	1509,76	2709,76
AGOSTO	1	0,00	0,00	-29,50	780,26	1480,26	2680,26	SETEMBRO	1	0,00	0,00	-29,50	0,00	586,21	1786,21
	2	0,00	0,00	-29,50	750,76	1450,76	2650,76		2	0,00	0,00	-29,50	0,00	556,71	1756,71
	3	0,00	0,00	-29,50	721,26	1421,26	26								

Tabela V

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 2013 COM O VOLUME INICIAL DEFINIDO															
MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
OUTUBRO	0		1850,00		2200,00	2800,00		1	0,00	0,00	-29,50	1464,90	1814,90	2414,90	
	1	1,70	11,22	-18,28	1831,72	2181,72	2781,72	2	0,00	0,00	-29,50	1435,40	1785,40	2385,40	
	2	0,00	0,00	-29,50	1802,22	2152,22	2752,22	3	0,00	0,00	-29,50	1405,90	1755,90	2355,90	
	3	13,70	90,40	60,90	1863,12	2213,12	2813,12	4	0,00	0,00	-29,50	1376,40	1726,40	2326,40	
	4	0,00	0,00	-29,50	1833,62	2183,62	2783,62	5	0,00	0,00	-29,50	1346,90	1696,90	2296,90	
	5	22,30	147,15	117,65	1951,27	2301,27	2901,27	6	6,00	39,59	10,09	1356,99	1706,99	2306,99	
	6	0,00	0,00	-29,50	1921,77	2271,77	2871,77	7	19,70	129,99	100,49	1457,48	1807,48	2407,48	
	8	0,00	0,00	-29,50	1862,77	2212,77	2812,77	9	36,60	241,51	212,01	1669,49	2019,49	2619,49	
	9	0,00	0,00	-29,50	1833,27	2183,27	2783,27	10	0,00	0,00	-29,50	1625,01	1975,01	2575,01	
	10	30,00	197,96	168,46	2001,72	2351,72	2951,72	11	0,00	0,00	-29,50	1595,51	1945,51	2545,51	
	11	0,00	0,00	-29,50	1972,22	2322,22	2922,22	12	0,00	0,00	-29,50	1566,01	1916,01	2516,01	
	13	0,00	0,00	-29,50	1913,22	2263,22	2863,22	14	0,00	0,00	-29,50	1536,51	1886,51	2486,51	
	14	0,00	0,00	-29,50	1883,72	2233,72	2833,72	15	0,00	0,00	-29,50	1507,01	1857,01	2457,01	
	15	0,00	0,00	-29,50	1854,22	2204,22	2804,22	16	0,00	0,00	-29,50	1477,51	1827,51	2427,51	
	16	0,00	0,00	-29,50	1824,72	2174,72	2774,72	17	0,00	0,00	-29,50	1448,01	1798,01	2398,01	
	18	1,10	7,26	-22,24	1772,98	2122,98	2722,98	19	0,00	0,00	-29,50	1389,01	1739,01	2339,01	
	19	10,40	68,63	39,13	1812,11	2162,11	2762,11	20	0,00	0,00	-29,50	1418,89	1768,89	2368,89	
	20	0,00	0,00	-29,50	1782,61	2132,61	2732,61	21	0,00	0,00	-29,50	1389,39	1739,39	2339,39	
	21	0,00	0,00	-29,50	1753,11	2103,11	2703,11	22	0,00	0,00	-29,50	1330,39	1680,39	2280,39	
	22	0,00	0,00	-29,50	1723,61	2073,61	2673,61	23	36,60	241,51	212,01	1542,40	1892,40	2492,40	
	23	0,00	0,00	-29,50	1694,11	2044,11	2644,11	24	0,00	0,00	-29,50	1512,90	1862,90	2462,90	
	24	0,00	0,00	-29,50	1664,61	2014,61	2614,61	25	11,00	72,58	43,08	1555,98	1905,98	2505,98	
	25	0,00	0,00	-29,50	1635,11	1985,11	2585,11	26	10,00	65,99	36,49	1592,47	1942,47	2542,47	
	27	0,00	0,00	-29,50	1576,11	1926,11	2526,11	28	18,80	124,05	94,55	1687,02	2037,02	2637,02	
	28	0,00	0,00	-29,50	1546,61	1896,61	2496,61	29	0,00	0,00	-29,50	1657,52	2007,52	2607,52	
	29	0,00	0,00	-29,50	1517,11	1867,11	2467,11	30	0,00	0,00	-29,50	1628,02	1978,02	2578,02	
	30	0,00	0,00	-29,50	1487,61	1837,61	2437,61	31	5,50	36,29	6,79	1598,52	1948,52	2548,52	
DEZEMBRO	1	25,30	166,94	137,44	1735,97	2085,97	2685,97	1	0,00	0,00	-29,50	3299,23	3649,23	4249,23	
	2	4,40	29,03	-0,47	1735,50	2085,50	2685,50	2	35,80	236,23	206,73	3505,95	3855,95	4455,95	
	3	0,00	0,00	-29,50	1706,00	2056,00	2656,00	3	0,00	0,00	-29,50	3476,45	3826,45	4426,45	
	4	40,00	263,94	234,44	1940,44	2290,44	2890,44	4	0,00	0,00	-29,50	3446,95	3796,95	4396,95	
	5	0,00	0,00	-29,50	1910,94	2260,94	2860,94	5	0,00	0,00	-29,50	3417,45	3767,45	4367,45	
	6	9,10	60,05	30,55	1941,49	2291,49	2891,49	6	0,00	0,00	-29,50	3387,95	3737,95	4337,95	
	7	59,20	390,63	361,13	2302,62	2652,62	3252,62	7	0,00	0,00	-29,50	3358,45	3708,45	4308,45	
	8	16,50	108,88	79,38	2382,00	2732,00	3332,00	8	0,00	0,00	-29,50	3328,95	3678,95	4278,95	
	9	10,20	67,31	37,81	2419,81	2769,81	3369,81	9	0,00	0,00	-29,50	3299,45	3649,45	4249,45	
	10	0,00	0,00	-29,50	2390,31	2740,31	3340,31	10	0,00	0,00	-29,50	3269,95	3619,95	4219,95	
	11	0,00	0,00	-29,50	2360,81	2710,81	3310,81	12	0,00	0,00	-29,50	3240,45	3590,45	4190,45	
	12	39,70	261,96	232,46	2593,27	2943,27	3543,27	13	0,00	0,00	-29,50	3210,95	3560,95	4160,95	
	13	8,00	52,79	23,29	2616,56	2966,56	3566,56	14	0,00	0,00	-29,50	3181,45	3531,45	4131,45	
	14	0,60	3,96	-25,54	2591,02	2941,02	3541,02	15	0,00	0,00	-29,50	3151,95	3501,95	4101,95	
	15	0,00	0,00	-29,50	2561,52	2911,52	3511,52	16	0,00	0,00	-29,50	3122,45	3472,45	4072,45	
	16	0,00	0,00	-29,50	2532,02	2882,02	3482,02	17	0,00	0,00	-29,50	3092,95	3442,95	4042,95	
	17	4,00	26,39	-3,11	2528,91	2878,91	3478,91	18	48,80	322,01	292,51	3355,96	3705,96	4305,96	
	18	0,00	0,00	-29,50	2499,41	2849,41	3449,41	19	0,00	0,00	-29,50	3326,46	3676,46	4276,46	
	19	1,80	11,88	-17,62	2481,79	2831,79	3431,79	20	0,00	0,00	-29,50	3296,96	3646,96	4246,96	
	20	0,00	0,00	-29,50	2452,29	2802,29	3402,29	21	7,50	49,49	19,99	3316,95	3666,95	4266,95	
	21	11,20	73,90	44,40	2496,69	2846,69	3446,69	22	0,00	0,00	-29,50	3287,45	3637,45	4237,45	
	22	39,50	260,64	231,14	2727,83	3077,83	3677,83	23	2,20	14,52	-14,98	3272,47	3622,47	4222,47	
	23	33,40	220,39	190,89	2918,73	3268,73	3868,73	24	0,00	0,00	-29,50	3242,97	3592,97	4192,97	
	24	38,90	256,68	227,18	3145,91	3495,91	4095,91	25	0,00	0,00	-29,50	3213,47	3563,47	4163,47	
	25	2,30	15,18	-14,32	3131,59	3481,59	4081,59	26	0,00	0,00	-29,50	3183,97	3533,97	4133,97	
	26	0,00	0,00	-29,50	3102,09	3452,09	4052,09	27	0,00	0,00	-29,50	3154,47	3504,47	4104,47	
	27	51,90	342,47	312,97	3415,05	3765,05	4365,05	28	0,00	0,00	-29,50	3124,97	3474,97	4074,97	
	28	0,40	2,64	-26,86	3388,19	3738,19	4338,19	29	0,00	0,00	-29,50	3095,47	3445,47	4045,47	
	29	3,00	19,80	-9,70	3378,49	3728,49	4328,49	30	0,00	0,00	-29,50	3065,97	3415,97	4015,97	
	30	0,00	0,00	-29,50	3348,99	3698,99	4298,99	31	0,00	0,00	-29,50	3036,47	3386,47	3986,47	
FEVEREIRO	1	1,40	9,24	-20,26	3328,73	3678,73	4278,73	1	8,00	52,79	23,29	2514,86	2864,86	3464,86	
	2	0,00	0,00	-29,50	3006,97	3356,97	3956,97	2	0,00	0,00	-29,50	2485,36	2835,36	3435,36	
	3	0,00	0,00	-29,50	2947,97	3297,97	3897,97	3	6,80	44,87	15,37	2500,73	2850,73	3450,73	
	4	0,00	0,00	-29,50	2918,47	3268,47	3886,47	4	0,00	0,00	-29,50	2471,23	2821,23	3421,23	
	5	0,00	0,00	-29,50	2888,97	3238,97	3888,97	5	0,00	0,00	-29,50	2441,73	2791,73	3391,73	
	6	0,00	0,00	-29,50	2859,47	3209,47	3809,47	6	0,00	0,00	-29,50	2412,23	2762,23	3362,23	
	7	0,00	0,00	-29,50	2829,97	3179,97	3779,97	7	31,50	207,85	178,35	2590,58	2940,58	3540,58	
	8	0,00	0,00	-29,50	2800,47	3150,47	3750,47	8	45,00	296,94	267,44	2858,02	3208,02	3808,02	
	9	0,00	0,00	-29,50	2770,97	3120,97	3720,97	10	6,20	40,91	11,41	2943,99	3293,99	3893,99	
	10	0,00	0,00	-29,50	2741,47	3091,47	3691,47	11	0,00	0,00	-29,50	2925,90	3275,90	3875,90	
	11	0,00	0,00	-29,50	2711,97	3061,97	3661,97	12	0,00	0,00	-29,50	2896,40	3246,40	3846,40	
	12														

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO DE 2013 COM O VOLUME INICIAL DEFINIDO															
MÊS	DIA	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
		MÊS	DIA						MÊS	DIA					
ABRIL	1	8,50	56,09	26,59		2521,52	2871,52	3471,52	1	0,00	0,00	-29,50	2378,85	2728,85	3328,85
	2	15,40	101,62	72,12		2593,63	2943,63	3543,63	2	0,00	0,00	-29,50	2349,35	2699,35	3299,35
	3	6,10	40,25	10,75		2604,38	2954,38	3554,38	3	0,00	0,00	-29,50	2319,85	2669,85	3269,85
	4	11,30	74,56	45,06		2649,45	2999,45	3599,45	4	0,00	0,00	-29,50	2290,35	2640,35	3240,35
	5	0,00	0,00	-29,50		2619,95	2969,95	3569,95	5	0,00	0,00	-29,50	2260,85	2610,85	3210,85
	6	0,00	0,00	-29,50		2590,45	2940,45	3540,45	6	0,00	0,00	-29,50	2231,35	2581,35	3181,35
	7	0,00	0,00	-29,50		2560,95	2910,95	3510,95	7	0,00	0,00	-29,50	2201,85	2551,85	3151,85
	8	0,00	0,00	-29,50		2531,45	2881,45	3481,45	8	0,00	0,00	-29,50	2172,35	2522,35	3122,35
	9	0,00	0,00	-29,50		2501,95	2851,95	3451,95	9	10,60	69,94	40,44	2212,80	2562,80	3162,80
	10	0,00	0,00	-29,50		2472,45	2822,45	3422,45	10	0,00	0,00	-29,50	2183,30	2533,30	3133,30
	11	30,50	201,26	171,76		2644,20	2994,20	3594,20	11	0,00	0,00	-29,50	2153,80	2503,80	3103,80
	12	0,00	0,00	-29,50		2614,70	2964,70	3564,70	12	0,00	0,00	-29,50	2124,30	2474,30	3074,30
	13	0,00	0,00	-29,50		2585,20	2935,20	3535,20	13	0,00	0,00	-29,50	2094,80	2444,80	3044,80
	14	16,80	110,86	81,36		2666,56	3016,56	3616,56	14	0,00	0,00	-29,50	2065,30	2415,30	3015,30
	15	11,10	73,24	43,74		2710,30	3060,30	3660,30	15	0,00	0,00	-29,50	2035,80	2385,80	2985,80
	16	3,40	22,44	-7,06		2703,24	3053,24	3653,24	16	0,00	0,00	-29,50	2006,30	2356,30	2956,30
	17	0,00	0,00	-29,50		2673,74	3023,74	3623,74	17	0,00	0,00	-29,50	1976,80	2326,80	2926,80
	18	0,00	0,00	-29,50		2644,24	2994,24	3594,24	18	0,00	0,00	-29,50	1947,30	2297,30	2897,30
	19	0,00	0,00	-29,50		2614,74	2964,74	3564,74	19	0,00	0,00	-29,50	1917,80	2267,80	2867,80
	20	3,50	23,09	-6,41		2608,33	2958,33	3558,33	20	0,00	0,00	-29,50	1888,30	2238,30	2838,30
	21	0,80	5,28	-24,22		2584,11	2934,11	3534,11	21	0,00	0,00	-29,50	1858,80	2208,80	2808,80
	22	0,00	0,00	-29,50		2554,61	2904,61	3504,61	22	0,00	0,00	-29,50	1829,30	2179,30	2779,30
	23	12,10	79,84	50,34		2604,96	2954,96	3554,96	23	0,00	0,00	-29,50	1799,80	2149,80	2749,80
	24	1,50	9,90	-19,60		2585,35	2935,35	3535,35	24	0,00	0,00	-29,50	1770,30	2120,30	2720,30
	25	0,00	0,00	-29,50		2555,85	2905,85	3505,85	25	0,00	0,00	-29,50	1740,80	2090,80	2690,80
	26	0,00	0,00	-29,50		2526,35	2876,35	3476,35	26	4,30	28,37	-1,13	1739,67	2089,67	2689,67
	27	0,00	0,00	-29,50		2496,85	2846,85	3446,85	27	5,20	34,31	4,81	1744,48	2094,48	2694,48
	28	0,00	0,00	-29,50		2467,35	2817,35	3417,35	28	0,00	0,00	-29,50	1714,98	2064,98	2664,98
	29	0,00	0,00	-29,50		2437,85	2787,85	3387,85	29	0,00	0,00	-29,50	1685,48	2035,48	2635,48
	30	0,00	0,00	-29,50		2408,35	2758,35	3358,35	30	0,50	3,30	-26,20	1659,28	2009,28	2609,28
JUNHO	1	0,00	0,00	-29,50		1600,28	1950,28	2550,28	1	0,00	0,00	-29,50	1629,78	1979,78	2579,78
	2	8,60	56,75	27,25		1627,53	1977,53	2577,53	2	0,00	0,00	-29,50	172,04	1122,04	1722,03
	3	0,00	0,00	-29,50		1598,03	1948,03	2548,03	3	0,00	0,00	-29,50	713,03	1063,03	1663,03
	4	0,00	0,00	-29,50		1568,53	1918,53	2518,53	4	0,00	0,00	-29,50	683,53	1033,53	1633,53
	5	0,00	0,00	-29,50		1539,03	1889,03	2489,03	5	0,00	0,00	-29,50	654,03	1004,03	1604,03
	6	0,00	0,00	-29,50		1509,53	1859,53	2459,53	6	0,00	0,00	-29,50	624,53	974,53	1574,53
	7	0,00	0,00	-29,50		1480,03	1830,03	2430,03	7	0,00	0,00	-29,50	595,03	945,03	1545,03
	8	0,00	0,00	-29,50		1450,53	1800,53	2400,53	8	0,00	0,00	-29,50	565,53	915,53	1515,53
	9	0,00	0,00	-29,50		1421,03	1771,03	2371,03	9	0,00	0,00	-29,50	536,03	886,03	1486,03
	10	0,00	0,00	-29,50		1391,53	1741,53	2341,53	10	0,00	0,00	-29,50	506,53	856,53	1456,53
	11	0,00	0,00	-29,50		1362,03	1712,03	2312,03	11	1,50	9,90	-19,60	486,93	836,93	1436,93
	12	0,00	0,00	-29,50		1332,53	1682,53	2282,53	12	0,00	0,00	-29,50	457,43	807,43	1407,43
	13	0,00	0,00	-29,50		1303,03	1653,03	2253,03	13	0,00	0,00	-29,50	427,93	777,93	1377,93
	14	0,00	0,00	-29,50		1273,53	1623,53	2223,53	14	0,00	0,00	-29,50	398,43	748,43	1348,43
	15	0,00	0,00	-29,50		1244,03	1594,03	2194,03	15	0,00	0,00	-29,50	368,93	718,93	1318,93
	16	0,00	0,00	-29,50		1214,53	1564,53	2164,53	16	0,00	0,00	-29,50	339,43	689,43	1289,43
	17	0,00	0,00	-29,50		1185,03	1535,03	2135,03	17	0,00	0,00	-29,50	309,93	659,93	1259,93
	18	0,00	0,00	-29,50		1155,53	1505,53	2105,53	19	0,00	0,00	-29,50	280,43	630,43	1230,43
	19	0,00	0,00	-29,50		1126,03	1476,03	2076,03	20	0,00	0,00	-29,50	250,93	600,93	1200,93
	20	0,00	0,00	-29,50		1096,53	1446,53	2046,53	21	0,00	0,00	-29,50	221,43	571,43	1171,43
	21	0,00	0,00	-29,50		1067,03	1417,03	2017,03	22	0,00	0,00	-29,50	191,93	541,93	1141,93
	22	0,00	0,00	-29,50		1037,53	1387,53	1987,53	23	1,50	9,90	-19,60	162,43	512,43	1112,43
	23	0,00	0,00	-29,50		1008,03	1358,03	1958,03	24	0,00	0,00	-29,50	113,33	463,33	1063,33
	24	0,00	0,00	-29,50		978,53	1328,53	1928,53	25	0,00	0,00	-29,50	83,83	433,83	1033,83
	25	0,00	0,00	-29,50		949,03	1299,03	1899,03	26	4,50	29,69	0,19	84,02	434,02	1034,02
	26	0,00	0,00	-29,50		919,53	1269,53	1869,53	27	0,00	0,00	-29,50	54,52	404,52	1004,52
	27	0,00	0,00	-29,50		890,03	1240,03	1840,03	28	0,00	0,00	-29,50	25,02	375,02	975,02
	28	0,00	0,00	-29,50		860,53	1210,53	1810,53	29	0,00	0,00	-29,50	0,00	345,52	945,52
	29	0,00	0,00	-29,50		831,03	1181,03	1781,03	30	0,00	0,00	-29,50	0,00	316,02	916,02
	31	0,00	0,00	-29,50		801,53	1151,53	1751,53					0,00	286,52	886,52
AGOSTO	1	0,00	0,00	-29,50	0,00	257,02	857,02		1	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	118,70
	2	0,00	0,00	-29,50	0,00	227,52	827,52		2	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	89,20
	3	0,00	0,00	-29,50	0,00	198,02	798,02		3	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	59,70
	4	0,00	0,00	-29,50	0,00	168,52	768,52		4	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	30,20
	5	0,00	0,00	-29,50	0,00	139,02	739,02		5	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	0,70

Tabela VI

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO HIPOTÉTICO DE PLUVIOMETRIA MÉDIA COM O VOLUME INICIAL DEFINIDO															
MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
OUTUBRO	1	3,07	20,25	-9,25	1840,75	2190,75	2790,75	1	5,71	37,69	8,19	1749,92	2099,92	2699,92	
	2	3,33	22,00	-7,50	1833,25	2183,25	2783,25	2	8,53	56,25	26,75	1776,67	2126,67	2726,67	
	3	5,54	36,58	7,08	1840,33	2190,33	2790,33	3	11,52	76,02	46,52	1823,18	2173,18	2773,18	
	4	2,79	18,43	-11,07	1829,26	2179,26	2779,26	4	9,16	60,42	30,92	1854,10	2204,10	2804,10	
	5	3,55	23,46	-6,04	1823,22	2173,22	2773,22	5	10,40	68,65	39,15	1893,25	2243,25	2843,25	
	6	0,82	5,39	-24,11	1799,11	2149,11	2749,11	6	5,94	39,21	9,71	1902,96	2252,96	2852,96	
	7	7,52	49,60	20,10	1819,21	2169,21	2769,21	7	6,97	45,96	16,46	1919,42	2269,42	2869,42	
	8	3,07	20,27	-9,23	1809,98	2159,98	2759,98	8	7,02	46,30	16,80	1936,22	2286,22	2886,22	
	9	2,45	16,13	-13,37	1796,61	2146,61	2746,61	9	3,83	25,24	-4,26	1931,96	2281,96	2881,96	
	10	3,55	23,46	-6,04	1790,57	2140,57	2740,57	10	7,47	49,28	19,78	1951,74	2301,74	2901,74	
	11	1,74	11,49	-18,01	1772,57	2122,57	2722,57	11	6,01	39,68	10,18	1961,91	2311,91	2911,91	
	12	3,38	22,29	-7,21	1765,35	2115,35	2715,35	12	6,91	45,59	16,09	1978,01	2328,01	2928,01	
	13	6,15	40,60	11,10	1776,45	2126,45	2726,45	13	8,91	58,79	29,29	2007,30	2357,30	2957,30	
	14	2,29	15,14	-14,36	1762,09	2112,09	2712,09	14	6,12	40,40	10,90	2018,20	2368,20	2968,20	
	15	1,66	10,98	-18,52	1743,56	2093,56	2693,56	15	8,12	53,56	24,06	2042,26	2392,26	2992,26	
	16	2,18	14,41	-15,09	1728,47	2078,47	2678,47	16	7,34	48,45	18,95	2061,20	2411,20	3011,20	
	17	2,64	17,44	-12,06	1716,42	2066,42	2666,42	17	6,68	44,10	14,60	2075,80	2425,80	3025,80	
	18	5,16	34,06	4,56	1720,97	2070,97	2670,97	18	12,41	81,87	52,37	2128,17	2478,17	3078,17	
	19	2,50	16,50	-13,00	1707,97	2057,97	2657,97	19	7,77	51,29	21,79	2149,96	2499,96	3099,96	
	20	5,97	39,40	9,90	1717,87	2067,87	2667,87	20	8,80	56,75	27,25	2177,21	2527,21	3127,21	
	21	6,37	42,05	12,55	1730,43	2080,43	2680,43	21	9,72	64,16	34,66	2211,86	2561,86	3161,86	
	22	8,61	56,84	27,34	1757,76	2107,76	2707,76	22	5,71	37,69	8,19	2220,06	2570,06	3170,06	
	23	6,00	39,61	10,11	1767,87	2117,87	2717,87	23	9,70	64,03	34,53	2254,59	2604,59	3204,59	
	24	4,03	26,56	-2,94	1764,93	2114,93	2714,93	24	7,42	48,93	19,43	2274,02	2624,02	3224,02	
	25	4,73	31,23	1,73	1766,67	2116,67	2716,67	25	6,82	44,97	15,47	2289,50	2639,50	3239,50	
	26	3,30	21,78	-7,72	1758,94	2108,94	2708,94	27	10,71	70,65	41,15	2364,21	3314,21		
	27	4,04	26,64	-2,86	1756,08	2106,08	2706,08	28	14,18	93,58	64,08	2428,29	2778,29	3378,29	
	29	2,08	13,75	-15,75	1740,33	2090,33	2690,33	29	10,44	68,91	39,41	2467,70	2817,70	3417,70	
	30	4,05	26,72	-2,78	1738,72	2088,72	2688,72	30	7,51	49,56	20,06	2487,76	2837,76	3437,76	
	31	4,93	32,50	3,00	1741,72	2091,72	2691,72								
DEZEMBRO	1	10,22	67,41	37,91	2525,67	2875,67	3475,67	1	14,71	97,04	67,54	3700,00	4323,20	4923,20	
	2	9,35	61,71	32,21	2557,88	2907,88	3507,88	2	16,50	108,88	79,38	3700,00	4400,00	5002,58	
	3	3,54	23,35	-6,15	2551,73	2901,73	3501,73	3	17,18	113,37	83,87	3700,00	4400,00	5086,45	
	4	8,97	59,20	29,70	2581,42	2931,42	3531,42	4	16,29	107,51	78,01	3700,00	4400,00	5164,47	
	5	7,07	46,66	17,16	2598,58	2948,58	3548,58	5	16,90	111,54	82,04	3700,00	4400,00	5246,50	
	6	9,51	62,73	33,23	2631,81	2981,81	3581,81	6	10,60	69,97	40,47	3700,00	4400,00	5286,97	
	7	12,89	85,08	55,58	2687,39	3037,39	3637,39	7	6,36	41,96	12,46	3700,00	4400,00	5299,43	
	8	13,17	86,93	57,43	2744,81	3094,81	3694,81	8	13,46	88,81	59,31	3700,00	4400,00	5358,74	
	9	6,60	43,57	14,07	2758,89	3108,89	3708,89	9	8,46	55,80	26,30	3700,00	4400,00	5385,04	
	10	9,25	61,05	31,55	2790,43	3140,43	3740,43	10	8,46	55,85	26,35	3700,00	4400,00	5411,40	
	11	12,78	84,31	54,81	2845,25	3195,25	3795,25	11	7,18	47,36	17,86	3700,00	4400,00	5429,26	
	12	13,89	91,68	62,18	2907,42	3257,42	3857,42	12	7,93	52,32	22,82	3700,00	4400,00	5452,08	
	13	13,25	87,43	57,93	2965,36	3315,36	3915,36	13	9,08	59,94	30,44	3700,00	4400,00	5482,52	
	14	12,29	81,12	51,62	3016,98	3366,98	3966,98	14	7,57	49,98	20,48	3700,00	4400,00	5503,00	
	15	13,81	91,10	61,60	3078,58	3428,58	4028,58	15	7,25	47,81	18,31	3700,00	4400,00	5521,30	
	16	13,31	87,84	58,34	3136,92	3486,92	4086,92	16	9,34	61,60	32,10	3700,00	4400,00	5553,40	
	17	17,32	114,30	84,80	3221,72	3571,72	4171,72	17	8,34	55,06	25,56	3700,00	4400,00	5578,96	
	18	12,95	85,42	55,92	3277,64	3627,64	4227,64	18	14,04	92,63	63,13	3700,00	4400,00	5600,00	
	19	13,43	88,61	59,11	3336,75	3686,75	4286,75	19	10,01	66,05	36,55	3700,00	4400,00	5600,00	
	20	9,39	61,94	32,44	3369,20	3719,20	4319,20	20	9,60	63,35	33,85	3700,00	4400,00	5600,00	
	21	15,14	99,93	70,43	3439,62	3789,62	4389,62	21	7,23	47,74	18,24	3700,00	4400,00	5600,00	
	22	13,27	87,58	58,08	3497,70	3847,70	4447,70	22	10,18	67,16	37,66	3700,00	4400,00	5600,00	
	23	9,16	60,42	30,92	3528,62	3878,62	4478,62	23	10,81	71,31	41,81	3700,00	4400,00	5600,00	
	24	11,23	74,13	44,63	3573,25	3923,25	4523,25	24	7,68	50,68	21,18	3700,00	4400,00	5600,00	
	25	10,31	68,05	38,55	3611,80	3961,80	4561,80	25	7,20	47,53	18,03	3700,00	4400,00	5600,00	
	26	16,14	106,53	77,03	3688,82	4038,82	4638,82	26	7,23	47,74	18,24	3700,00	4400,00	5600,00	
	27	11,10	73,22	43,72	3700,00	4082,55	4682,55	27	9,29	61,28	31,78	3700,00	4400,00	5600,00	
	28	13,19	87,02	57,52	3700,00	4140,06	4740,06	28	14,63	96,50	67,00	3700,00	4400,00	5600,00	
	29	10,93	72,09	42,59	3700,00	4182,65	4782,65	29	4,25	28,04	-1,46	3698,54	4398,54	5598,54	
	30	10,13	66,84	37,34	3700,00	4219,99	4819,99	30	5,29	34,93	5,43	3700,00	4400,00	5600,00	
	31	9,88	65,17	35,67	3700,00	4255,66	4855,66	31	10,14	66,89	37,39	3700,00	4400,00	5600,00	
FEVEREIRO	1	5,90	38,93	9,43	3700,00	4400,00	5600,00	1	5,42	35,74	6,24	3700,00	4400,00	5600,00	
	2	3,49	23,05	-6,45	3693,55	4393,55	5593,55	2	5,84	38,51	9,01	3700,00	4400,00	5600,00	
	3	10,53	69,45	39,95	3700,00	4400,00	5600,00	3	8,82	58,20	28,70	3700,00	4400,00	5600,00	
	4	4,36	28,77	-0,73	3699,27	4399,27	5599,27	4	11,35	74,88	45,38	3700,00	4400,00	5600,00	
	5	7,24	47,75	18,25	3700,00	4400,00	5600,00	5	9,78	64,52	35,02	3700,00	4400,00		

SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS NO ANO HIDROLÓGICO HIPOTÉTICO DE PLUVIOMETRIA MÉDIA COM O VOLUME INICIAL DEFINIDO																			
MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)		PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)		VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)		PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)		VOLUME NO RESERVATÓRIO 1 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 2 (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO 3 (m³)
			DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)						DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	PRODUÇÃO - DEMANDA (m³)				
ABRIL	1	7,37	48,66	19,16	3700,00	4400,00	5600,00			1	0,93	6,12	-23,38	3347,62	4047,62	5247,62			
	2	2,28	15,01	-14,49	3685,51	4385,51	5585,51			2	1,07	7,08	-22,42	3325,19	4025,19	5225,19			
	3	3,55	23,46	-6,04	3679,47	4379,47	5579,47			3	2,47	16,28	-13,22	3311,98	4011,98	5211,98			
	4	2,85	18,82	-10,68	3668,79	4368,79	5568,79			4	1,03	6,76	-22,74	3289,24	3989,24	5189,24			
	5	4,42	29,14	-0,36	3668,43	4368,43	5568,43			5	1,39	9,17	-20,33	3268,91	3968,91	5168,91			
	6	5,65	37,27	7,77	3676,20	4376,20	5576,20			6	1,09	7,19	-22,31	3246,61	3946,61	5146,61			
	7	8,25	54,42	24,92	3700,00	4400,00	5600,00			7	1,67	11,00	-18,50	3228,11	3928,11	5128,11			
	8	5,08	33,52	4,02	3700,00	4400,00	5600,00			8	0,28	1,85	-27,65	3200,46	3900,46	5100,46			
	9	4,06	26,80	-2,70	3697,30	4397,30	5597,30			9	1,17	7,70	-21,80	3178,66	3878,66	5078,66			
	10	4,28	28,23	-1,27	3696,03	4396,03	5596,03			10	1,43	9,41	-20,09	3158,56	3858,56	5058,56			
	11	4,28	28,24	-1,26	3694,77	4394,77	5594,77			11	0,61	4,04	-25,46	3133,11	3833,11	5033,11			
	12	2,28	15,02	-14,48	3680,29	4380,29	5580,29			12	0,72	4,75	-24,75	3108,36	3808,36	5008,36			
	13	2,76	18,21	-11,29	3669,00	4369,00	5569,00			13	1,25	8,25	-21,25	3087,10	3787,10	4987,10			
	14	2,63	17,38	-12,12	3656,88	4356,88	5556,88			14	0,43	2,86	-26,64	3060,46	3760,46	4960,46			
	15	1,73	11,39	-18,11	3638,76	4338,76	5538,76			15	1,10	7,24	-22,26	3038,20	3738,20	4938,20			
	16	1,71	11,28	-18,22	3620,55	4320,55	5520,55			16	0,83	5,51	-23,99	3014,21	3714,21	4914,21			
	17	2,50	16,50	-13,00	3607,54	4307,54	5507,54			17	1,68	11,09	-18,41	2995,79	3695,79	4895,79			
	18	2,18	14,38	-15,12	3592,43	4292,43	5492,43			18	1,37	9,07	-20,43	2975,36	3675,36	4875,36			
	19	1,74	11,49	-18,01	3574,42	4274,42	5474,42			19	0,42	2,75	-26,75	2948,60	3648,60	4848,60			
	20	2,65	17,51	-11,99	3562,43	4262,43	5462,43			20	2,77	18,25	-11,25	2937,35	3637,35	4837,35			
	21	0,42	2,77	-26,73	3535,70	4235,70	5435,70			21	2,09	13,79	-15,71	2921,65	3621,65	4821,65			
	22	0,41	2,68	-26,82	3508,88	4208,88	5408,88			22	0,40	2,62	-26,88	2894,77	3594,77	4794,77			
	23	1,46	9,61	-19,89	3488,99	4188,99	5388,99			23	1,92	12,66	-16,84	2877,93	3577,93	4777,93			
	24	1,94	12,79	-16,71	3472,28	4172,28	5372,28			24	1,51	9,99	-19,51	2858,42	3558,42	4758,42			
	25	1,33	8,79	-20,71	3451,57	4151,57	5351,57			25	1,15	7,60	-21,90	2836,52	3536,52	4736,52			
	26	0,96	6,34	-23,16	3428,41	4128,41	5328,41			26	1,70	11,22	-18,28	2818,23	3518,23	4718,23			
	27	3,45	22,80	-6,70	3421,71	4121,71	5321,71			27	1,07	7,03	-22,47	2795,76	3495,76	4695,76			
	28	3,14	20,70	-8,80	3412,91	4112,91	5312,91			28	0,55	3,61	-25,89	2769,87	3469,87	4669,87			
	29	2,01	13,26	-16,24	3396,67	4096,67	5296,67			29	1,61	10,62	-18,88	2750,99	3450,99	4650,99			
	30	0,58	3,82	-25,68	3370,99	4070,99	5270,99			30	1,51	9,96	-19,54	2731,46	3431,46	4631,46			
JUNHO	1	0,90	5,96	-23,54	2685,88	3385,88	4585,88			31	1,13	7,46	-22,04	2709,42	3409,42	4609,42			
	2	0,91	5,98	-23,52	2662,36	3362,36	4562,36			1	0,66	4,35	-25,15	1879,13	2579,13	3779,13			
	3	0,92	6,08	-23,42	2638,94	3338,94	4538,94			2	0,22	1,46	-28,04	1851,09	2551,09	3751,09			
	4	1,10	7,26	-22,24	2616,70	3316,70	4516,70			3	0,00	0,00	-29,50	1821,59	2521,59	3721,59			
	5	0,15	0,97	-28,53	2588,17	3288,17	4488,17			4	0,00	0,00	-29,50	1792,09	2492,09	3692,09			
	6	0,90	5,94	-23,56	2564,60	3264,60	4464,60			5	0,58	3,83	-25,67	1766,42	2466,42	3666,42			
	7	0,14	0,95	-28,55	2536,05	3236,05	4436,05			6	0,78	5,12	-24,38	1742,05	2442,05	3642,05			
	8	0,58	3,79	-25,71	2510,34	3210,34	4410,34			7	0,22	1,45	-28,05	1714,00	2414,00	3614,00			
	9	0,44	2,88	-26,62	2483,73	3183,73	4383,73			8	0,35	2,32	-27,18	1686,82	2386,82	3586,82			
	10	0,51	3,39	-26,11	2457,62	3157,62	4357,62			9	0,03	0,22	-29,28	1657,54	2357,54	3557,54			
	11	0,08	0,51	-28,99	2428,63	3128,63	4328,63			10	0,28	1,81	-27,69	1629,85	2329,85	3529,85			
	12	0,73	4,83	-24,67	2403,96	3103,96	4303,96			11	0,73	4,82	-24,68	1605,18	2305,18	3505,18			
	13	0,52	3,44	-26,06	2377,90	3077,90	4277,90			12	0,33	2,16	-27,34	1577,84	2277,84	3477,84			
	14	0,02	0,15	-29,35	2348,55	3048,55	4248,55			13	0,19	1,23	-28,27	1549,56	2249,56	3449,56			
	15	0,31	2,04	-27,46	2319,09	3021,09	4221,09			14	0,23	1,53	-27,97	1521,59	2221,59	3421,59			
	16	0,31	2,03	-27,47	2293,62	2993,62	4193,62			15	0,00	0,00	-29,50	1492,09	2192,09	3392,09			
	17	0,03	0,18	-29,32	2264,30	2964,30	4164,30			16	0,08	0,52	-28,98	1463,12	2163,12	3363,12			
	18	0,00	0,00	-29,50	2234,80	2934,80	4134,80			17	0,32	2,09	-27,41	1435,71	2135,71	3335,71			
	19	0,28	1,83	-27,67	2207,12	2907,12	4107,12			18	0,00	0,00	-29,50	1406,21	2106,21	3306,21			
	20	0,00	0,00	-29,50	2177,62	2877,62	4077,62			19	0,40	2,64	-26,86	1379,35	2079,35	3279,35			
	21	0,54	3,56	-25,94	2151,68	2851,68	4051,68			20	0,45	2,94	-26,56	1352,78	2052,78	3252,78			
	22	0,16	1,08	-28,42	2123,26	2823,26	4023,26			21	1,02	6,71	-22,79	1329,99	2029,99	3229,99			
	23	0,10	0,66	-28,84	2094,42	2794,42	3994,42			22	0,06	0,39	-29,11	1300,88	2000,88	3200,88			
	24	0,00	0,00	-29,50	2064,92	2764,92	3964,92			23	0,22	1,45	-28,05	1272,83	1972,83	3172,83			
	25	0,23	1,52	-27,98	2036,94	2736,94	3936,94			24	0,70	4,64	-24,86	1247,97	1947,97	3147,97			
	26	0,78	5,14	-24,36	2012,58	2712,58	3912,58			25	0,40	2,64	-26,86	1221,11	1921,11	3121,11			
	27	0,87	5,71	-23,79	1988,80	2688,80	3888,80			26	0,32	2,11	-27,39	1193,71	1893,71	3093,71			
	28	0,01	0,09	-29,41	1959,38	2659,38	3859,38			27	0,00	0,00	-29,50	1164,21	1864,21	3064,21			
	29	0,01	0,07	-29,43	1929,95	2629,95	3829,95			28	0,46	3,07	-26,43	1137,78	1837,78	3037,78			
	30	0,58	3,83	-25,67	1904,28	2604,28	3804,28			29	0,42	2,75	-26,75	1111,02	1811,02	3011,02			

Tabela VII

SIMULAÇÃO DE COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS VOLUMES ARMAZENADOS NO RESERVATÓRIO DE 4.400 m ³ EM TRÊS SITUAÇÕES DIFERENTES DE PLUVIOMETRIA ANUAL																	
1996				2013				ANO MÉDIO									
DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m ³)	DEMANDA-PRODUÇÃO (m ³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m ³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m ³)	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m ³)	DEMANDA-A-	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m ³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m ³)	DATA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m ³)	DEMANDA-PRODUÇÃO (m ³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m ³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m ³)
MÊS/DIA				0,00	3200,00	MÊS/DIA				0,00	3200,00	MÊS/DIA				0,00	3200,00
0	0,00			0,00	3200,00	0	0,00			0,00	3200,00	0	0,00			0,00	3200,00
1	20,70	136,59	107,09	107,09	3207,09	1	1,70	11,22	-18,28	0,00	3181,72	1	3,07	20,25	-9,25	0,00	3190,75
2	0,00	0,00	29,50	77,59	2277,59	2	0,00	0,00	-29,50	0,00	2152,22	2	3,33	22,00	-7,50	0,00	2183,25
3	0,00	0,00	29,50	48,09	2248,09	3	13,70	90,40	60,90	60,90	2213,12	3	5,54	36,58	7,08	0,00	2190,33
4	9,40	62,03	52,53	80,62	2280,62	4	0,00	0,00	-29,50	31,40	2183,62	4	2,79	18,43	-11,07	0,00	2179,26
5	0,00	0,00	29,50	51,12	2251,12	5	22,30	147,15	117,65	149,05	2301,27	5	3,55	23,46	-6,04	0,00	2173,22
6	0,00	0,00	29,50	21,62	2221,62	6	0,00	0,00	-29,50	119,55	2271,77	6	0,82	5,39	-24,11	0,00	2149,11
7	37,10	244,81	215,31	236,92	2436,92	7	0,00	0,00	-29,50	90,05	2242,27	7	7,52	49,60	20,10	20,10	2169,21
8	6,80	44,87	15,37	252,29	2452,29	8	0,00	0,00	-29,50	60,55	2212,77	8	3,07	20,27	-9,23	10,87	2159,98
9	0,50	3,30	26,20	226,09	2426,09	9	0,00	0,00	-29,50	31,05	2183,27	9	2,45	16,13	-13,37	0,00	2146,61
10	0,00	0,00	29,50	196,59	2396,59	10	30,00	197,96	168,46	199,50	2351,72	10	3,55	23,46	-6,04	0,00	2140,57
11	0,00	0,00	29,50	167,09	2367,09	11	0,00	0,00	-29,50	170,00	2322,22	11	1,74	11,49	-18,01	0,00	2122,57
12	0,00	0,00	29,50	137,59	2337,59	12	0,00	0,00	-29,50	140,50	2299,72	12	3,38	22,29	-7,21	0,00	2115,35
13	0,00	0,00	29,50	108,09	2308,09	13	0,00	0,00	-29,50	111,00	2263,22	13	6,15	40,60	11,10	11,10	2126,45
14	0,00	0,00	29,50	78,59	2278,59	14	0,00	0,00	-29,50	81,50	2233,72	14	2,29	15,14	-14,36	0,00	2112,09
15	0,00	0,00	29,50	49,09	2249,09	15	0,00	0,00	-29,50	52,00	2204,22	15	1,66	10,98	-18,52	0,00	2093,56
16	9,40	62,03	32,53	81,62	2281,62	16	0,00	0,00	-29,50	22,50	2174,72	16	2,18	14,41	-15,09	0,00	2078,47
17	4,30	28,37	-1,13	80,49	2280,49	17	0,00	0,00	-29,50	20,00	2145,22	17	2,64	17,44	-12,06	0,00	2066,42
18	0,00	0,00	29,50	50,99	2250,99	18	1,10	7,26	-22,24	0,00	2122,98	18	5,16	34,06	4,56	20,70	2070,97
19	0,00	0,00	29,50	21,49	2221,49	19	10,40	68,63	39,13	39,13	2162,13	19	2,50	16,50	-13,00	0,00	2057,97
20	0,00	0,00	29,50	0,00	2191,99	20	0,00	0,00	-29,50	9,63	2132,61	20	5,97	39,40	9,90	20,67	2087,87
21	0,00	0,00	29,50	0,00	2162,49	21	0,00	0,00	-29,50	0,00	2103,13	21	6,37	42,05	12,55	22,45	2080,43
22	13,20	87,10	57,60	57,60	2220,09	22	0,00	0,00	-29,50	0,00	2073,61	22	8,61	56,84	27,34	2107,76	
23	0,00	0,00	29,50	28,10	2190,59	23	0,00	0,00	-29,50	0,00	2044,11	23	6,00	39,61	10,11	59,90	2117,87
24	0,00	0,00	29,50	0,00	2161,09	24	0,00	0,00	-29,50	0,00	2014,61	24	4,03	26,56	-2,94	55,96	2114,93
25	0,00	0,00	29,50	0,00	2131,59	25	0,00	0,00	-29,50	0,00	1985,11	25	4,73	31,23	1,73	58,70	2116,67
26	0,30	1,98	-27,52	0,00	2104,07	26	0,00	0,00	-29,50	0,00	1955,61	26	3,30	21,78	-7,72	50,97	2108,94
27	10,20	67,31	37,81	37,81	2141,88	27	0,00	0,00	-29,50	0,00	1926,11	27	4,04	26,64	-2,86	48,11	2106,08
28	40,70	268,56	239,06	276,87	2380,94	28	0,00	0,00	-29,50	0,00	1896,61	28	2,08	13,75	-19,75	32,36	2090,33
29	0,60	3,96	-25,54	253,33	2355,40	29	0,00	0,00	-29,50	0,00	1867,11	29	4,65	30,66	1,16	33,52	2091,49
30	0,00	0,00	29,50	221,83	2325,90	30	0,00	0,00	-29,50	0,00	1837,61	30	4,05	26,72	-2,78	30,75	2088,72
31	0,00	0,00	29,50	192,33	2349,40	31	5,50	36,29	6,79	1844,40	31	3,93	32,50	3,00	33,75	2091,24	
1	21,50	141,87	112,37	304,69	2404,69	1	0,00	0,00	-29,50	0,00	1814,90	1	5,71	37,69	8,19	41,94	2099,92
2	26,50	145,36	145,06	254,13	2464,13	2	0,00	0,00	-29,50	0,00	1785,40	2	5,45	56,25	26,75	65,78	2125,67
3	18,00	119,77	119,37	365,07	2583,40	3	0,00	0,00	-29,50	0,00	1750,00	3	11,52	70,42	46,52	115,21	
4	19,50	125,27	95,87	635,20	2728,28	4	0,00	0,00	-29,50	0,00	1726,40	4	9,16	60,42	30,92	100,13	2204,10
5	7,50	49,49	19,99	655,19	2757,27	5	0,00	0,00	-29,50	0,00	1696,20	5	10,40	68,65	10,15	185,28	2243,25
6	0,00	0,00	29,50	626,60	2729,77	6	6,00	39,59	10,09	10,09	1705,29	6	5,94	39,21	9,71	194,99	2252,86
7	6,40	42,23	17,73	638,42	2742,50	7	19,70	129,99	100,49	110,58	1807,48	7	6,97	45,56	16,46	2114,45	
8	0,00	0,00	29,50	608,92	2713,00	8	36,60	241,51	212,01	322,59	2019,49	8	7,02	46,30	16,80	228,25	
9	0,00	0,00	29,50	579,42	2683,50	9	2,20	14,52	-14,98	307,61	2004,51	9	3,83	25,24	-4,26	223,99	2281,96
10	0,00	0,00	29,50	549,92	2654,00	10	0,00	0,00	-29,50	278,11	1975,03	10	7,47	49,28	19,78	243,77	2301,74
11	0,00	0,00	29,50	50,42	2624,50	11	0,00	0,00	-29,50	245,61	1945,53	11	6,01	39,68	10,18	253,94	2311,91
12	2,80	18,48	-11,02	509,40	2613,47	12	0,00	0,00	-29,50	219,11	1916,03	12	6,91	45,59	16,09	270,03	2378,01
13	0,00	0,00	29,50	479,90	2583,97	13	0,00	0,00	-29,50	189,61	1886,53	13	8,91	58,79	29,29	299,33	2357,30
14	0,00	0,00	29,50	450,06	2554,47	14	0,00	0,00	-29,50	186,11	1857,03	14	6,12	40,40	24,06	334,29	2302,26
15	13,60	89,74	20,49	207,65	2471,74	15	0,00	0,00	-29,50	130,61	1827,53	15	8,12	53,56	24,06	343,29	2411,20
16	0,00	0,00	29,50	186,43	2466,39	16	36,60	241,51	212,01	212,01	1892,40	16	2,95	47,42	17,16	2639,50	
17	0,00	0,00	29,50	155,80	2406,80	17	4,00	26,39	-3,11	1198,53	2876,93	17	13,17	86,93	57,43	1036,84	2094,81
18	7,00	46,19	16,69	254,34	2440,00	18	0,00	0,00	-29,50	1169,02	2849,41	18	6,60	43,57	14,07	1050,52	3108,89
19	1,40	9,24	-20,26	252,18	2379,74	19	1,80	11,88	-17,62	115,39	2831,79	19	12,78	31,55	10,46	3104,43	
20	47,80	315,41	285,91	2809,09	4400,00	20	0,00	0,00	-29,50	112,89	2802,29	20	9,39	32,44	16,61	3119,23	3179,20
21	25,00	170,90	141,40	295,50	4400,00	21	11,20	73,90	-44,40	1165,30	2846,60	21	15,14	99,93	70,43	1731,65	3189,62
22	20,00	131,97	102,47	305,97	4400,00	22	39,50	260,64	231,14	1397,44	3077,83	22	13,27	87,58	58,08	1789,73	3847,70
23	15,80	104,26	74,76	312,72	4400,00	23	33,40	220,39	190,89	1588,33	3268,73	23	9,16	60,42	30,92	1820,65	3878,62
24	36,00	237,55															

SIMULAÇÃO DE COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS VOLUMES ARMAZENADOS NO RESERVATÓRIO DE 4.400 m³ EM TRÊS SITUAÇÕES DIFERENTES DE PLUVIOMETRIA ANUAL																		
DATA MÊS / DIA	1996						2013						ANO MÉDIO					
	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	DEMANDA - PRODUÇÃO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	DATA MÊS / DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	DEMANDA - A-	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	DATA MÊS / DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	DEMANDA - PRODUÇÃO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	
JANUÁRIO	1 20,20	133,29	103,79	3826,93	4400,00	1 0,00	0,00	-29,50	1968,83	3649,23	1 14,71	97,04	67,54	2265,23	4323,20			
	2 89,60	591,23	561,73	4388,66	4400,00	2 35,80	236,23	206,73	2175,56	3855,95	2 16,50	108,88	79,38	2344,61	4400,00			
	3 114,20	753,56	724,06	4400,00	4400,00	3 0,00	0,00	-29,50	2146,06	3826,45	3 17,18	113,37	83,87	2428,48	4400,00			
	4 110,20	727,16	697,66	4400,00	4400,00	4 0,00	0,00	-29,50	2116,56	3796,95	4 16,29	107,51	78,01	2506,50	4400,00			
	5 27,30	180,14	150,64	4400,00	4400,00	5 0,00	0,00	-29,50	2087,06	3767,45	5 16,90	111,54	82,04	2588,53	4400,00			
	6 44,20	291,66	262,16	4400,00	4400,00	6 0,00	0,00	-29,50	2057,56	3737,95	6 10,60	69,97	40,47	2629,00	4400,00			
	7 0,00	0,00	-29,50	4370,50	4370,50	7 0,00	0,00	-29,50	2028,06	3708,45	7 6,36	41,96	12,46	2641,46	4400,00			
	8 6,70	44,21	14,71	4385,21	4385,21	8 0,00	0,00	-29,50	1998,56	3678,95	8 13,46	88,81	59,31	2700,77	4400,00			
	9 0,00	0,00	-29,50	4355,71	4355,71	9 0,00	0,00	-29,50	1961,06	3640,45	9 8,46	55,80	26,30	2727,07	4400,00			
	10 0,00	0,00	-29,50	4326,21	4326,21	10 0,00	0,00	-29,50	1933,56	3610,95	10 8,46	55,85	26,35	2753,43	4400,00			
	11 0,00	0,00	-29,50	4296,71	4296,71	11 0,00	0,00	-29,50	1910,06	3590,45	11 7,18	47,36	17,86	2771,79	4400,00			
	12 0,00	0,00	-29,50	4267,21	4267,21	12 0,00	0,00	-29,50	1880,56	3560,95	12 7,93	52,32	22,82	2794,11	4400,00			
	13 22,70	149,79	120,29	4387,50	4387,50	13 0,00	0,00	-29,50	1851,06	3531,45	13 9,08	59,94	30,44	2824,55	4400,00			
	14 0,90	5,94	-23,56	4361,94	4361,94	14 0,00	0,00	-29,50	1821,56	3501,95	14 7,57	49,98	20,48	2845,03	4400,00			
	15 0,00	0,00	-29,50	4332,44	4332,44	15 0,00	0,00	-29,50	1792,06	3472,45	15 7,45	47,81	18,11	2863,33	4400,00			
	16 5,50	36,29	5,70	4341,23	4341,23	16 0,00	0,00	-29,50	1762,56	3442,95	16 9,34	61,60	32,10	2895,43	4400,00			
	17 15,20	107,55	10,06	4311,00	4300,00	17 0,00	0,00	-29,50	1733,06	3411,43	17 8,34	55,85	25,50	2929,09	4400,00			
	18 7,90	52,13	27,63	4301,80	4300,00	18 48,80	322,01	1701,51	2025,57	3705,96	18 14,04	92,23	22,13	2984,12	4400,00			
	19 0,20	1,32	-28,18	4371,82	4371,82	19 0,00	0,00	-29,50	1995,07	3676,46	19 10,01	66,05	30,20	3020,57	4400,00			
	20 25,50	168,26	138,76	4370,50	4370,50	20 0,00	0,00	-29,50	1965,57	3646,96	20 9,60	63,35	33,85	3054,52	4400,00			
	21 0,00	0,00	-29,50	4350,50	4350,50	21 7,50	49,49	19,99	1985,56	3666,95	21 7,23	47,74	18,24	3072,75	4400,00			
	22 31,80	209,83	180,33	4400,00	4400,00	22 0,00	0,00	-29,50	1970,06	3637,45	22 10,18	67,16	37,66	3110,41	4400,00			
	23 0,00	0,00	-29,50	4270,50	4270,50	23 2,20	14,52	-14,98	1942,08	3621,47	23 10,81	71,23	31,52	3152,22	4400,00			
	24 0,00	0,00	-29,50	4341,00	4341,00	24 0,00	0,00	-29,50	1912,58	3592,97	24 7,68	50,68	21,18	3173,40	4400,00			
	25 0,00	0,00	-29,50	4311,50	4311,50	25 0,00	0,00	-29,50	1883,08	3563,47	25 7,20	47,53	18,03	3191,43	4400,00			
	26 0,00	0,00	-29,50	4282,00	4282,00	26 0,00	0,00	-29,50	1853,58	3533,97	26 7,23	47,74	18,24	3209,67	4400,00			
	27 0,00	0,00	-29,50	4252,50	4252,50	27 0,00	0,00	-29,50	1821,08	3504,47	27 9,29	61,28	31,78	3241,45	4400,00			
	28 0,00	0,00	-29,50	4223,00	4223,00	28 0,00	0,00	-29,50	1794,58	3474,97	28 14,63	49,50	20,48	3280,75	4400,00			
	29 0,00	0,00	-29,50	4193,50	4193,50	29 0,00	0,00	-29,50	1765,08	3445,47	29 4,25	48,04	17,60	3307,00	4398,54			
	30 0,20	1,32	-28,18	4165,32	4165,32	30 0,00	0,00	-29,50	1735,58	3415,97	30 5,29	54,93	31,32	3312,43	4400,00			
	31 49,50	326,63	297,13	4400,00	4400,00	31 0,00	0,00	-29,50	1706,08	3386,47	31 10,14	66,89	37,39	3349,81	4400,00			
FEVEREIRO	1 28,00	184,76	155,26	4400,00	4400,00	1 0,00	0,00	-29,50	1676,58	3359,24	1 5,90	38,93	9,43	3359,24	4400,00			
	2 0,00	0,00	-29,50	4370,50	4370,50	2 0,00	0,00	-29,50	1647,08	3327,47	2 3,49	23,05	-6,45	3352,80	4393,55			
	3 0,00	0,00	-29,50	4341,00	4341,00	3 0,00	0,00	-29,50	1617,58	3297,97	3 10,53	69,45	39,95	3392,75	4400,00			
	4 0,00	0,00	-29,50	4311,50	4311,50	4 0,00	0,00	-29,50	1588,08	3268,47	4 4,36	28,77	-0,73	3392,01	4399,27			
	5 0,00	0,00	-29,50	4282,00	4282,00	5 0,00	0,00	-29,50	1558,58	3238,97	5 7,24	47,75	18,25	3410,26	4400,00			
	6 2,00	13,20	-16,30	4265,70	4265,70	6 0,00	0,00	-29,50	1529,08	3209,47	6 8,34	55,01	25,51	3435,77	4400,00			
	7 0,00	0,00	-29,50	4236,20	4236,20	7 0,00	0,00	-29,50	1499,58	3179,97	7 5,73	37,82	8,32	3444,09	4400,00			
	8 0,00	0,00	-29,50	4206,70	4206,70	8 0,00	0,00	-29,50	1470,08	3150,47	8 5,92	39,09	9,59	3453,67	4400,00			
	9 11,80	48,36	4255,06	4255,06	9 0,00	0,00	-29,50	1440,58	3120,97	9 7,13	47,02	17,52	3471,19	4400,00				
	10 26,20	172,88	143,38	4398,44	4398,44	10 0,00	0,00	-29,50	1411,08	3091,47	10 7,07	46,65	17,15	3488,34	4400,00			
	11 0,00	0,00	-29,50	4036,94	4036,94	11 0,00	0,00	-29,50	1381,58	3061,97	11 7,90	52,15	22,65	3510,99	4400,00			
	12 0,00	0,00	-29,50	4339,44	4339,44	12 0,00	0,00	-29,50	1352,08	3032,47	12 5,50	36,29	6,79	3517,79	4400,00			
	13 0,00	0,00	-29,50	4039,94	4039,94	13 0,00	0,00	-29,50	1323,58	3002,97	13 8,53	56,27	26,77	3544,56	4400,00			
	14 0,00	0,00	-29,50	4041,44	4041,44	14 0,00	0,00	-29,50	1303,08	2973,47	14 4,58	30,21	12,42	3545,27	4400,00			
	15 0,00	0,00	-29,50	4041,94	4041,94	15 0,00	0,00	-29,50	1283,58	2943,97	15 6,15	40,58	20,58	3559,77	4400,00			
	16 0,00	0,00	-29,50	4042,44	4042,44	16 0,00	0,00	-29,50	1264,08	2914,47	16 12,30	40,52	22,00	3609,48	4400,00			
	17 13,40	88,42	58,92	4341,00	4341,00	17 31,50	2078,85	178,35	1260,19	2904,58	17 8,24	54,34	24,84	3800,75	4400,00			
	18 0,00	0,00	-29,50	4370,50	4370,50	18 45,00	296,44	267,44	1572,62	3208,02	18 8,61	56,83	27,33	3828,08	4400,00			
	19 0,00	0,00	-29,50	4341,00	4341,00	19 17,50	115,47	85,97	1613,60	3239,99	19 9,06	59,79	30,29	3858,37	4400,00			
	20 13,30	87,76	58,26	4400,00	4400,00	20 6,20	40,91	11,41	1625,01	3305,40	20 6,31	41,66	12,16	3870,53	4400,00			
	21 0,00	0,00	-29,50	4220,00	4220,00	21 0,00	0,00	-29,50	1474,56	3246,05	21 12,30	40,52	22,00	3896,76	4400,00			
	22 0,00	0,00	-29,50	4252,50	4252,50	22 6,30	41,57	12,07	1430,04	3110,43	22 3,70	43,49	-5,11	4068,66	4394			

SIMULAÇÃO DE COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS VOLUMES ARMAZENADOS NO RESERVATÓRIO DE 4.400 m³ EM TRÊS SITUAÇÕES DIFERENTES DE PLUVIOMETRIA ANUAL																									
1996						2013						ANO MÉDIO													
DATA	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	DEMANDA - PRODUÇÃO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)*	DATA	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	DEMANDA - A-	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)*	DATA	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	DEMANDA - PRODUÇÃO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)*		
ABRIL	1	18,80	124,05	94,55	4200,33	4200,33	4200,33	1	8,50	56,09	1191,12	2871,52	1	9,79	64,58	35,08	4110,62	4381,46	4381,46	4105,98	4376,20	4376,20	4105,98	4376,20	
	2	6,90	45,53	16,03	4216,36	4216,36	4216,36	2	15,40	101,62	72,12	1263,24	2943,63	2	7,37	48,66	19,16	4129,78	4400,00	4400,00	4115,29	4385,51	4385,51	4115,29	4385,51
	3	7,60	50,15	20,65	4237,01	4237,01	4237,01	3	6,10	40,25	10,75	1273,99	2954,38	3	2,28	15,01	-14,49	4115,29	4385,51	4385,51	4115,29	4385,51	4385,51	4115,29	4385,51
	4	0,00	0,00	-29,50	4207,51	4207,51	4207,51	4	11,30	74,56	45,06	1319,06	2999,45	4	3,55	23,46	-6,04	4109,24	4379,47	4379,47	4098,56	4368,79	4368,79	4098,56	4368,79
	5	0,00	0,00	-29,50	4178,01	4178,01	4178,01	5	0,00	0,00	-29,50	1289,56	2969,95	5	2,85	18,82	-10,68	4098,56	4368,79	4368,79	4098,56	4368,79	4368,79	4098,56	4368,79
	6	0,00	0,00	-29,50	4148,51	4148,51	4148,51	6	0,00	0,00	-29,50	1260,06	2940,45	6	4,42	29,14	-0,36	4098,20	4368,43	4368,43	4098,20	4368,43	4368,43	4098,20	4368,43
	7	0,00	0,00	-29,50	4119,01	4119,01	4119,01	7	0,00	0,00	-29,50	1230,56	2910,95	7	5,65	37,27	7,77	4105,98	4376,20	4376,20	4105,98	4376,20	4376,20	4105,98	4376,20
	8	0,00	0,00	-29,50	4089,51	4089,51	4089,51	8	0,00	0,00	-29,50	1201,06	2881,45	8	8,25	54,42	24,92	4130,89	4400,00	4400,00	4130,89	4400,00	4400,00	4130,89	4400,00
	9	0,00	0,00	-29,50	4060,01	4060,01	4060,01	9	0,00	0,00	-29,50	1171,56	2851,95	9	5,08	33,52	4,02	4134,92	4400,00	4400,00	4134,92	4400,00	4400,00	4134,92	4400,00
	10	0,00	0,00	-29,50	4030,51	4030,51	4030,51	10	0,00	0,00	-29,50	1142,06	2822,45	10	4,06	26,80	-2,70	4132,21	4379,30	4379,30	4132,21	4379,30	4379,30	4132,21	4379,30
	11	0,00	0,00	-29,50	4001,01	4001,01	4001,01	11	30,50	201,26	171,76	1313,81	2994,20	11	4,28	28,23	-3,27	4130,94	4396,03	4396,03	4130,94	4396,03	4396,03	4130,94	4396,03
	12	0,00	0,00	-29,50	3971,51	3971,51	3971,51	12	0,00	0,00	-29,50	1284,31	2964,70	12	4,28	28,24	-1,26	4129,69	4394,77	4394,77	4129,69	4394,77	4394,77	4129,69	4394,77
	13	0,00	0,00	-29,50	3942,01	3942,01	3942,01	13	0,00	0,00	-29,50	1254,81	2935,20	13	2,28	15,02	-14,48	4115,21	4380,29	4380,29	4115,21	4380,29	4380,29	4115,21	4380,29
	14	0,00	0,00	-29,50	3912,51	3912,51	3912,51	14	16,80	110,86	81,36	1366,17	2916,56	14	2,76	18,21	-11,29	4103,92	4369,00	4369,00	4103,92	4369,00	4369,00	4103,92	4369,00
	15	0,00	0,00	-29,50	3883,01	3883,01	3883,01	15	11,00	71,44	43,74	1373,91	2906,30	15	2,63	17,38	-12,12	4091,79	4356,88	4356,88	4091,79	4356,88	4356,88	4091,79	4356,88
	16	0,00	0,00	-29,50	3853,51	3853,51	3853,51	16	0,00	0,00	-29,50	1224,44	2885,00	16	1,73	10,88	-18,11	4073,58	4338,76	4338,76	4073,58	4338,76	4338,76	4073,58	4338,76
	17	0,00	0,00	-29,50	3824,01	3824,01	3824,01	17	0,00	0,00	-29,50	1194,95	2863,74	17	1,71	11,28	-13,22	4064,45	4332,46	4332,46	4064,45	4332,46	4332,46	4064,45	4332,46
	18	0,00	0,00	-29,50	3794,51	3794,51	3794,51	18	0,00	0,00	-29,50	1165,85	2843,44	18	2,50	16,50	-13,00	4042,46	4307,54	4307,54	4042,46	4307,54	4307,54	4042,46	4307,54
	19	0,00	0,00	-29,50	3765,01	3765,01	3765,01	19	0,00	0,00	-29,50	1136,45	2823,14	19	2,18	14,38	-15,12	4042,35	4292,43	4292,43	4042,35	4292,43	4292,43	4042,35	4292,43
	20	0,00	0,00	-29,50	3735,51	3735,51	3735,51	20	3,50	23,09	6,41	1277,94	2953,33	20	1,74	11,49	-18,01	4009,34	4274,42	4274,42	4009,34	4274,42	4274,42	4009,34	4274,42
	21	7,40	48,83	19,13	3705,88	3705,88	3705,88	21	0,80	5,28	24,22	1253,72	2934,13	21	2,65	17,51	-11,99	3997,35	4262,43	4262,43	3997,35	4262,43	4262,43	3997,35	4262,43
	22	0,00	0,00	-29,50	3705,34	3705,34	3705,34	22	0,00	0,00	-29,50	1223,22	2903,61	22	0,42	2,77	-26,73	3970,61	4235,70	4235,70	3970,61	4235,70	4235,70	3970,61	4235,70
	23	0,00	0,00	-29,50	3676,84	3676,84	3676,84	23	12,10	79,84	50,24	1271,56	2954,96	23	0,41	2,68	-26,82	3972,79	4208,88	4208,88	3972,79	4208,88	4208,88	3972,79	4208,88
	24	15,80	104,26	74,76	3770,59	3770,59	3770,59	24	1,50	9,90	-19,60	1254,96	2935,33	24	1,46	9,61	-19,89	3923,90	4188,99	4188,99	3923,90	4188,99	4188,99	3923,90	4188,99
	25	0,00	0,00	-29,50	3741,09	3741,09	3741,09	25	0,00	0,00	-29,50	1225,46	2905,85	25	1,94	12,79	-12,79	3907,20	4172,28	4172,28	3907,20	4172,28	4172,28	3907,20	4172,28
	26	0,00	0,00	-29,50	3711,59	3711,59	3711,59	26	0,00	0,00	-29,50	1195,96	2876,34	26	0,00	0,00	-20,71	3886,89	4151,57	4151,57	3886,89	4151,57	4151,57	3886,89	4151,57
	27	0,00	0,00	-29,50	3682,09	3682,09	3682,09	27	0,00	0,00	-29,50	1166,46	2846,85	27	0,96	6,34	-23,16	3863,33	4128,41	4128,41	3863,33	4128,41	4128,41	3863,33	4128,41
	28	40,00	263,94	234,44	3916,54	3916,54	3916,54	28	0,00	0,00	-29,50	1136,96	2817,35	28	3,45	22,80	-6,70	3856,63	4121,71	4121,71	3856,63	4121,71	4121,71	3856,63	4121,71
	29	0,00	0,00	-29,50	3887,04	3887,04	3887,04	29	0,00	0,00	-29,50	1107,46	2787,28	29	3,14	20,70	-8,80	3847,82	4112,91	4112,91	3847,82	4112,91	4112,91	3847,82	4112,91
	30	0,00	0,00	-29,50	3857,54	3857,54	3857,54	30	0,00	0,00	-29,50	1077,96	2758,56	30	2,01	13,26	-16,24	3831,59	4096,67	4096,67	3831,59	4096,67	4096,67	3831,59	4096,67
MAIO	1	5,30	34,97	5,47	3863,01	3863,01	3863,01	1	0,00	0,00	-29,50	1048,46	2726,85	1	0,58	3,82	-25,68	3805,91	4070,99	4070,99	3805,91	4070,99	4070,99	3805,91	4070,99
	2	0,00	0,00	-29,50	3833,51	3833,51	3833,51	2	0,00	0,00	-29,50	1018,96	2699,35	2	0,93	6,12	-23,38	3782,53	4047,62	4047,62	3782,53	4047,62	4047,62	3782,53	4047,62
	3	0,00	0,00	-29,50	3804,01	3804,01	3804,01	3	0,00	0,00	-29,50	989,46	2669,85	3	1,07	7,08	-22,42	3760,11	4025,19	4025,19	3760,11	4025,19	4025,19	3760,11	4025,19
	4	0,00	0,00	-29,50	3774,51	3774,51	3774,51	4	0,00	0,00	-29,50	959,96	2640,35	4	2,47	16,28	-13,22	3746,89	4011,98	4011,98	3746,89	4011,98	4011,98	3746,89	4011,98
	5	0,00	0,00	-29,50	3745,01	3745,01	3745,01	5	0,00	0,00	-29,50	930,46	2610,85	5	1,03	6,76	-22,74	3724,16	3999,24	3999,24	3724,16	3999,24	3999,24	3724,16	3999,24
	6	0,00	0,00	-29,50	3715,51	3715,51	3715,51	6	0,00	0,00	-29,50	900,96	2581,35	6	1,39	9,17	-20,33	3703,83	3968,91	3968,91	3703,83	3968,91	3968,91	3703,83	3968,91
	7	0,00	0,00	-29,50	3686,																				

SIMULAÇÃO DE COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS VOLUMES ARMAZENADOS NO RESERVATÓRIO DE 4.400 m³ EM TRÊS SITUAÇÕES DIFERENTES DE PLUVIOMETRIA ANUAL																						
1996					2013					ANO MÉDIO												
DATA	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	DEMANDA - PRODUÇÃO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	DATA	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	DEMANDA - RESERVATÓRIO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	DATA	MÊS	DIA	CHUVA (mm)	PRODUÇÃO DE CHUVA (m³)	DEMANDA - PRODUÇÃO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)	VOLUME NO RESERVATÓRIO (m³)
	JULHO								JULHO							JULHO						
1	0,00	0,00	-29,50	2380,24	2380,24	0,00	0,00	1	0,00	0,00	-29,50	0,00	1122,03	1	0,58	3,83	-25,67	2339,19	2604,28	2339,19	2604,28	
2	0,00	0,00	-29,50	2350,74	2350,74	0,00	0,00	2	0,00	0,00	-29,50	0,00	1092,53	2	0,66	4,35	-25,15	2314,05	2579,13	2314,05	2579,13	
3	0,00	0,00	-29,50	2321,24	2321,24	0,00	0,00	3	0,00	0,00	-29,50	0,00	1063,03	3	0,22	1,46	-28,04	2286,01	2551,09	2286,01	2551,09	
4	0,00	0,00	-29,50	2291,74	2291,74	0,00	0,00	4	0,00	0,00	-29,50	0,00	1033,53	4	0,00	0,00	-29,50	2256,51	2521,59	2256,51	2521,59	
5	0,00	0,00	-29,50	2262,24	2262,24	0,00	0,00	5	0,00	0,00	-29,50	0,00	1004,03	5	0,00	0,00	-29,50	2227,01	2492,09	2227,01	2492,09	
6	0,00	0,00	-29,50	2232,74	2232,74	0,00	0,00	6	0,00	0,00	-29,50	0,00	974,53	6	0,58	3,83	-25,67	2201,34	2466,42	2201,34	2466,42	
7	0,00	0,00	-29,50	2203,24	2203,24	0,00	0,00	7	0,00	0,00	-29,50	0,00	945,03	7	0,78	5,12	-24,38	2176,97	2442,05	2176,97	2442,05	
8	0,00	0,00	-29,50	2173,74	2173,74	0,00	0,00	8	0,00	0,00	-29,50	0,00	915,53	8	0,22	1,45	-28,05	2148,91	2414,00	2148,91	2414,00	
9	0,00	0,00	-29,50	2144,24	2144,24	0,00	0,00	9	0,00	0,00	-29,50	0,00	886,03	9	0,35	2,32	-27,18	2121,73	2386,82	2121,73	2386,82	
10	0,00	0,00	-29,50	2114,74	2114,74	0,00	0,00	10	0,00	0,00	-29,50	0,00	856,53	10	0,03	0,22	-29,28	2092,45	2357,54	2092,45	2357,54	
11	0,00	0,00	-29,50	2085,24	2085,24	0,00	0,00	11	1,50	9,90	-19,60	0,00	836,93	11	0,28	1,81	-27,69	2064,77	2329,85	2064,77	2329,85	
12	0,00	0,00	-29,50	2055,74	2055,74	0,00	0,00	12	0,00	0,00	-29,50	0,00	807,43	12	0,73	4,82	-24,68	2040,09	2305,18	2040,09	2305,18	
13	0,00	0,00	-29,50	2026,24	2026,24	0,00	0,00	13	0,00	0,00	-29,50	0,00	777,93	13	0,33	2,16	-27,34	2012,75	2277,84	2012,75	2277,84	
14	0,00	0,00	-29,50	1996,74	1996,74	0,00	0,00	14	0,00	0,00	-29,50	0,00	748,43	14	0,19	1,23	-28,27	1984,48	2249,56	1984,48	2249,56	
15	0,00	0,00	-29,50	1967,24	1967,24	0,00	0,00	16	0,00	0,00	-29,50	0,00	718,93	15	0,23	1,53	-27,97	1956,51	2221,59	1956,51	2221,59	
16	0,00	0,00	-29,50	1937,74	1937,74	0,00	0,00	17	0,00	0,00	-29,50	0,00	689,43	16	0,00	0,00	-29,50	1927,01	2192,09	1927,01	2192,09	
17	0,00	0,00	-29,50	1908,24	1908,24	0,00	0,00	18	0,00	0,00	-29,50	0,00	659,93	17	0,08	0,52	-28,95	1883,03	2153,51	1883,03	2153,51	
18	0,00	0,00	-29,50	1878,74	1878,74	0,00	0,00	19	0,00	0,00	-29,50	0,00	630,43	18	0,32	2,09	-27,41	1870,62	2139,71	1870,62	2139,71	
19	0,00	0,00	-29,50	1849,24	1849,24	0,00	0,00	20	0,00	0,00	-29,50	0,00	600,93	19	0,00	0,00	-29,50	1841,12	2106,21	1841,12	2106,21	
20	0,00	0,00	-29,50	1819,74	1819,74	0,00	0,00	21	0,00	0,00	-29,50	0,00	571,43	20	0,40	2,64	-26,86	1814,26	2079,35	1814,26	2079,35	
21	0,00	0,00	-29,50	1790,24	1790,24	0,00	0,00	22	0,00	0,00	-29,50	0,00	542,93	21	0,45	2,94	-26,56	1787,70	2052,78	1787,70	2052,78	
22	0,00	0,00	-29,50	1760,74	1760,74	0,00	0,00	23	0,00	0,00	-29,50	0,00	512,43	22	1,02	6,71	-22,79	1764,91	2029,09	1764,91	2029,09	
23	2,20	14,98	-1755,26	1755,26	1755,26	0,00	0,00	24	1,50	9,90	-19,60	0,00	492,82	23	0,06	0,39	-29,11	1735,80	2000,88	1735,80	2000,88	
24	0,00	0,00	-29,50	1716,26	1716,26	0,00	0,00	25	0,00	0,00	-29,50	0,00	463,33	24	0,22	1,45	-28,05	1707,74	1972,83	1707,74	1972,83	
25	0,00	0,00	-29,50	1686,76	1686,76	0,00	0,00	26	0,00	0,00	-29,50	0,00	433,83	25	0,70	4,64	-24,86	1682,88	1947,97	1682,88	1947,97	
26	0,00	0,00	-29,50	1657,26	1657,26	0,00	0,00	27	0,00	0,00	-29,50	0,00	404,52	26	0,40	2,64	-26,86	1656,02	1921,11	1656,02	1921,11	
27	0,00	0,00	-29,50	1627,76	1627,76	0,00	0,00	28	0,00	0,00	-29,50	0,00	375,02	27	0,32	2,11	-27,39	1628,63	1893,71	1628,63	1893,71	
28	0,00	0,00	-29,50	1598,26	1598,26	0,00	0,00	29	0,00	0,00	-29,50	0,00	345,52	28	0,00	0,00	-29,50	1599,13	1864,21	1599,13	1864,21	
29	0,00	0,00	-29,50	1568,76	1568,76	0,00	0,00	30	0,00	0,00	-29,50	0,00	316,02	29	0,46	3,07	-26,43	1572,70	1837,78	1572,70	1837,78	
30	0,00	0,00	-29,50	1539,26	1539,26	0,00	0,00	31	0,00	0,00	-29,50	0,00	286,52	30	0,42	2,75	-26,75	1545,94	1811,02	1545,94	1811,02	
31	0,00	0,00	-29,50	1509,76	1509,76	0,00	0,00						31	0,30	1,98	-27,52	1518,42	1783,50	1518,42	1783,50		
	AUGUSTO													1	0,99	6,55	-22,95	1495,48	1760,56	1495,48	1760,56	
1	0,00	0,00	-29,50	1460,76	1460,76	0,00	0,00	2	0,00	0,00	-29,50	0,00	227,52	3	0,05	0,32	-29,18	1466,29	1731,38	1466,29	1731,38	
4	0,00	0,00	-29,50	1421,26	1421,26	0,00	0,00	5	0,00	0,00	-29,50	0,00	198,02	6	0,30	1,98	-19,99	1418,79	1683,87	1418,79	1683,87	
7	0,00	0,00	-29,50	1391,76	1391,76	0,00	0,00	8	0,00	0,00	-29,50	0,00	168,52	9	0,11	0,73	-28,77	1390,02	1655,10	1390,02	1655,10	
10	0,00	0,00	-29,50	1352,24	1352,24	0,00	0,00	11	0,00	0,00	-29,50	0,00	139,02	12	0,00	0,00	-29,50	1360,52	1625,60	1360,52	1625,60	
12	0,00	0,00	-29,50	1323,24	1323,24	0,00	0,00	13	0,00	0,00	-29,50	0,00	102,02	14	0,72	4,76	-24,74	1335,77	1600,86	1335,77	1600,86	
14	0,00	0,00	-29,50	1293,74	1293,74	0,00	0,00	15	0,00	0,00	-29,50	0,00	80,02	16	0,09	0,59	-28,91	1089,75	1354,84	1089,75	1354,84	
17	0,00	0,00	-29,50	1028,71	1028,71	0,00	0,00	18	0,00	0,00	-29,50	0,00	59,77	17	1,81	11,96	-17,54	1072,22	1337,30	1072,22	1337,30	
18	0,00	0,00	-29,50	999,21	999,21	0,00	0,00	19	0,00	0,00	-29,50	0,00	30,27	20	0,66	4,32	-25,18	1047,04	1312,12	1047,04	1312,12	
20	0,00	0,00	-29,50	969,71	969,71	0,00	0,00	21	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,77	21	1,15	7,56	-21,94	1025,10	1290,19	1025,10	1290,19	
22	0,00	0,00	-29,50	940,21	940,21	0,00	0,00	23	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	24	0,56	3,68	-25,82	999,29	1264,37	999,29	1264,37	
24	0,00	0,00	-29,50	910,71	910,71	0,00	0,00	25	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	26	1,02	2,75	-26,75	972,54	1237,62	972,54	1237,62	
26	0,00	0,00	-29,50	881,21	881,21	0,00	0,00	27	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	28	1,01	6,66	-22,84	949,70	1214,78	949,70	1214,78	
28	0,00	0,00	-29,50	851,71	851,71	0,00	0,00	29	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	30	1,47	9,67	-19,83	929,87	1197,97	929,87	1197,97	
30	0,00	0,00	-29,50	822,21	822,21	0,00	0,00	31	0,00	0,00	-29,50	0,00	0,00	32	0,29	1,94	-27,56	9				