



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL
– MESTRADO –**

CONFIABILIDADE VOLUMÉTRICA DE RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

por

Cinthya Santos da Silva

**João Pessoa,
Setembro de 2015**

CONFIABILIDADE VOLUMÉTRICA DE RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

Cinthyia Santos da Silva

Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior

**João Pessoa,
Setembro de 2015**

Aos meus pais pelo apoio eterno.

DEDICO

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

(Charles Chaplin)

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus, por me dar saúde e perseverança durante esta jornada, permitindo a conquista de mais uma vitória na minha vida.

Aos meus queridos pais, maiores incentivadores, e presença constante, pelo apoio incondicional em todas as decisões que tomei.

Ao meu orientador, professor Gilson Barbosa de Athayde Júnior, pela paciência e disponibilidade.

A todos os professores que se disponibilizaram a fazer parte da banca examinadora deste trabalho.

A todos os professores deste programa de mestrado pelos conhecimentos transmitidos nas disciplinas.

Aos amigos que me ajudaram nesse ciclo da minha vida, seja nos grupos de estudo, ou com palavras de apoio e incentivo. Em especial Robson Arruda, que tanto me incentivou na etapa final deste trabalho.

Enfim, a todos que participaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

RESUMO

Com o intuito de analisar a diferença entre o volume aproveitável de água calculado com base nas médias mensais e diárias, este trabalho propõe o cálculo de coeficientes de confiabilidade para diferentes volumes de reservatório. Usando como método para obtenção do volume aproveitado um balanço de massa; são considerados reservatórios com capacidade de armazenamento de 5m^3 , 10m^3 , 20m^3 e 30m^3 . Foram variados os parâmetros área de captação, e consumo, para que uma maior gama de cenários pudesse ser analisada. Não se pode considerar porém, que em um país com dimensões continentais como o Brasil a chuva se comporte de forma semelhante em todas as regiões. E como a intensidade e variabilidade da mesma influencia na eficiência do reservatório, este trabalho calculou os coeficientes de confiabilidade para cinco cidades brasileiras, com regimes pluviométricos diferentes; considerando uma faixa de dados de 25 anos (de 1990 à 2014), foram elas Manaus, Porto Alegre, Campos do Jordão, Irecê e João Pessoa. Chegou-se a conclusão de que a confiabilidade tende a aumentar com a diminuição da área de captação e o aumento do volume do reservatório, ocorrendo porém, exceção para a cidade de Manaus. Maiores volumes captados tenderam a apresentar uma menor variabilidade na confiabilidade com a variação da área de captação. Em contrapartida baixos volumes captados, para padrões de consumo baixos, apresentaram confiabilidade da ordem de 99%, ou seja, o reservatório dimensionado pelas médias mensais de precipitação são quase tão precisos quanto os dimensionados com base em dados diários. Ponto importante observado também é que os coeficientes de confiabilidade não podem ser utilizados sem a devida consideração das condições de precipitação da região, pois os mesmos podem variar de forma considerável dentro de um mesmo país. Assim, em estudo futuros sobre dimensionamento de reservatórios, em que a confiabilidade dos mesmos for buscada, esse fator deve ser levado em conta.

Palavras-chave: precipitação, confiabilidade, reservatório.

ABSTRACT

In order to analyze the difference between the usable volume of water calculated on the basis of monthly and daily averages, this paper proposes calculating reliability coefficients for different volumes of reservoir. Using as the method of obtaining the volume passed a mass balance; are considered reservoirs with storage capacity of 5m³, 10m³, 20m³ and 30m³. The catchment area parameters, and consumption were varied, so that a wider range of scenarios could be discussed. Can not be considered however, that in a country with continental dimensions like Brazil the rain behave similarly in all regions. And as the intensity and variability of the same influence in the reservoir efficiency, this study calculated the reliability coefficients for five Brazilian cities, with different precipitation regimes; considering a 25-year data range (1990 to 2014), they were Manaus, Porto Alegre, Campos do Jordao, Irecê and Joao Pessoa. We came to the conclusion that the reliability tends to increase with decreasing of the catchment area and increase of the reservoir volume, occurring however, exception for the city of Manaus. Higher volumes raised tended to have less variability in reliability with the variation of the catchment area. In contrast, low volumes raised, for standards of low consumption, showed reliability of the order of 99%, in other words, the reservoir scaled with the monthly average of precipitation are almost as accurate as the scaled based on daily data. Important point observed also is that the reliability coefficients can not be used without due consideration of the precipitation conditions of the region, as these can vary considerably in a country. Thus, in future studies about the sizing of the reservoir, where the reliability thereof is searched, this factor should be taken into account.

Keywords: precipitation, reliability, reservoir.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de descargas sanitárias que utilizavam água captada da chuva no Palácio de Knossos.....	19
Figura 2 – Fortaleza de Massada.....	19
Figura 3 – Vista do estádio Tokyo Dome.....	20
Figura 4 – Família beneficiada pelo Programa Um Milhão de Cisternas.....	21
Figura 5 – Sistema de captação de água da chuva com dispositivo para descarte das primeiras chuvas e filtro.....	22
Figura 6 – Precipitação média anual 1990 a 2014.....	35
Figura 7 – Precipitação média mensal 1990 a 2014 Manaus.....	35
Figura 8 – Precipitação média mensal 1990 a 2014 Irecê.....	36
Figura 9 – Precipitação média mensal 1990 a 2014 Campos do Jordão.....	36
Figura 10 – Precipitação média mensal 1990 a 2014 João Pessoa.....	37
Figura 11 – Precipitação média mensal 1990 a 2014 Porto Alegre.....	37
Figura 12 – Precipitação média mensal e diária de 1990 a 2014 Manaus.....	40
Figura 13 – Precipitação média mensal e diária de 1990 a 2014 Campos do Jordão.....	41
Figura 14 – Precipitação média mensal e diária de 1990 a 2014 Irecê.....	42
Figura 15 – Precipitação média mensal e diária de 1990 a 2014 João Pessoa.....	43
Figura 16 – Precipitação média mensal e diária de 1990 a 2014 Porto Alegre.....	44
Figura 17 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial popular cidade de Manaus.....	49
Figura 18 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial médio cidade de Manaus.....	49
Figura 19 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial alto cidade de Manaus.....	49
Figura 20 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular Manaus, áreas de captação 50, 60 e 70m ² , respectivamente.....	51
Figura 21 – Limites de confiança da confiabilidade padrão médio Manaus, áreas de captação 80, 100 e 120m ² , respectivamente.....	51
Figura 22 – Limites de confiança da confiabilidade padrão alto Manaus, áreas de captação 150, 200 e 300m ² , respectivamente.....	52
Figura 23 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial popular cidade de Campos do Jordão.....	56
Figura 24 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial médio cidade de Campos do Jordão.....	56
Figura 25 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial alto da cidade de Campos do Jordão.....	56
Figura 26 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular Campos do Jordão, áreas de captação 50, 60 e 70m ² , respectivamente.....	57
Figura 27 – Limites de confiança da confiabilidade padrão médio Campos do Jordão, áreas de captação 80, 100 e 120m ² , respectivamente.....	57
Figura 28 - Limites de confiança da confiabilidade padrão alto Campos do Jordão, áreas de captação 150, 200 e 300m ² , respectivamente.....	58
Figura 29 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial popular da cidade de Irecê.....	62
Figura 30 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial médio da cidade de Irecê.....	62

Figura 31 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial alto da cidade de Irecê.....	62
Figura 32 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular Irecê, áreas de captação 50, 60 e 70m ² , respectivamente.....	63
Figura 33 – Limites de confiança da confiabilidade padrão médio Irecê, áreas de captação 80, 100 e 120m ² , respectivamente.....	63
Figura 34 – Limites de confiança da confiabilidade padrão alto Irecê, áreas de captação 150, 200 e 300m ² , respectivamente.....	64
Figura 35 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial popular da cidade de João Pessoa.....	68
Figura 36 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial médio da cidade de João Pessoa.....	68
Figura 37 – Coeficientes de confiabilidade padrão residencial alto da cidade de João Pessoa.....	68
Figura 38 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular João Pessoa, áreas de captação 50, 60 e 70m ² , respectivamente.....	69
Figura 39 – Limites de confiança da confiabilidade padrão médio João Pessoa, áreas de captação 80, 100 e 120m ² , respectivamente.....	69
Figura 40 - Limites de confiança da confiabilidade padrão alto João Pessoa, áreas de captação 150, 200 e 300m ² , respectivamente.....	70
Figura 41 - Coeficientes de confiabilidade padrão residencial alto da cidade de Porto Alegre.....	74
Figura 42 - Coeficientes de confiabilidade padrão residencial médio da cidade de Porto Alegre.....	74
Figura 43 - Coeficientes de confiabilidade padrão residencial popular da cidade de Porto Alegre.....	74
Figura 44 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular Porto Alegre, áreas de captação 50, 60 e 70m ² , respectivamente.....	75
Figura 45 – Limites de confiança da confiabilidade padrão médio Porto Alegre, áreas de captação 80, 100 e 120m ² , respectivamente.....	75
Figura 46 - Limites de confiança da confiabilidade padrão alto Porto Alegre, áreas de captação 150, 200 e 300m ² , respectivamente.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de dimensionamento do método de Rippel	25
Tabela 2 – Volume aproveitado com base mensal, confiabilidade média e volume aproveitado corrigido para a cidade de João Pessoa.....	30
Tabela 3 – Coeficientes de confiabilidade padrão popular Manaus.....	46
Tabela 4 – Coeficientes de confiabilidade padrão médio Manaus.....	47
Tabela 5 – Coeficientes de confiabilidade padrão alto Manaus.....	48
Tabela 6 – Coeficientes de confiabilidade padrão popular Irecê.....	53
Tabela 7 – Coeficientes de confiabilidade padrão médio Irecê.....	54
Tabela 8 – Coeficientes de confiabilidade padrão alto Irecê.....	55
Tabela 9 – Coeficientes de confiabilidade padrão popular Campos do Jordão.....	59
Tabela 10 – Coeficientes de confiabilidade padrão médio Campos do Jordão.....	60
Tabela 11 – Coeficientes de confiabilidade padrão alto Campos do Jordão.....	61
Tabela 12 – Coeficientes de confiabilidade padrão popular João Pessoa.....	65
Tabela 13 – Coeficientes de confiabilidade padrão médio João Pessoa.....	66
Tabela 14 – Coeficientes de confiabilidade padrão alto João Pessoa.....	67
Tabela 15 – Coeficientes de confiabilidade padrão popular Porto Alegre.....	71
Tabela 16 – Coeficientes de confiabilidade padrão médio Porto Alegre.....	72
Tabela 17 – Coeficientes de confiabilidade padrão alto Porto Alegre.....	73
Tabela 19 – Cálculo do volume aproveitável com base em dados mensais.....	84
Tabela 20 – Cálculo do volume aproveitável com base em dados diários.....	92
Tabela 21 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto Manaus.....	93
Tabela 22 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio Manaus..	94
Tabela 23 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial pop Manaus....	95
Tabela 24 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto Irecê.....	96
Tabela 25 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio Irecê.....	97
Tabela 26 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial popular Irecê.....	98
Tabela 27 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto Campos do Jordão.....	99
Tabela 28 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio Campos do Jordão.....	100
Tabela 29 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial popular Campos do Jordão.....	101
Tabela 30 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto João Pessoa.....	102
Tabela 31 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio João Pessoa.....	103
Tabela 32 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial popular João Pessoa.....	104
Tabela 33 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto Porto Alegre.....	105
Tabela 34 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio Porto Alegre.....	106
Tabela 35 – Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial popular Porto Alegre.....	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Áreas de captação e consumos considerados.....	33
Quadro 2 – Estações pluviométricas estudadas.....	83

LISTA DE EQUAÇÕES

Eq. 01	Balanço de massa método de Rippel
Eq. 02	Balanço de massa método da Simulação
Eq. 03	Cálculo do Volume de acumulação método Azevedo Neto
Eq. 04	Cálculo do Volume de acumulação método Prático Inglês
Eq. 05	Cálculo do Volume de chuva método Prático Australiano
Eq. 06	Cálculo do Volume de acumulação método Prático Australiano
Eq. 07	Cálculo do Coeficiente de Confiabilidade Volumétrica
Eq. 08	Cálculo do Volume de água aproveitável

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	18
3.1 Precipitação.....	18
3.2 Reutilização da água da chuva para uso humano – contexto histórico.....	18
3.3 Sistemas de captação e reutilização de água de chuva.....	21
3.3.1 Superfícies de captação.....	23
3.3.2 Tratamento.....	23
3.3.3 Armazenamento de água da chuva.....	24
3.4 Métodos de dimensionamento de reservatórios de água de chuva.....	24
3.4.1 Método de Rippl.....	24
3.4.2 Método da Simulação.....	26
3.4.3 Método Azevedo Neto.....	26
3.4.4 Método prático Alemão.....	27
3.4.5 Método prático inglês.....	28
3.4.6 Método prático australiano.....	28
3.5 Confiabilidade volumétrica.....	29
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1 Localização da área de estudo.....	31
4.2 Caracterização da área de estudo.....	31
4.3 Etapas do estudo.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
6 CONCLUSÕES.....	79
7 BIBLIOGRAFIA.....	92
8 APÊNDICES	95
8.1 Apêndice A	95
8.2 Apêndice B	96
8.3 Apêndice C	104

1 INTRODUÇÃO

A água é recurso indispensável para sobrevivência humana; seja para consumo direto, irrigação ou produção de energia, dentre outros usos; pode-se afirmar de forma incontestável que a qualidade de vida da população está diretamente ligada ao fornecimento de água de qualidade e em quantidade suficiente.

Diante dessa necessidade latente, preocupações com o gerenciamento do uso da água ganham cada vez mais destaque, e pesquisas que buscam fontes alternativas de captação deste recurso surgem constantemente no meio científico.

O último relatório das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos (UNESCO; 2012) afirma que à medida que cresce a demanda por água no mundo, diminui a probabilidade de fornecimento de água doce em muitas regiões.

Partindo do princípio que a água utilizada em domicílios não necessita se enquadrar nos padrões de potabilidade para algumas atividades; abrem-se possibilidades para o abastecimento residencial; a exemplo da utilização de água da chuva.

Sistemas de captação e reutilização de água de chuva não são novidades deste século, pois há evidências de tais sistemas já na Grécia no ano de 2000 a.c, onde a água da chuva era utilizada para descargas em bacias sanitárias no palácio de Knossos (MAY; 2004).

TÉCHNE (2008) *apud* *OURIQUES* (2009) classifica as partes constituintes do sistema de águas pluviais em: captação, condução, tratamento, armazenamento, tubulações sob pressão, sistema automático ou manual de comando e utilização.

Destas partes, (RUPP, F. R; MUNARIN, R.; GHISI, R.; 2011) afirmam que um dos pontos críticos da instalação é o reservatório de armazenamento, pois além deste ser um dos itens mais caros da instalação, o que impacta diretamente no tempo de retorno do investimento, é fator primordial na confiabilidade do sistema. Ou seja, um eficiente dimensionamento do reservatório pode garantir que a água armazenada será suficiente para o atendimento da demanda.

O anexo A da NBR15527 – Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos (ABNT; 2007), apresenta seis diferentes métodos de dimensionamento de reservatórios para armazenamento de água da chuva.

Outros estudos já surgiram propondo novas metodologias; a exemplo do método do Máximo Aproveitamento de (MIERZWA *et al*; 2007); no qual o autor relaciona diferentes demandas e volumes de reservatórios com os custos de implantações destes, para uma

indústria do ABCD paulista. O objetivo deste método foi priorizar o uso das águas pluviais no período mais chuvoso.

Diante das diversas opções para dimensionamento, vários estudos propõem análises comparativas entre metodologias. O método de dimensionamento para reservatórios de Mierzwa foi comparado por (MORUZZI, R. B.; OLIVEIRA, S. C.; CARVALHO, G.; 2007) com o Método da Análise da Simulação, proposto na NBR15527, e a conclusão a que os autores chegaram foi a de que um método ideal deveria permitir não só a análise do volume anual de água pluvial aproveitável para diferentes volumes de reservatórios, como também determinar a eficiência para cada um dos volumes possíveis.

(RUPP, F. R.; MUNARIN, R.; GHISI, R.; 2011) realizaram trabalho no qual comparou os métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais propostos na norma brasileira, NBR 15527, para residências localizadas em três cidades brasileiras com características de precipitação diferentes, com o objetivo de analisar como os diferentes métodos respondem as variações de precipitação.

Neste estudo vários casos foram idealizados variando-se a área de captação e a demanda de água pluvial. Com isso se observou que alguns métodos não são adequados para certas condições de precipitação, pois podem subdimensionar ou superdimensionar a instalação, além do que o volume obtido para o reservatório em alguns casos se mantém constante, independente da demanda de água pluvial e do regime de precipitação.

Diante disso, volumes ótimos devem ser buscados, e foi com esse intuito que (BASINGER *et al*; 2010) desenvolveram um método de cálculo utilizando dados estocásticos baseados em séries históricas, no dimensionamento de um reservatório de acumulo de água necessária para atender 100% da demanda de uma residência no semiárido do Texas, considerando que a demanda nunca superaria a oferta.

Os métodos de dimensionamento sugeridos pela norma brasileira se baseiam na média mensal das precipitações, o que desconsidera esta característica de variabilidade da chuva e pode também suavizar os picos de precipitação. Nesse sentido o volume do reservatório pode ser determinado de forma equivocada, e pode não atender a demanda e/ou ter situações de transbordamento não previsto durante os momentos de pico. Em outras palavras, o cálculo do volume de água aproveitado pode ser mascarado, o que dificulta a real obtenção da economia trazida pela implantação do sistema e do tempo de retorno financeiro do mesmo.

Por este motivo, (DIAS; 2007), em estudo sobre a viabilidade econômica de reservatórios para armazenamento de água de chuva na cidade de João Pessoa, determinou coeficientes de confiabilidade volumétrica através do quociente entre o volume de água da

chuva aproveitável na edificação com base em dados diários e mensais, para reservatórios com diferentes capacidades de armazenamento. O intuito deste coeficiente foi o de calcular um volume de água aproveitada mais preciso quando do dimensionamento com base em dados mensais; assim com base na precipitação de cada ano a confiabilidade de cada reservatório foi determinada para a cidade de João Pessoa.

Não se pode considerar porém, que em um país com dimensões continentais como o Brasil a chuva se comporte de forma semelhante em todas as regiões. E como a intensidade e variabilidade da mesma influencia na eficiência do reservatório, este trabalho propõe analisar a confiabilidade volumétrica de reservatórios de acumulação de água de chuva para 5 cidades brasileiras com diferentes características de regime pluviométrico, além de considerar diferentes valores de consumo e área de captação; pois espera-se descobrir o impacto que a variação destes fatores tem no valor do coeficiente de confiabilidade dos citados reservatórios de acumulação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Determinar coeficientes de confiabilidade volumétrica para reservatórios com volumes pré definidos em cinco cidades brasileiras com diferentes características pluviométricas.

2.1 Objetivos específicos

- Subsidiar o dimensionamento de reservatórios de água de chuva com base em dados mensais de forma que os mesmos sejam tão precisos quanto o dimensionamento com base em dados diários;
- Analisar o comportamento de diferentes regimes pluviométricos no cálculo da confiabilidade dos sistemas de armazenamento de água de chuva;

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Precipitação

Conhecida popularmente como chuva, apesar deste termo apenas caracterizar sua forma líquida; nada mais é que o processo pelo qual a água condensada na atmosfera terrestre atinge a superfície do planeta (OLIVEIRA; 2006).

É expressa em termos da espessura da camada d'água que se formaria em uma superfície horizontal, plana e impermeável.

As grandezas que caracterizam a precipitação são a duração, a intensidade e a altura pluviométrica, segundo (CARVLHO E SILVA; 2006).

Uma característica importante das séries históricas de dados pluviométricos é o fato destes serem indeterminados e aleatórios; motivo pelo qual pode-se ter uma ideia equivocada das condições pluviométricas do local em estudo quando se trabalha com as médias mensais ou anuais.

3.2 Reutilização da água da chuva para uso humano – contexto histórico

O uso da água da chuva para fins não potáveis não é novidade deste século. Indícios de tais sistemas foram encontrados no ano 2000 a.c. na ilha de Creta, onde a água da chuva já era aproveitada na descarga de bacias sanitárias no palácio de Knossos (Fig. 1), (TOMAZ; 2003).



**Figura 1 – Sistema de descargas sanitárias que utilizavam água captada da chuva no Palácio de Knossos,
FONTE: Joaquim Neri (2012).**



**Figura 2 – Fortaleza de Massada.
FONTE: Prjonasneto (2013).**

A fortaleza de Masada (Fig. 2) em Israel tem dez reservatórios escavados em rocha com capacidade de 40 milhões de litros, e na península de Iucatã no México, existem ainda em uso, reservatórios que datam de antes da chegada de Cristóvão Colombo (TOMAZ; 2003).

Atualmente diversos países incentivam a utilização de água da chuva através de apoio financeiro ou legislação. Exemplo é a cidade de Tóquio no Japão, onde a água da chuva é vista como solução, uma vez que os reservatórios de abastecimento convencionais ficam distantes da capital japonesa. Um bom exemplo do aproveitamento da água da chuva na cidade é o Estádio Tokyo Dome (Fig. 3), que possui um projeto arquitetônico que prevê a captação da água pluvial. Sua cobertura funciona como uma lona, feita de plástico ultra resistente que pode ser inflada e desinflada a qualquer momento para colher a água da chuva, proporcionando uma área de captação de cerca de 16 000 m². A água captada é armazenada em uma cisterna no subsolo, onde é tratada e utilizada no sistema de combate a incêndios e ainda responde por um terço do consumo total de água do estádio (SILVEIRA; 2008).



Figura 3 – Vista do estádio
FONTE: The Arizona Republic (2012)

No Brasil, alguns estados já possuem legislação específica que orienta e incentiva a captação e uso de água da chuva em edificações. A exemplo do estado do Rio de Janeiro em que a lei 4248 de 2005 institui o Programa de Captação de Águas Pluvias.

“O Programa de Captação de Águas Pluviais terá como finalidade oferecer, aos habitantes das cidades do Estado do Rio de Janeiro, educação e treinamento visando a captação de águas pluviais, permitindo que as pessoas se conscientizem da importância do ciclo das águas. “
Artigo nº 2, Lei 4248/03.

Na região Nordeste, conhecida por longos períodos de estiagem, tem-se o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) da Articulação do Semiárido (ASA Brasil). Segundo informações do programa, este já construiu 959 181 cisternas desde o início do programa no ano de 2003 até junho de 2014, exemplo de família beneficiada mostrado na figura 4.

O objetivo do P1MC é de atender 5 milhões de pessoas em toda a região do semiárido. Cada cisterna tem a capacidade de armazenamento de 16 mil litros de água, podendo ser suficiente para o abastecimento de uma família durante um ano, dependendo do uso, (NEVES; 2010).



Figura 4: Família beneficiada pelo Programa Um Milhão de Cisternas
FONTE: P1MC (2011).

3.3 Sistemas de captação e reutilização de água de chuva

A utilização de sistemas de captação e reutilização de águas de chuva traz vários benefícios para a sociedade; desde a economia da quantidade de água potável utilizada para fins nobres ao desafogamento do sistema de drenagem urbana.

(COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A.; 2008) classifica as partes componentes de um sistema de captação de água da chuva em:

- Superfície de captação: superfície na qual a água será captada (telhado, laje impermeabilizada, etc.). Pode ser composta por diferentes materiais e está diretamente relacionada ao volume de água captado.
- Calhas e tubulações: conduzem a água da superfície de captação ao reservatório de acumulação. A NBR 15527:2007 determina a instalação de dispositivos, como telas e grades, para a remoção de detritos, além de sugerir a instalação de dispositivos para descarte das primeiras águas, que são as utilizadas para a lavagem da superfície de captação.

- Tratamentos: SARUBO *et al* (2010) afirmam que o tratamento das águas pluviais captadas para uso humano, mesmo o não potável, deve ser obrigatório devido o risco de contaminação desta durante o escoamento na superfície de captação. A norma brasileira, NBR 15527:2007, estabelece que os padrões de qualidade desejados para a água fica a critério do projetista das instalações. Tais tratamentos são responsáveis pela remoção dos sólidos e desinfecção da mesma.
- Bombas e sistemas pressurizados: utilizados apenas em situações em que a cota de utilização da água é superior ao nível de água no reservatório de acumulação.
- Reservatório: local de armazenamento da água de chuva captada; representa o ponto mais oneroso na instalação do sistema de águas pluviais (KIPERSTOK *et al*; 2008).

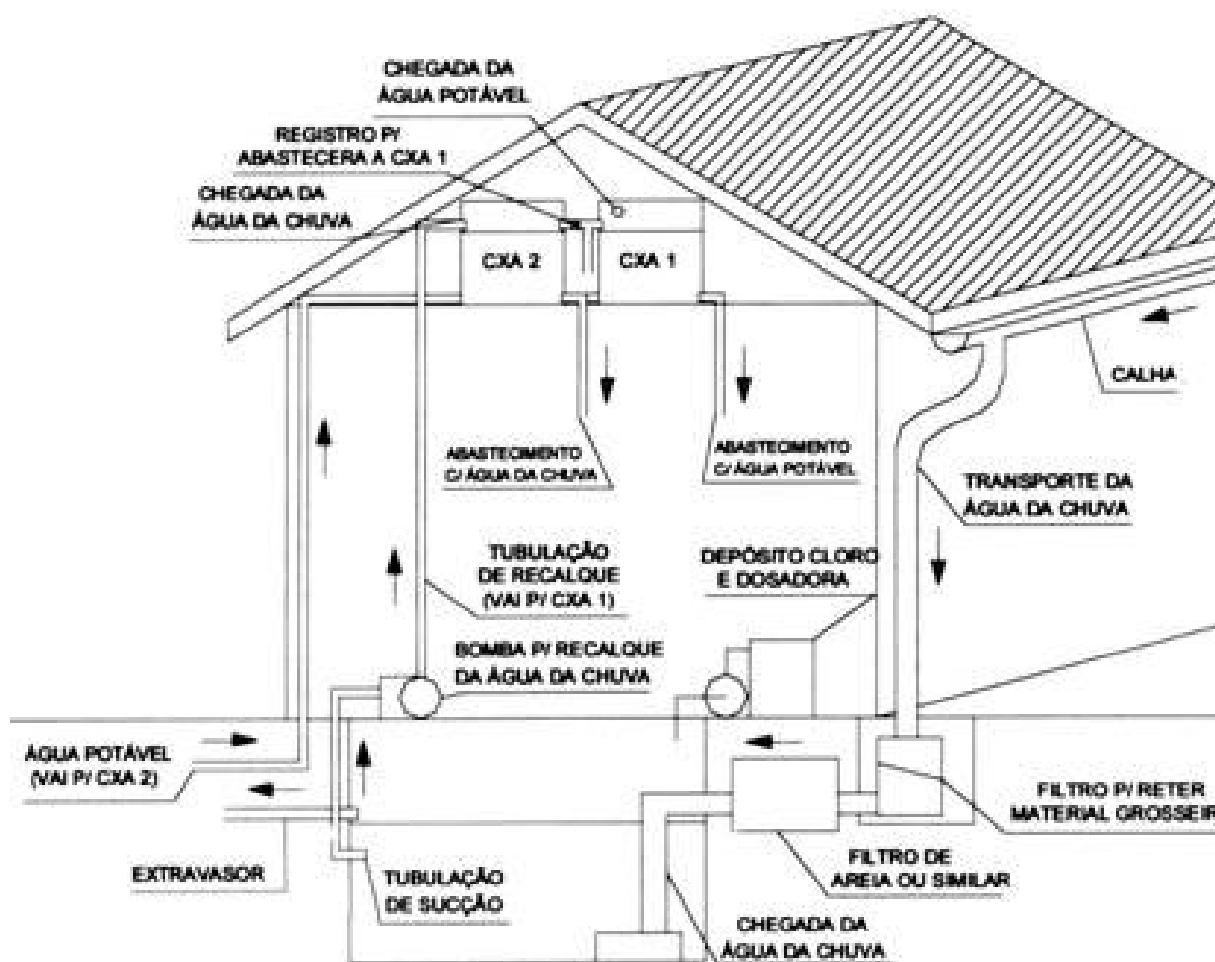


Figura 5 - Sistema de captação de água da chuva com dispositivo para descarte das primeiras chuvas e filtro.

FONTE: Prefeitura Municipal de Nova Roma do Sul (2013).

3.3.1 Superfície de captação

As águas pluviais podem ser captadas tanto por superfícies de telhados, quando por superfícies impermeáveis no solo, devendo estas possuírem certa declividade para permitir o escoamento do fluido até o ponto de armazenamento. Porém, a água captada em telhados apresenta melhor qualidade, uma vez que geralmente não há fluxo de pessoas sobre o local e por este motivo as chances de contaminação são menores.

Com o objetivo de determinar a forma como o material constituinte da superfície de captação afeta na qualidade da água que (ROCHA; 2009) caracterizou qualitativamente as águas de chuva coletadas em coberturas constituídas de diferentes tipos de materiais (cerâmico, e metálico e fibrocimento) em edificações situadas no pátio interno da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. O objetivo de tal trabalho foi o de determinar parâmetros locais para uma concepção mais criteriosa de sistemas de aproveitamento de água de chuva. Ao fim, o estudo conclui que o uso de telhas metálicas garante uma água de melhor qualidade, porém em todos os casos foi evidenciada a necessidade de tratamento posterior da água para que esta pudesse ser consumida.

3.3.2 Tratamento

(GUEDES; 2012) afirma que a água de chuva necessita de um tratamento mais simplificado que o tradicional para torná-la potável, pois apresenta baixo teor de sólidos, sejam estes suspensos ou dissolvidos. O mesmo desenvolveu trabalho em que estudou o tratamento das águas pluviais através da filtração por membranas e verificou que as mesmas apresentaram bom desempenho, removendo os principais parâmetros de interesse na potabilidade da água.

Porém, como verificado por Rocha *et al* (2009) o tratamento é indispensável para garantir a qualidade da água a ser consumida.

O tratamento da água de chuva pode ser dividido em remoção dos sólidos grosseiros, filtração e desinfecção. A complexidade do tratamento vai variar com o uso que se dará a água e impactará diretamente no custo de implantação e operação do sistema.

A remoção dos sólidos suspensos pode ser feita por sistemas de grelhas e peneiras instaladas nas calhas, além de filtros instalados antes do reservatório. A desinfecção pode se dar através da cloração ou fervura da água.

Fator importante para garantir uma melhor qualidade da água é a instalação de dispositivos para descarte das primeiras chuvas, visto que a chuva mais poluída é a inicial, havendo também a incorporação da sujeira acumulada sobre a superfície de captação (GOULD; 1999).

3.3.3 Armazenamento de água da chuva

O armazenamento é feito em reservatórios, os quais representam o item de maior custo de implantação do sistema; por este motivo grande atenção deve ser dada ao seu dimensionamento.

Deve ser dimensionado com base nos critérios de regime de precipitação, área de captação, consumo de água e confiabilidade requerida ao sistema (MARINOSK; 2007).

Dependendo das características do local, o reservatório pode ser elevado, apoiado sobre o terreno ou ainda enterrado.

3.4 Métodos de dimensionamento de reservatórios de água de chuva

O dimensionamento do reservatório representa uma das partes mais dispendiosa do sistema, (RUPP, F. R; MUNARIN, R.; GHISI, R.; 2011). Diversos métodos podem ser encontrados na literatura, seis deles apresentados na NBR 15527. Outros trabalhos como o de Mierzwa (2007) compara alguns destes métodos a fim de verificar a aplicabilidade deles em situações diferentes. A seguir a descrição dos métodos apresentados na norma brasileira.

3.4.1 Método de Rippl

Um balanço hídrico é realizado neste método, onde o volume de água que escoar pela superfície de captação é subtraído da demanda de água pluvial. O máximo saldo acumulado, diferença acumulada positiva, é o volume do reservatório para 100% de aproveitamento, (SCHILLER; 1982).

Neste método podem ser usadas séries históricas mensais (mais comum) ou diárias. As equações referenciada na NBR 15527:2007 são:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad \text{Eq. 01}$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{Precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores de } S_{(t)} > 0$$

$$\text{Sendo que: } \sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$$

Onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t , expresso em litros (L);

$Q_{(t)}$ é o volume de água aproveitável no tempo t , expresso em litros (L);

$D_{(t)}$ é a demanda ou consumo no tempo t , expresso em litros (L);

V é o volume do reservatório, expresso em litros (L);

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Para situações em que temos $\sum D_{(t)} > \sum Q_{(t)}$, ou seja, a demanda por água maior que a oferta, é necessário a obtenção de água de outra fonte que não as pluviais.

Abaixo segue modelo de tabela utilizada para facilitar o dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.

Tabela 1: Tabela de dimensionamento do método de Rippl.

1	2	3	4	5	6	7

FONTE: Montada segundo NBR 15527:2007 (2015)

Onde:

1 – Período de tempo correspondente aos meses do ano, de janeiro a dezembro.

2 – P: Precipitação média mensal, em milímetros.

3 – C: Consumo, em litros.

4 – E: Entrada de água no sistema. Obtida multiplicando-se a coluna 2 pela área e pelo coeficiente de escoamento superficial, *Runoff*.

5 – C – E: Diferença entre a coluna 3 e a coluna 4, o sinal negativo representa excesso de água e o sinal positivo representa déficit.

6 – Diferença Acumulada dos Valores Positivos: Diferenças acumuladas da coluna 6, referente apenas aos valores positivos.

7 – Diferença Acumulada dos Valores Negativos: Diferenças acumuladas da coluna 6, referente apenas aos valores negativos.

3.4.2 Método da simulação

Este método precisa de algumas considerações para sua utilização, são elas:

- A evaporação deve ser desconsiderada;
- A capacidade de armazenamento do reservatório é considerada finita;
- O reservatório está cheio no início da contagem do tempo " t ";
- Os dados históricos são representativos para as condições futuras.

Para um determinado mês, aplica-se a equação da continuidade sugerida pela NBR 15527:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad \text{Eq.02}$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva (t)} \times \text{área de captação}$$

Sendo que: $0 \leq S_{(t)} \leq V$

Onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t, expresso em litros (L);

$S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t - 1, expresso em litros (L);

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva no tempo t, expresso em litros (L);

$D_{(t)}$ é o consumo ou demanda no tempo t, expresso em litros (L);

V é o volume do reservatório fixado, expresso em litros (L);

C é o coeficiente de escoamento superficial.

3.4.3 Método Azevedo Neto

Este método obtém o volume de água de chuva pela seguinte equação:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad \text{Eq.03}$$

Onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

T é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

Fonte de pesquisas sobre o método de Azevedo Neto é a definição do que seria considerado um mês de pouca chuva. Ou seja, a partir de quantos dias de estiagem o mês seria considerado seco. Este foi ponto de estudo de (GIACCHINI, M.; ANDRADE FILHO, A. G.; SANTOS, D. C.; 2011), que concluiu que a identificação precisa da incógnita referente aos meses de pouca chuva ou secos é fundamental para o dimensionamento do reservatório.

3.4.4 Método prático Alemão

Um método apresentado pela norma brasileira de caráter empírico; onde se toma como menor volume do reservatório um dos volumes abaixo:

- 6 % do volume anual de consumo
- 6 % do volume anual de precipitação aproveitável.

Assim, as equações adotadas são:

Vadotado = mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo) x 0,06 (6 %)

Vadotado = mín (V; D) x 0,06

Onde:

V é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L);

D é o valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L);

Vadotado é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

3.4.5 Método prático Inglês

Método também empírico, onde o volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,05 \times P \times A \quad \text{Eq.04}$$

Onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L).

3.4.6 Método prático Australiano

Neste método o cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório.

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad \text{Eq.05}$$

Onde:

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P é a precipitação média mensal, expresso em milímetros (mm);;

I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm;

A é a área de coleta, expressa em metros quadrados (m²);;

Q é o volume mensal produzido pela chuva, expresso em litros (L);

Vale ressaltar como um diferencial deste método em relação aos apresentados anteriormente, a consideração as perdas de água por infiltração e evaporação para dimensionamento do reservatório.

As tentativas, que visam a otimização do volume do reservatório são feitas pela seguinte equação:

$$V_{(t)} = Q_{(t)} + V_{(t-1)} - D_{(t)} \quad \text{Eq.06}$$

Onde:

$Q_{(t)}$ é o volume mensal produzido pela chuva no mês t , expresso em litros (L);

$V_{(t)}$ é o volume de água que está no tanque no fim do mês t , expresso em litros (L);

$V_{(t-1)}$ é o volume de água que está no tanque no início do mês t , expresso em litros (L);

$D_{(t)}$ é a demanda mensal, expresso em litros (L);

Devem ser feitas as seguintes considerações:

- No primeiro mês o reservatório encontra-se vazio;
- Quando $(Q_{(t)} + V_{(t-1)} - D_{(t)}) < 0$, então o $V_{(t)} = 0$

3.5 Confiabilidade volumétrica

Dias (2007) define confiabilidade volumétrica como o quociente do volume total de água da chuva aproveitado considerando os dados com base diária e o volume de água da chuva aproveitado considerando os dados na base mensal.

$$C_V = (V_{(D)} / V_{(M)}) \times 100 \quad \text{Eq.07}$$

Onde:

$V_{(D)}$ é o volume aproveitado com dados em base diária expresso em litros (L);

$V_{(M)}$ é o volume aproveitado com dados em base mensal expresso em litros (L);

O valor médio da confiabilidade volumétrica pode ser multiplicado pelo volume aproveitável de água calculado com base nas médias mensais de precipitação para se obter um volume aproveitado mais preciso.

As análises dos coeficientes foram feitas por Dias (2007) para a cidade de João Pessoa (PB) entre os anos de 1913 e 1969, onde foram considerados três padrões de consumo (popular, médio e alto) com demanda de água da chuva de 110L/hab.dia, 142L/hab.dia e 172,83L/hab.dia, respectivamente. Os volumes dos reservatórios de acumulação foram pré-estabelecidos; e em cada ano foi obtido um coeficiente de confiabilidade para cada reservatório; dos quais posteriormente se calculou a média dos 50 anos da série histórica.

Os valores médios encontrados para os coeficientes, o volume aproveitável calculado com base nas médias mensais e o volume aproveitável corrigido encontrados por Dias (2007)

são os representados na tabela 2. Fazendo o produto destes coeficientes pelo volume de água aproveitável calculado com base nas médias mensais das precipitações, se obtém um volume aproveitável corrigido; que serve como base para o cálculo da viabilidade econômica do sistema de forma mais precisa.

Tabela 2: Volume aproveitado com base mensal, confiabilidade média e volume aproveitado corrigido para a cidade de João Pessoa.

Padrão	Volume (m³)	Volume aproveitado em base mensal (m³/ano)	Confiabilidade média	Volume aproveitado corrigido (m³/ano)
Popular	8,8	89,04	91,18	81,19
	7,7	89,04	89,99	80,13
	6,6	89,04	88,54	78,83
	5,5	89,04	86,83	77,31
	4,4	89,04	84,76	75,46
Médio	22,55	178,07	87,71	156,19
	18,00	170,92	87,65	149,81
	14,00	160,92	87,50	140,80
	10,00	150,92	86,17	130,04
	7,10	141,66	84,37	119,51
Alto	102,29	445,19	77,34	344,33
	75,00	417,90	76,21	318,46
	45,00	387,90	74,52	289,07
	28,00	370,90	73,35	272,06
	10,37	353,27	69,29	244,76

FONTE: DIAS (2007).

Dias (2007) observou que à medida que o volume do reservatório diminui a confiabilidade também diminui para o mesmo padrão de consumo e área de captação. Isso se dá porque o volume de água que transborda é maior em reservatórios menores, quando das mesmas considerações de precipitação, do que em reservatórios maiores.

Com os valores de volume de água aproveitável corrigido Dias (2007) conseguiu determinar de forma mais precisa a viabilidade econômica do investimento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido com base nos dados de precipitação para cinco cidades brasileiras: Manaus (AM), Porto Alegre (RS), Campos do Jordão (SP), Irecê (BA) e João Pessoa (PB). Tais cidades foram escolhidas por apresentarem características pluviométricas diferentes entre si e em função da disponibilidade de séries diárias de pluviometria. As cidades estudadas estão representadas no mapa da figura 9.

Os dados de precipitação, tanto mensais quanto diários, foram coletados na base de dados BDMEP do INMET. E foram estudadas séries de 25 anos, entre 1990 e 2014; período este que foi escolhido em função da disponibilidade dos dados.

4.2 Caracterização pluviométrica da área de estudo

4.2.1 Manaus

Possui como clima predominante o equatorial. Este clima se caracteriza por temperaturas médias entre 24° C e 26° C. As chuvas são abundantes (em torno de 2.500 mm/ano no período aqui estudado) e regulares, causadas pela ação da massa equatorial continental.

4.2.2 Porto Alegre

Seu clima característico é o denominado subtropical, que possui temperaturas médias inferiores a 18° C e chuvas bem distribuídas ao longo do ano, entre 1500 mm e 2000 mm/ano.

4.2.3 Campos do Jordão

Cidade paulista com clima tropical de altitude. As chuvas se comportam de forma semelhante ao clima tropical, porém com maior intensidade no verão. Possui temperatura média entre 18° C e 22° C.

4.2.4 Irecê

O clima semiárido tem como características temperaturas médias elevadas, em torno de 27° C e baixa pluviosidade; com chuvas irregulares e longos períodos de estiagem.

4.2.5 João Pessoa

O clima tropical tem como característica verão quente e úmido e inverno quente e seco; as temperaturas médias são superiores a 20° C e a pluviosidade varia de 1500 mm a 3000 mm/ano, segundo dados coletados neste estudo.

Abaixo segue quadro 1 com dados das estações pluviométricas de cada cidade, das quais as informações foram coletadas:

4.3 Etapas do estudo

- **Cálculo do volume de água aproveitável:**

Um balanço hídrico foi o escolhido para cálculo do volume de água aproveitável neste trabalho. Tal método se constitui em um balanço de massa entre o volume de água captado e o volume de água consumido.

Para aplicação do método utilizou-se um coeficiente de *Runoff* no valor de 0,85, o que considera superfície de captação em telha de fibrocimento ou cerâmica e já inclui a minoração do volume de água descartada no primeiro fluxo como recomenda Tomaz (1997).

Foram considerados três padrões de consumo com o intuito de variar-se a demanda de água pluviais na edificação. E para cada padrão de consumo considerado foram arbitradas três áreas de captação diferentes, escolhidas aleatoriamente com base nos padrões construtivos observados, a fim de se analisar como o volume de água captada influencia na confiabilidade do sistema.

Os valores dos três padrões de consumo em edificações residenciais adotados; popular, médio e alto, foram os sugeridos por DIAS (2007), 110L/hab. dia, 142 L/hab. dia e 172,83 L/hab. dia, respectivamente. Para todos os padrões foram consideradas 4 pessoas por unidade habitacional. O resumo dos valores adotados estão representados no quadro 2 abaixo.

Quadro 1 – Áreas de captação e consumos considerados

Padrão Popular	Área de captação	50m ²	60m ²	70m ²
	Demanda	110 L/hab.dia		
Padrão Médio	Área de captação	80m ²	100m ²	120m ²
	Demanda	142L/hab.dia		
Padrão Alto	Área de captação	150m ²	200m ²	300m ²
	Demanda	172,83L/hab.dia		

Todos os dados foram trabalhados no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2014, perfazendo 25 anos de séries diárias. Para o preenchimento de falhas nos dados diários o valor considerado foi zero para o dia que não possuía o valor da medição pluviométrica.

O volume de água aproveitado foi calculado para cada ano de dados, tanto na base diária como mensal, pela seguinte fórmula:

$$V_{ap} = Entrada_{(ac)} - V_{(tran)} \quad \text{Eq. 08}$$

Onde:

V_{ap} é o volume de água aproveitado em um ano, expresso em litros (L);

$Entrada_{(ac)}$ é a valor de água captado acumulado ao longo do tempo de estudo, neste caso o ano, expresso em litros (L);

$V_{(tran)}$ é o valor de água transbordado em cada reservatório durante o ano, expresso em litros (L);

O volume transbordado varia de acordo com o volume do reservatório. Para este estudo foram considerados quatro reservatórios diferentes com volumetria pré definida em 5m³, 10m³, 20m³ e 30m³.

- **Cálculo do coeficiente de confiabilidade**

O coeficiente de confiabilidade foi calculado para cada ano, e cada padrão de consumo e área de captação, através da equação abaixo:

$$C_v = (V_{(D)} / V_{(M)}) \times 100 \quad \text{Eq. 09}$$

Onde:

$V_{(D)}$ é o volume aproveitado com dados em base diária, expresso em litros (L);

$V_{(M)}$ é o volume aproveitado com dados em base mensal, expresso em litros (L);

De posse dos coeficientes para cada ano, em cada área de captação e cidade foi feita a média destes. Ou seja, para cada padrão de consumo e área de captação foi feita uma média dos valores encontrados nos 25 anos para a confiabilidade em cada reservatório considerado.

O volume médio de água aproveitável, calculado com base nas médias mensais de precipitação, também foi calculado para cada volume de reservatório, consumo e área de captação. Posteriormente o produto deste volume médio pelo coeficiente médio nos dará um volume de água da chuva aproveitável mais preciso.

As tabelas com os volumes médios de água aproveitável, assim como um exemplo de tabela usada para cálculo do volume de água aproveitável com base em dados diários e mensais estão disponíveis no apêndice B deste trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As diferentes cidades estudadas neste trabalho não foram escolhidas ao acaso, mas sim em função das suas diferentes características de precipitação, diferença esta que se pode ver nas figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11 que mostram o gráfico com a precipitação média (anual e mensal) de cada cidade no intervalo de tempo estudado. Vale salientar porém, que outro fator imperativo na escolha das cidades foi a disponibilidade série diária de dados de chuva destas.

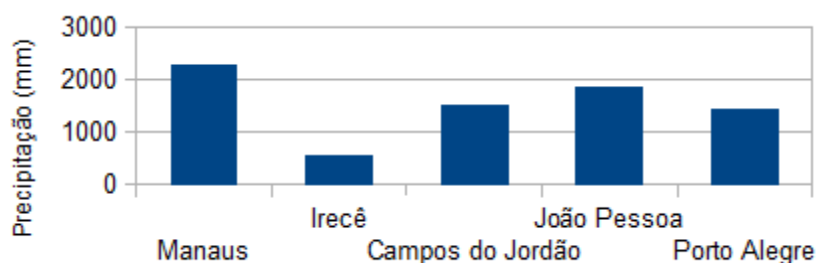


Figura 6 - Precipitação média anual de 1990 à 2014.

FONTE: Pessoal (2015).

Precipitação mensal - Manaus

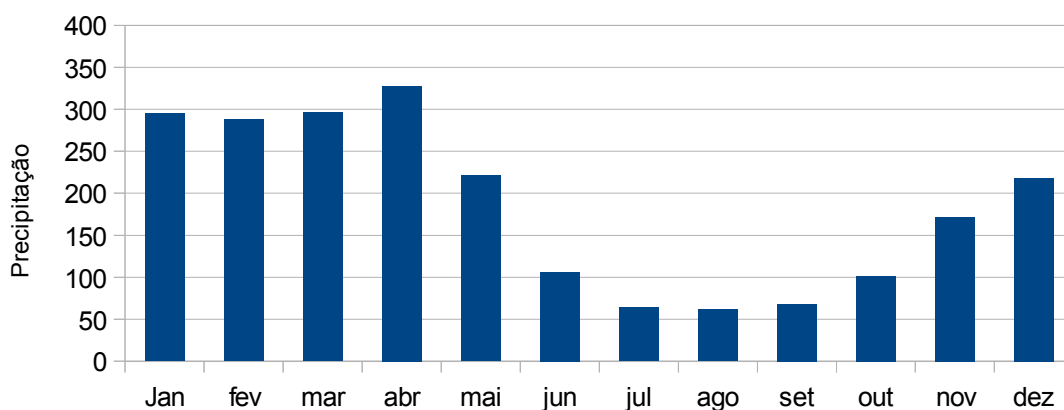


Figura 7 - Precipitação média mensal de 1990 à 2014 Manaus.

FONTE: Pessoal (2015).

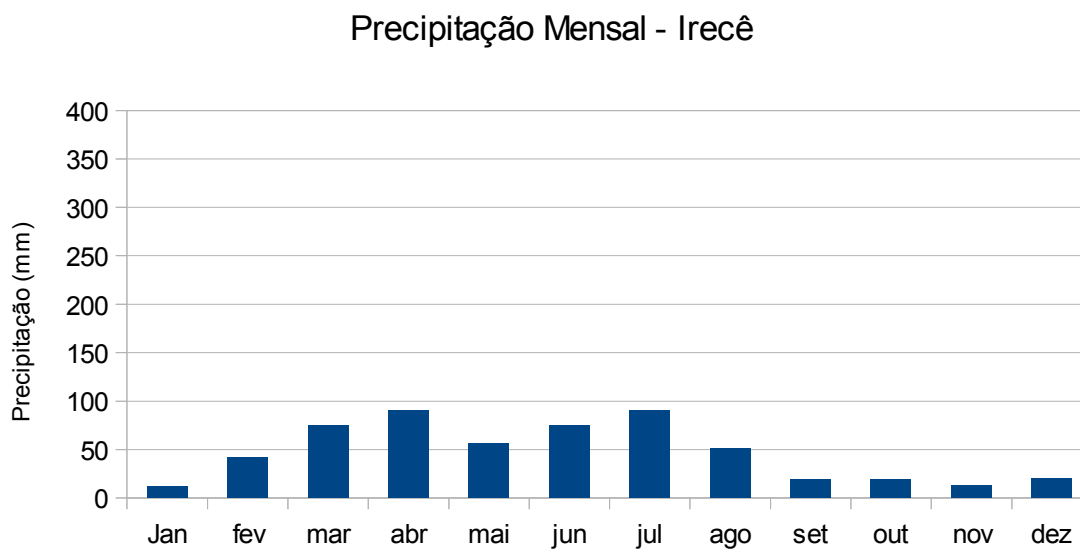


Figura 8 - Precipitação média mensal de 1990 à 2014 Irecê.
FONTE: Pessoal (2015).

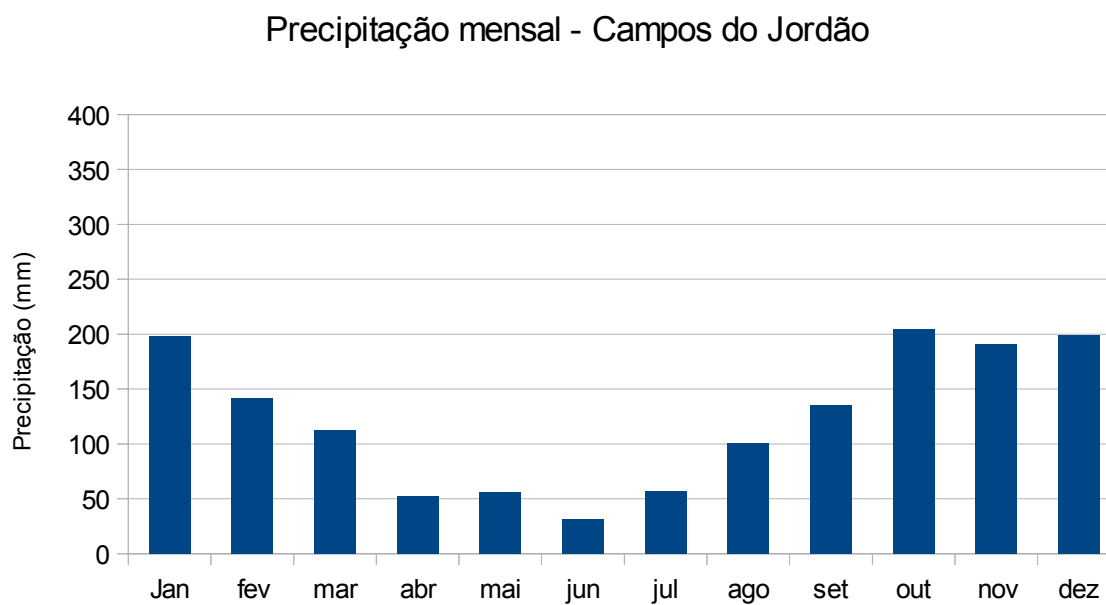


Figura 9- Precipitação média mensal de 1990 à 2014 Campos do Jordão.
FONTE: Pessoal (2015).

Precipitação mensal - João Pessoa

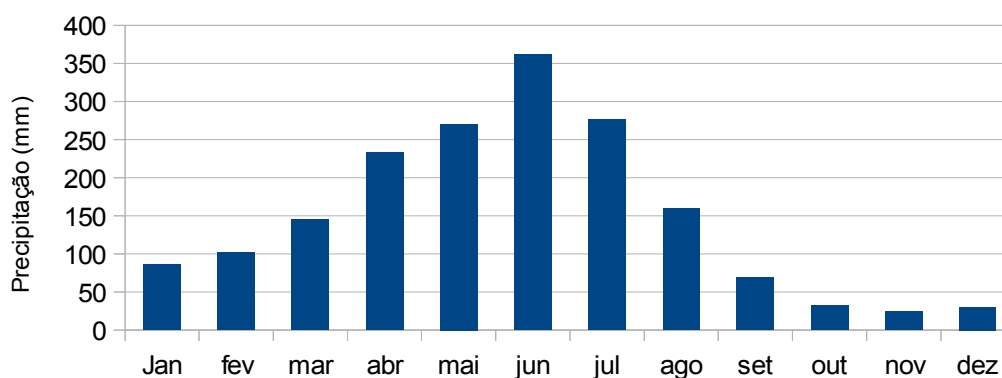


Figura 10- Precipitação média mensal de 1990 à 2014 João Pessoa.

FONTE: Pessoal (2015).

Precipitação mensal - Porto Alegre

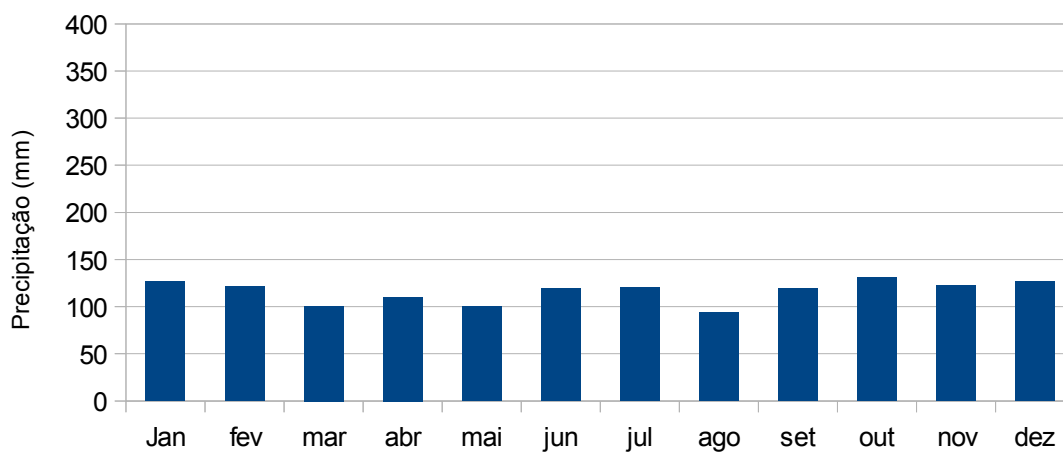


Figura 11 - Precipitação média mensal de 1990 à 2014 Porto Alegre.

FONTE: Pessoal (2015).

Pode-se observar na figura 6 as diferentes médias das precipitações anuais em cada cidade escolhida.

O volume precipitado impacta diretamente no volume de água a ser captado pelo sistema de captação de água da chuva. E este volume está relacionado à determinação da viabilidade

do sistema.

Partindo do volume necessário para satisfação das necessidades de uma família no ano e da altura pluviométrica anual na região se pode facilmente recair na falsa ideia da viabilidade ou não do sistema, pois como se vê nas figuras 7, 8, 9, 10 e 11 a chuva não se distribui equitativamente ao longo do ano.

Assim, o fato de, por exemplo a cidade de Campos do Jordão possuir uma precipitação média anual inferior à de Manaus, não implica que em alguns meses do ano a altura pluviométrica daquela não supere a desta.

A cidade de Manaus possui a característica de presença de chuva o ano inteiro, com precipitações mais intensas de janeiro à abril; os meses de junho a setembro mostram-se mais secos porém, com altura pluviométrica ainda acima dos 50mm.

Já Irecê, cidade do semiárido nordestino, apresenta em cinco, dos doze meses do ano, altura pluviométrica de quase zero. Com o período chuvoso compreendido entre fevereiro e agosto, atingindo o ápice da sua precipitação nos meses de abril e julho, com altura pluviométrica em torno de 90mm.

Reservatórios de sistemas implantados em cidades com esta característica climática tendem a passar boa parte do ano vazios; por este motivo atenção deve ser dada ao volume de água captado que realmente será aproveitado na edificação; uma vez que interpretações errôneas podem levar a creditar uma falsa eficiência ao mesmo.

João Pessoa e Campos do Jordão apresentam ambas quatro meses com precipitações mais baixas, ocorrendo o da primeira cidade nos meses de setembro a dezembro, e o da segunda de abril a julho.

Vale salientar porém, que enquanto nos demais meses na cidade de Campos do Jordão a chuva se distribui mais uniformemente, variando de 100mm a 200mm; na cidade de João Pessoa ela é crescente até o mês de junho, quando atinge o pico de mais de 350mm, decrescendo a partir daí.

Essa distribuição de precipitação encontrada em João Pessoa, direciona a um reservatório de acumulação de água da chuva, quando dimensionado pelas médias mensais; em que o volume mensurado ou será subutilizado em boa parte do ano ou possuirá frequentes eventos de transbordamento.

Situação oposta ocorre em Porto Alegre, em que a chuva se apresentou bem uniforme ao longo do ano, com altura pluviométrica ficando em torno de 100mm.

Porém, não se pode acreditar que durante o mês a chuva se distribui de forma uniforme em cada dia.

O cálculo do volume aproveitável, ou seja, do volume a ser consumido no futuro imediato mais o volume a ser reservado para consumo posterior, com base nas médias mensais não condiz com o calculado com base em dados diários, uma vez que dias com mais chuva e com pouca ou nenhuma ocorrem dentro do mesmo mês.

Exemplo disto pode ser visto através da análise das figuras 12 a 16 onde dados de precipitação diários e a média diária do mesmo mês para as cidade de Manaus, Campos do Jordão, Irecê, João Pessoa e Porto Alegre foram plotados para os anos de 1990 à 2014. Todos os valores de precipitação diária maiores que a média diária do mesmo mês, e excedentes ao consumo diário, são referentes a volumes que transbordariam quando do dimensionamento por médias mensais e não seriam levados em consideração.

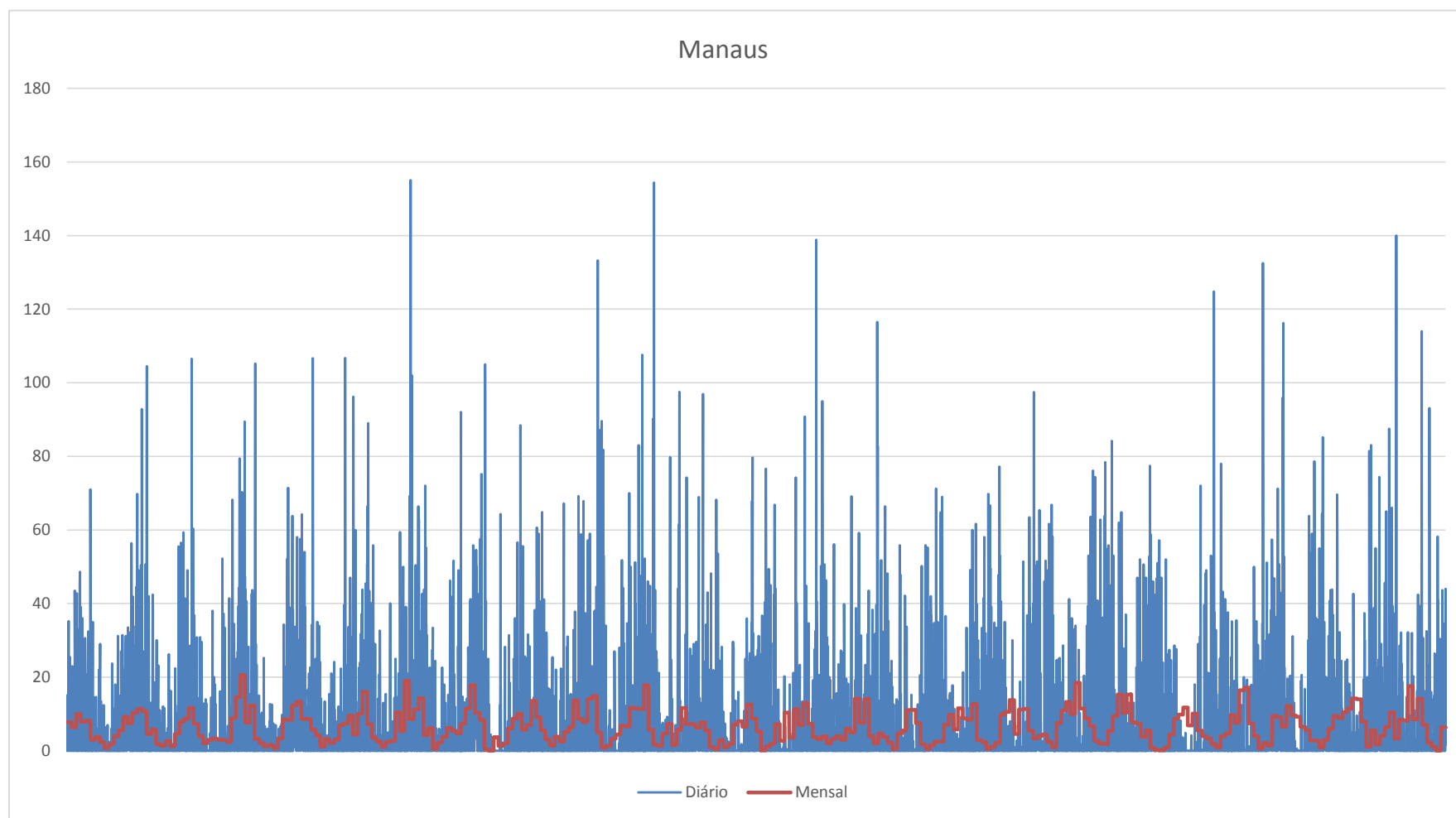
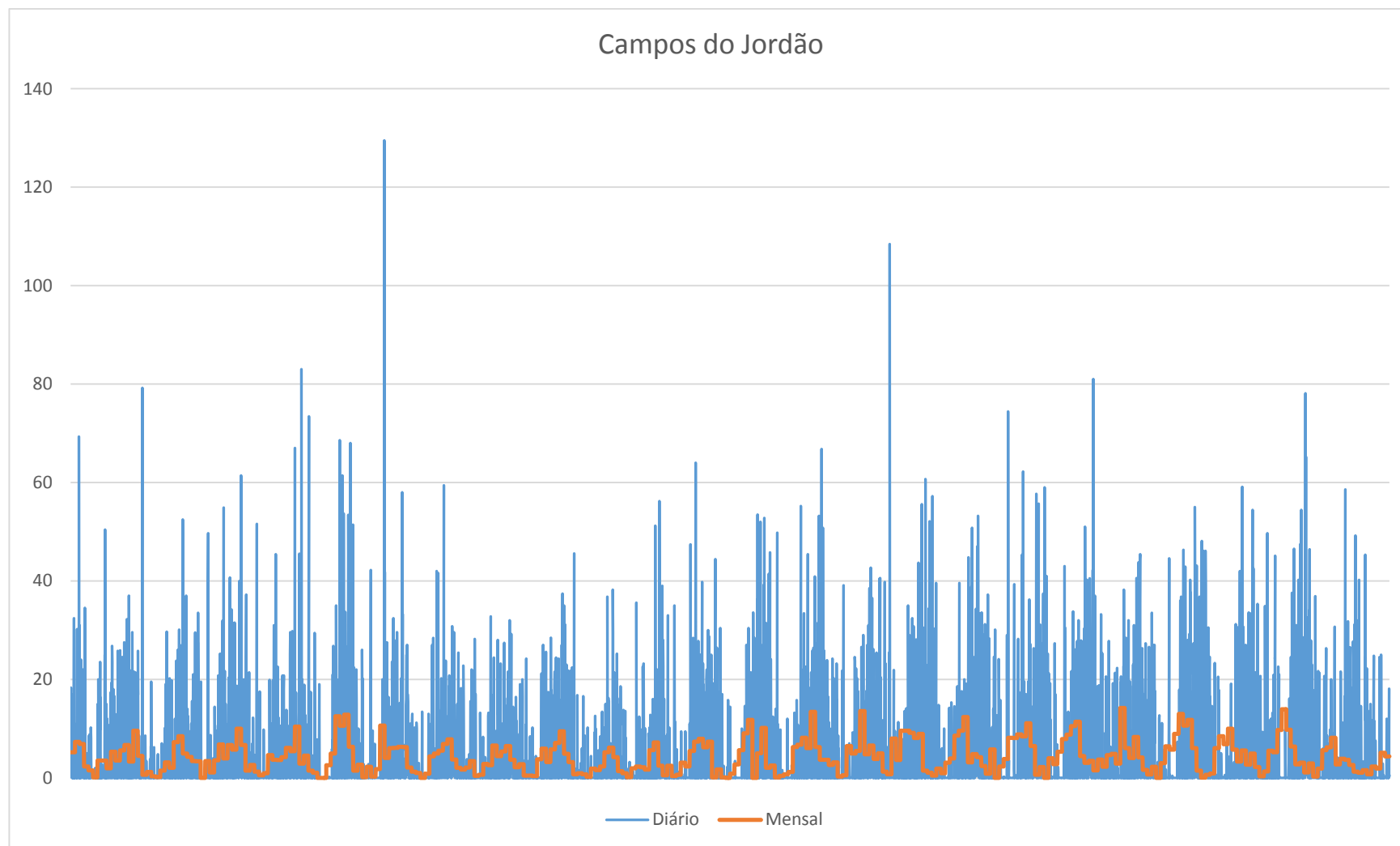


Figura 12 - Precipitação média mensal e diária de 1990 à 2014 Manaus.
FONTE: Pessoal (2015).



**Figura 13 - Precipitação média mensal e diária de 1990 à 2014 Campos do Jordão.
FONTE: Pessoal (2015).**

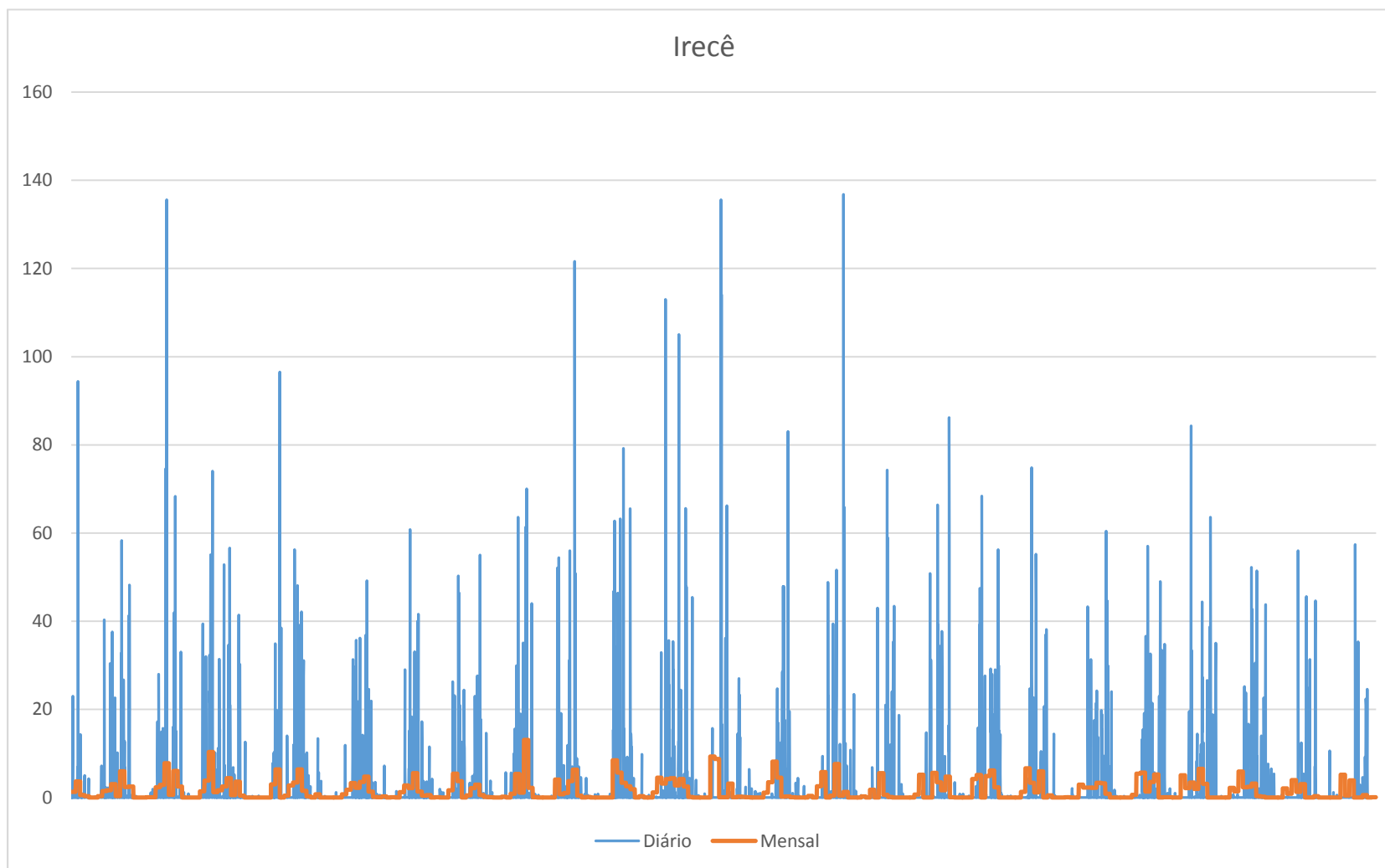


Figura 14 - Precipitação média mensal e diária de 1990 à 2014 Irecê.
FONTE: Pessoal (2015).

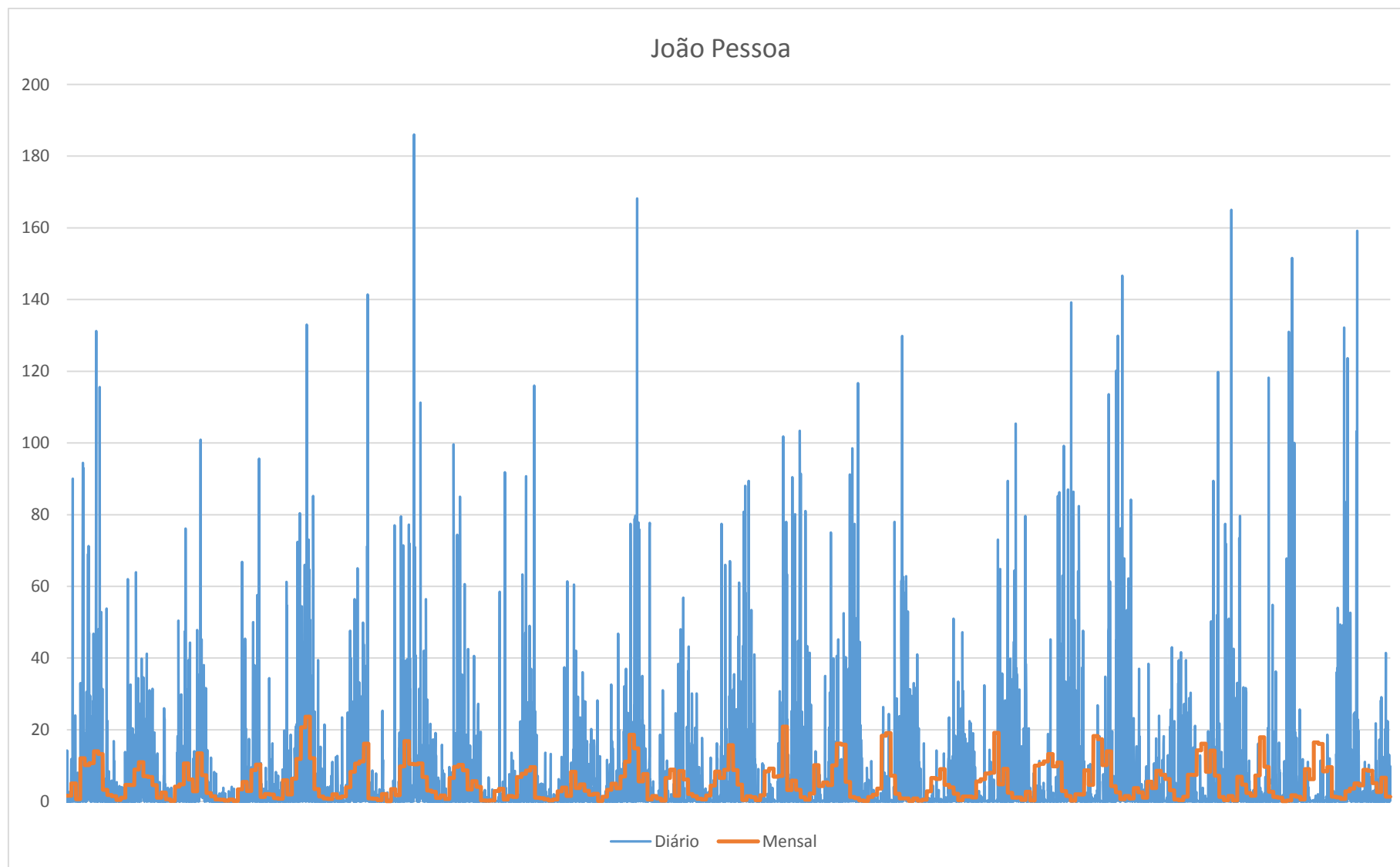
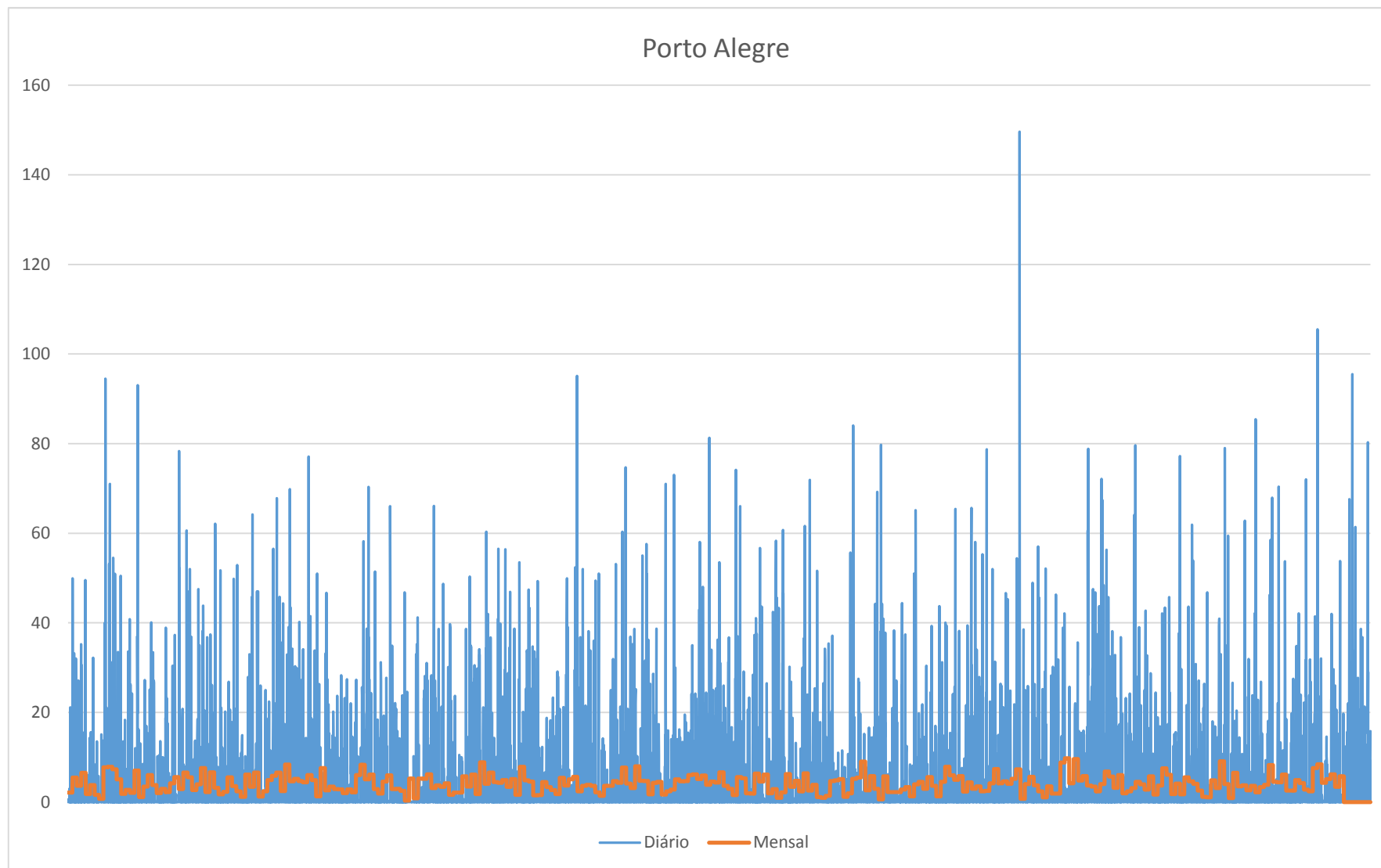


Figura 15 - Precipitação média mensal e diária de 1990 à 2014 João Pessoa.
FONTE: Pessoal (2015).



**Figura 16 - Precipitação média mensal e diária de 1990 à 2014 Porto Alegre.
FONTE: Pessoal (2015).**

Para elaboração dos gráfico das figuras 16 a 20 os valores de precipitação mensais foram divididos igualmente durante os 30 dias do mês, para fins de simplificação foi considerado o mês com 30 dias.

Através da plotagem destes valores, e dos dados de precipitação diários, pode-se ter uma ideia mais clara da disparidade entre o volume aproveitável calculado, quando se usa as séries históricas com base em dados diários e com base em dados mensais. Pois, o volume transbordado calculado com base nos dados diários tende a ser mais preciso que o outro, uma vez que trabalha um intervalo de tempo menor. Maior precisão se encontraria ainda se os dados em questão fossem horários, por exemplo.

Para atenuar esta imprecisão foram calculados os coeficientes de confiabilidade, que podem ser multiplicados pelo volume de água aproveitável, calculado com base em dados mensais, e fornecer um resultado tão preciso quanto o calculado com base em dados diários. Exemplo de cálculo de coeficiente de confiabilidade pode ser visto no apêndice B deste trabalho.

Para o cálculo do volume aproveitável nesse trabalho foi calculada a média aritmética de todos os volumes aproveitáveis encontrados para as mesmas situações, já citadas, durante os 25 anos do estudo.

Cada volume aproveitável foi calculado subtraindo-se o volume transbordado do volume captado. Todas as tabelas com o cálculo dos volumes aproveitáveis médios estão no apêndice C deste trabalho.

Nas tabelas de 3 à 17 se vê os valores de confiabilidade encontrados para as cinco cidades em estudo neste trabalho, nos três padrões residenciais considerados. Os volumes aproveitáveis corrigidos, multiplicados pelos coeficientes de confiabilidade, também estão descritos nas mesmas tabelas.

Os valores de coeficientes para a cidade de Manaus podem ser melhor observados nos gráficos demonstrados nas figuras de 17 a 19, onde tem-se o valor onde confiabilidade para cada padrão residencial e cidade.

Tabela 3: Coeficientes de confiabilidade padrão popular Manaus.

Padrão Residencial Popular – Manaus												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	95,26	97,4	98,76	98,76	107,68	111,86	116,29	118,45	116,83	122,13	130,57	134,78
	Coeficientes (%)											
1990	100,00	100,00	100,00	100,00	99,58	100,00	100,00	100,00	97,81	100,00	100,00	100,00
1991	99,53	99,95	99,95	99,95	96,39	97,26	99,95	99,95	96,81	96,95	97,19	99,95
1992	99,52	100,00	100,00	100,00	94,49	99,71	100,00	100,00	93,03	95,11	100,00	100,00
1993	97,34	97,88	99,14	99,38	98,06	98,15	98,31	98,44	96,19	98,19	98,33	98,46
1994	95,61	98,97	99,83	99,83	95,26	95,68	99,83	99,83	96,12	98,04	98,19	99,83
1995	97,36	99,58	99,58	99,58	97,65	97,86	99,58	99,58	93,53	96,98	97,43	99,58
1996	98,30	98,92	99,87	99,87	99,07	99,11	99,18	99,87	98,20	99,27	99,33	99,37
1997	93,77	94,66	99,26	99,26	92,24	92,60	93,23	99,26	89,78	91,52	92,20	92,77
1998	97,39	100,00	100,00	100,00	95,41	97,85	100,00	100,00	94,36	96,96	100,00	100,00
1999	95,05	97,32	99,98	99,98	96,62	96,76	97,01	99,98	96,28	96,44	96,70	96,92
2000	95,01	95,84	98,88	98,88	93,60	95,64	95,98	98,24	92,32	95,39	95,73	96,03
2001	99,97	99,97	99,97	99,97	96,58	99,97	99,97	99,97	94,49	98,84	99,97	99,97
2002	95,97	99,04	99,04	99,04	92,73	98,26	99,04	99,04	92,02	97,44	97,63	99,04
2003	96,15	100,00	100,00	100,00	94,21	95,84	100,00	100,00	94,79	95,03	98,09	100,00
2004	93,57	99,44	99,44	99,44	96,28	97,74	99,44	99,44	97,30	98,22	98,37	99,44
2005	94,82	98,81	99,27	99,27	94,48	94,74	99,05	99,27	90,75	92,86	93,42	97,82
2006	95,15	100,00	100,00	100,00	89,39	95,92	100,00	100,00	90,75	92,53	97,31	100,00
2007	95,63	99,99	99,99	99,99	90,37	96,98	99,99	99,99	88,97	96,15	98,14	99,99
2008	93,70	94,90	98,14	98,14	92,53	93,06	94,32	95,54	93,48	93,92	94,65	94,96
2009	95,60	99,15	100,00	100,00	93,30	95,16	100,00	100,00	91,31	95,01	95,45	100,00
2010	96,44	99,71	99,71	99,71	91,75	98,56	99,71	99,71	91,33	95,90	99,11	99,71
2011	97,51	97,62	99,91	99,96	96,27	96,92	97,15	98,17	92,93	95,73	96,03	96,28
2012	96,51	99,39	99,39	99,39	93,10	98,79	99,39	99,39	91,63	95,10	99,39	99,39
2013	95,98	96,15	99,54	99,54	97,07	97,51	97,70	99,54	95,50	98,15	98,28	98,39
2014	94,49	94,74	100,00	100,00	94,66	95,48	95,83	100,00	94,28	96,08	96,36	96,61
Média dos coeficientes (%)	96,41	98,48	99,64	99,65	94,84	97,02	98,59	99,41	93,76	96,23	97,49	98,58
Volume aproveitado corrigido (m³)	91,85	95,92	98,4	98,41	102,13	108,53	114,65	117,75	109,54	117,53	127,3	132,87

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m.

FONTE: Pessoa (2015).

Tabela 4: Coeficientes de confiabilidade padrão médio Manaus.

Padrão Residencial Médio – Manaus												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	140,03	144,94	151,74	155,46	155,11	161,97	172,69	181,83	165,73	173,7	186,99	198,05
	Coeficientes (%)											
1990	98,01	100,00	100,00	100,00	98,11	99,02	100,00	100,00	98,50	99,46	99,50	99,52
1991	96,38	96,51	99,95	99,95	95,96	97,12	97,30	97,45	94,40	96,28	96,49	96,68
1992	93,04	96,47	100,00	100,00	91,26	94,80	95,57	100,00	92,65	93,61	96,28	96,48
1993	96,04	98,13	98,26	98,37	94,88	96,28	98,28	98,38	95,64	95,91	97,93	98,34
1994	93,06	95,82	96,41	99,83	94,12	99,17	99,49	99,51	93,80	94,62	98,45	98,53
1995	94,76	97,74	98,83	99,58	91,14	93,87	96,23	96,43	90,33	92,68	95,97	96,64
1996	97,52	99,12	99,18	99,23	93,10	99,30	99,36	99,40	87,63	94,83	98,47	98,54
1997	89,76	91,98	92,52	93,00	87,79	91,76	92,27	92,72	89,43	91,69	93,68	94,03
1998	94,02	96,06	100,00	100,00	94,34	97,50	97,64	97,77	93,71	97,05	97,21	97,35
1999	96,24	96,63	96,84	97,02	93,44	96,15	96,37	96,56	89,99	95,48	95,86	96,06
2000	92,25	95,50	95,78	96,03	89,27	93,80	95,41	95,66	85,20	91,78	95,11	95,35
2001	92,93	99,97	99,97	99,97	92,30	96,01	98,40	99,97	91,97	95,59	95,86	96,09
2002	88,81	96,78	99,04	99,04	89,58	94,87	97,26	97,40	88,99	92,52	96,67	96,83
2003	93,29	94,65	99,76	100,00	95,14	95,72	96,00	96,24	96,10	97,55	97,69	97,82
2004	95,30	97,81	97,97	99,44	95,11	97,99	98,12	98,23	94,11	97,45	97,59	97,73
2005	92,66	94,22	94,61	99,27	89,95	91,67	92,87	93,28	90,36	90,94	92,62	93,00
2006	87,69	93,24	99,15	100,00	90,87	92,35	94,60	97,50	92,30	92,76	93,53	95,19
2007	88,66	94,48	99,99	99,99	88,70	92,20	98,18	98,33	88,75	93,30	95,13	98,59
2008	92,33	92,95	94,15	94,43	93,65	94,39	94,93	95,00	94,85	97,03	97,30	97,53
2009	91,27	94,97	96,24	100,00	88,40	95,00	97,28	97,45	88,09	93,26	97,96	98,08
2010	89,28	95,64	99,71	99,71	90,27	94,62	96,08	96,29	91,40	93,96	96,07	96,26
2011	94,50	96,72	96,92	97,09	92,96	93,97	96,28	96,46	94,33	95,35	95,81	97,59
2012	89,91	95,37	99,39	99,39	90,50	92,35	96,18	97,33	91,04	92,94	93,62	96,97
2013	94,70	97,52	97,66	97,79	94,65	97,74	98,84	98,90	94,80	97,92	98,83	98,88
2014	92,68	95,43	95,71	95,96	92,88	97,05	97,40	97,53	89,81	96,06	98,19	98,28
Média dos coeficientes (%)	93	96,15	97,92	98,6	92,34	95,39	96,81	97,35	91,93	94,8	96,47	97,06
Volume aproveitado corrigido (m³)	130,24	139,35	148,59	153,29	143,22	154,5	167,18	177,01	152,35	164,67	180,4	192,21

Área de captação 1 = 80m²; área de captação 2 = 100m²; área de captação 3 = 120m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 5: Coeficientes de confiabilidade padrão alto Manaus.

Padrão Residencial Alto – Manaus												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	201,5	209,93	224,51	236,71	217,23	226,87	245,05	261,03	234,78	244,82	261,96	276,14
	Coeficientes (%)											
1990	97,11	99,53	99,55	99,57	93,85	98,29	99,24	99,27	92,74	95,51	95,85	97,82
1991	92,92	95,91	96,11	96,29	92,92	96,74	97,06	97,19	90,53	95,62	99,36	99,38
1992	91,67	93,41	96,31	96,48	88,13	94,78	96,09	97,30	80,21	89,15	98,29	98,53
1993	95,17	95,88	96,27	98,26	96,04	96,27	96,60	96,87	95,51	96,03	96,35	96,62
1994	93,46	94,24	97,74	98,57	93,21	94,23	94,68	95,07	91,32	93,70	97,20	99,14
1995	88,71	92,40	93,43	96,58	87,47	92,87	93,65	94,12	85,32	91,47	94,02	97,77
1996	84,79	91,75	98,09	98,17	84,65	87,82	89,79	93,85	88,69	91,63	92,50	95,66
1997	88,43	92,09	93,73	94,01	88,90	93,01	95,35	95,73	84,97	90,78	96,21	97,71
1998	91,10	97,20	97,33	97,44	91,58	96,59	98,31	98,38	90,12	96,02	99,49	99,51
1999	88,46	93,78	95,69	95,87	87,75	92,30	93,11	94,57	88,38	92,26	92,98	94,77
2000	83,05	90,61	95,21	95,41	85,61	89,23	94,18	96,39	87,95	90,86	98,27	99,02
2001	89,74	95,57	95,79	95,99	92,10	95,98	97,98	98,07	89,64	93,76	96,13	96,42
2002	88,15	91,10	95,41	96,66	91,45	93,26	94,75	95,15	92,45	94,91	95,44	95,77
2003	93,27	97,68	97,79	97,90	88,56	96,22	96,82	96,95	84,84	94,84	98,25	98,31
2004	91,83	97,34	97,86	97,96	86,28	93,52	96,59	96,73	86,69	90,79	97,09	97,20
2005	89,74	90,68	91,54	92,76	92,26	92,89	93,52	94,04	92,17	95,20	95,59	95,92
2006	91,83	92,93	93,57	94,10	91,48	94,23	94,73	95,14	87,20	92,22	93,96	94,40
2007	86,28	92,35	95,05	95,98	84,38	90,62	94,66	95,60	85,57	92,91	97,73	99,53
2008	93,26	96,97	97,59	97,77	94,78	99,00	99,07	99,14	95,71	98,57	99,75	99,76
2009	86,00	92,06	97,14	98,00	85,13	88,89	92,41	95,08	87,92	91,82	94,90	95,32
2010	89,01	93,96	96,00	96,16	87,55	93,89	94,37	94,77	89,93	94,68	95,07	98,31
2011	93,92	95,39	95,77	96,10	94,33	96,58	96,86	97,09	93,70	96,84	98,21	98,34
2012	88,21	93,11	93,67	94,25	89,85	96,03	96,34	96,60	88,99	94,11	96,62	99,76
2013	93,16	97,41	98,11	98,85	91,28	97,59	97,98	98,99	91,58	98,49	99,49	99,51
2014	88,82	94,08	98,15	98,23	90,22	93,91	95,15	95,51	92,13	94,96	95,55	95,88
Média dos coeficientes (%)	90,32	94,3	96,12	96,69	89,99	94,19	95,57	96,3	89,37	93,89	96,57	97,61
Volume aproveitado corrigido (m³)	182	197,96	215,79	228,88	195,49	213,68	234,19	251,38	209,83	229,85	252,98	269,55

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m².

FONTE: Pessoaal (2015).

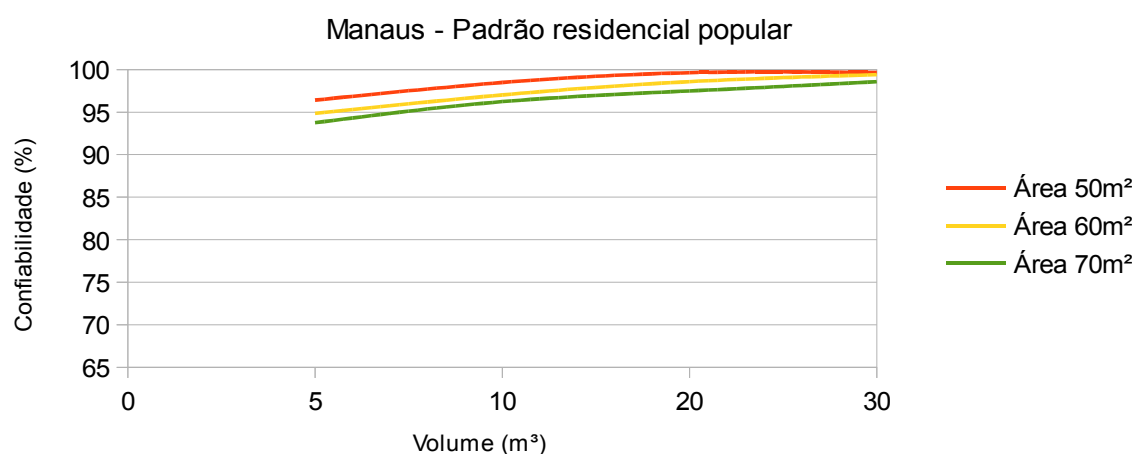


Figura 17 - Confiabilidade padrão residencial popular Manaus.

FONTE: Pessoal (2015).

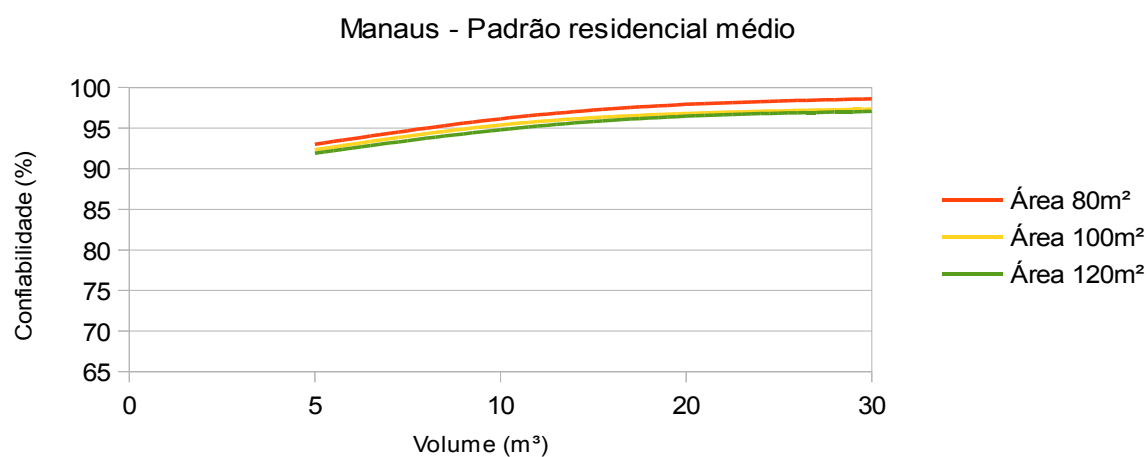


Figura 18 - Confiabilidade padrão residencial médio Manaus.

FONTE: Pessoal (2015).

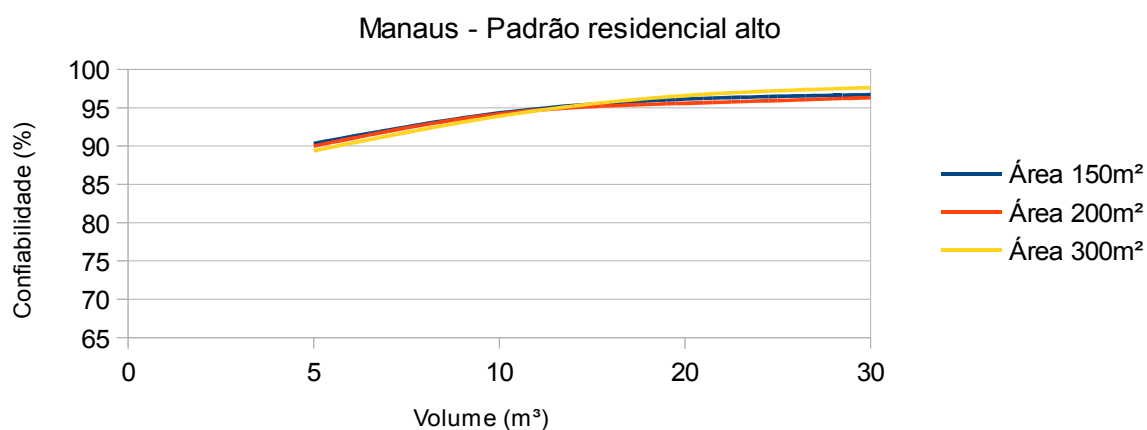


Figura 19 - Confiabilidade padrão residencial alto Manaus.

FONTE: Pessoal (2015).

Para a cidade de Manaus pode se observar que os coeficientes de confiabilidade são crescentes com o aumento do volume do reservatório e a diminuição da área de captação; com exceção do padrão residencial alto com área de captação de 300m², em que os coeficientes para os reservatórios com 20m³ e 30m³ superam os demais.

A exceção pode ser explicada, uma vez que o coeficiente corresponde à relação entre os volumes aproveitáveis calculados com base em dados diários e mensais, ou seja, esse valor sugere que as diferenças entre os volumes aproveitáveis diminuíram; e não que o volume diminuiu, como se pode pensar.

Com o intuito de observar mais detalhadamente a variação deste coeficiente uma análise de variância foi feita. O resultado desta para a cidade de Manaus pode ser observada nas figuras de 24 a 26.

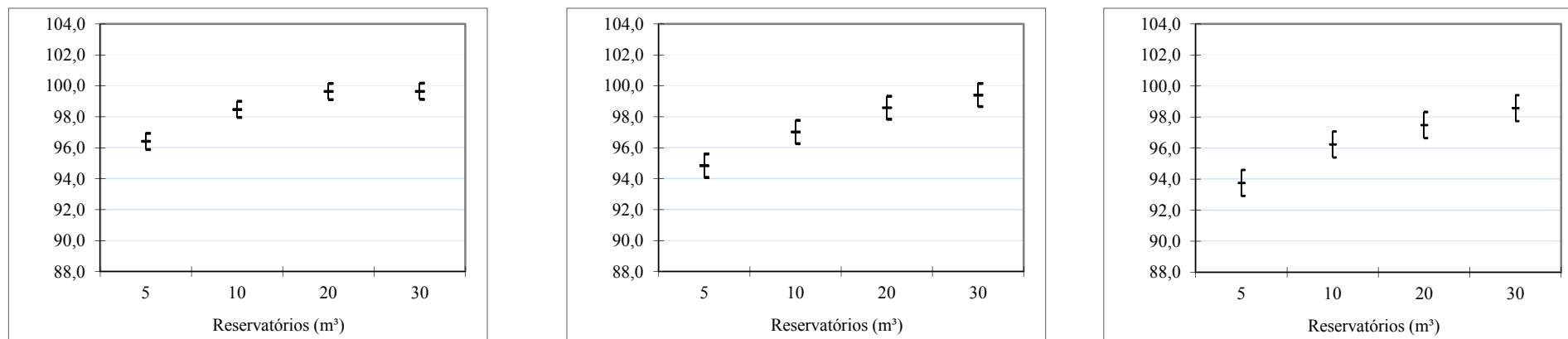


Figura 20 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular Manaus, áreas de captação de 50, 60 e 70m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

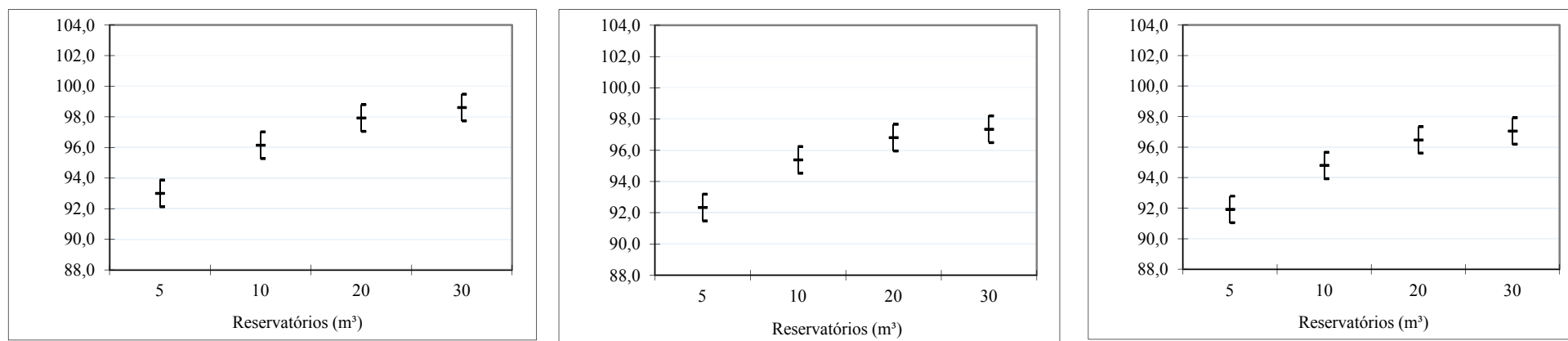


Figura 21– Limites de confiança da confiabilidade padrão médio Manaus, áreas de captação de 80, 100 e 120m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

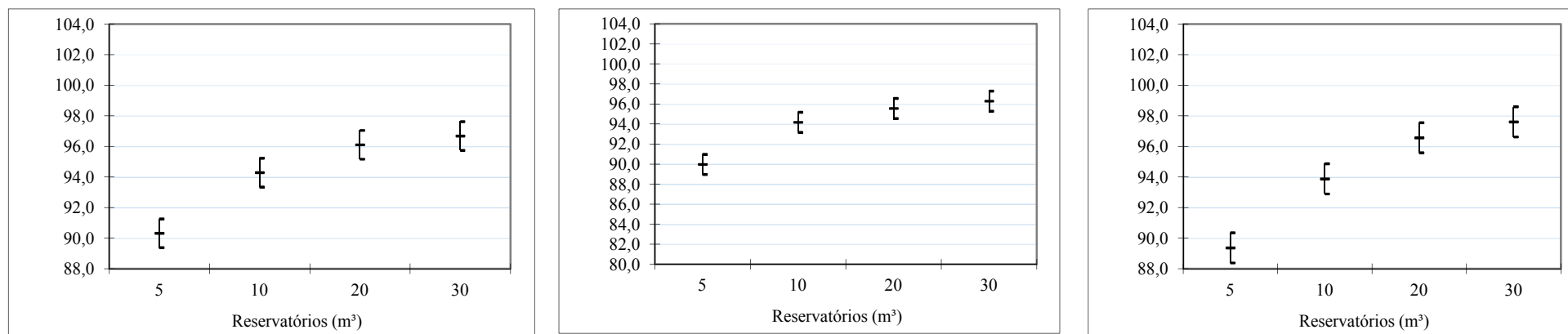


Figura 22 – Limites de confiança da confiabilidade padrão alto Manaus, áreas de captação de 150, 200 e 300m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

Para a cidade de Manaus podemos verificar que existe pouca variância, considerado nesta situação assim como em todas as outras deste trabalho um nível de significância de 5%, para os reservatórios com capacidade de acumulação de 20 e 30m³ em todas as áreas e padrões. Ou seja, para estas situações pode-se adotar um mesmo valor de confiabilidade, feitas as devidas considerações de precipitação. Comparando-se estes reservatórios dentro de diferentes padrões de consumo e áreas de captação, podemos observar a ausência de semelhança apenas nos reservatórios de padrão popular. O que implica afirmar que para reservatórios com mais de 20m³ independe se o padrão de consumo é médio ou alto, assim como independe a área de captação.

Os coeficientes e as análises de variância para a cidade de Campos do Jordão e Irecê estão representados nas figuras de 23 a 28 e 29 a 34, respectivamente.

Tabela 6: Coeficientes de confiabilidade padrão popular Campos do Jordão.

Padrão residencial popular – Campos do Jordão												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	64,08	64,1	64,1	64,1	75,65	76,72	76,92	76,92	86,13	88,36	89,6	89,74
	Coeficientes (%)											
1990	100,00	100,00	100,00	100,00	98,32	100,00	100,00	100,00	96,45	100,00	100,00	100,00
1991	100,00	100,00	100,00	100,00	99,86	100,00	100,00	100,00	98,50	100,00	100,00	100,00
1992	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99	100,00	100,00	100,00	98,40	100,00	100,00	100,00
1993	100,00	100,00	100,00	100,00	98,42	100,00	100,00	100,00	96,77	100,00	100,00	100,00
1994	96,62	99,31	99,31	99,31	93,77	99,31	99,31	99,31	91,48	95,96	99,31	99,31
1995	94,35	100,00	100,00	100,00	92,06	96,75	100,00	100,00	90,89	96,10	100,00	100,00
1996	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,45	100,00	100,00	100,00
1997	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1998	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1999	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,59	100,00	100,00	100,00
2000	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2001	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,86	100,00	100,00	100,00
2002	99,68	100,00	100,00	100,00	94,39	100,00	100,00	100,00	95,60	95,84	100,00	100,00
2003	100,00	100,00	100,00	100,00	97,83	100,00	100,00	100,00	95,33	100,00	100,00	100,00
2004	98,22	100,00	100,00	100,00	98,98	100,00	100,00	100,00	98,44	98,52	100,00	100,00
2005	100,00	100,00	100,00	100,00	98,07	100,00	100,00	100,00	96,41	98,12	100,00	100,00
2006	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,01	100,00	100,00	100,00
2007	100,00	100,00	100,00	100,00	98,16	100,00	100,00	100,00	95,55	100,00	100,00	100,00
2008	98,90	98,90	98,90	98,90	96,26	98,90	98,90	98,90	94,51	96,39	98,90	98,90
2009	97,71	100,00	100,00	100,00	96,99	99,77	100,00	100,00	98,18	98,34	100,00	100,00
2010	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,27	100,00	100,00	100,00
2011	92,90	100,00	100,00	100,00	94,00	96,12	100,00	100,00	94,40	96,92	97,18	100,00
2012	99,41	99,41	99,41	99,41	99,41	99,41	99,41	99,41	98,43	99,41	99,41	99,41
2013	95,98	100,00	100,00	100,00	97,64	97,77	100,00	100,00	97,61	98,40	100,00	100,00
2014	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Média dos coeficientes (%)	98,95	99,9	99,9	99,9	98,17	99,52	99,9	99,9	97,2	98,96	99,79	99,9
Volume aproveitado corrigido (m³)	63,41	64,04	64,04	64,04	74,27	76,35	76,85	76,85	83,73	87,45	89,41	89,65

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 7: Coeficientes de confiabilidade padrão médio Campos do Jordão.

Padrão residencial médio – Campos do Jordão												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	99,78	101,58	102,52	102,56	118,89	122,84	126,76	127,83	133,67	140,14	147,81	151,37
	Coeficientes (%)											
1990	96,38	100,00	100,00	100,00	93,79	98,34	100,00	100,00	92,79	94,97	100,00	100,00
1991	97,79	100,00	100,00	100,00	95,31	100,00	100,00	100,00	90,03	99,32	100,00	100,00
1992	98,21	100,00	100,00	100,00	94,65	100,00	100,00	100,00	90,68	97,63	100,00	100,00
1993	96,33	100,00	100,00	100,00	97,29	97,73	100,00	100,00	95,34	97,24	99,19	100,00
1994	91,00	95,91	99,31	99,31	88,49	93,72	99,31	99,31	86,12	92,25	95,61	99,31
1995	90,34	95,06	100,00	100,00	91,58	92,59	97,26	99,90	91,96	93,76	97,54	98,71
1996	98,96	100,00	100,00	100,00	96,97	100,00	100,00	100,00	91,92	99,10	100,00	100,00
1997	100,00	100,00	100,00	100,00	94,42	100,00	100,00	100,00	90,11	97,57	100,00	100,00
1998	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,98	100,00	100,00	100,00
1999	98,76	100,00	100,00	100,00	95,72	97,22	100,00	100,00	95,71	97,58	100,00	100,00
2000	100,00	100,00	100,00	100,00	97,41	100,00	100,00	100,00	90,23	99,36	100,00	100,00
2001	100,00	100,00	100,00	100,00	94,44	100,00	100,00	100,00	92,41	96,64	100,00	100,00
2002	94,68	96,90	100,00	100,00	93,60	95,71	97,17	100,00	90,36	92,38	95,39	96,24
2003	95,63	100,00	100,00	100,00	91,63	96,98	100,00	100,00	89,50	92,64	100,00	100,00
2004	98,88	98,92	100,00	100,00	97,92	98,07	99,35	100,00	97,12	97,77	97,90	99,33
2005	96,60	98,28	100,00	100,00	90,43	97,93	99,87	100,00	86,97	93,82	98,44	100,00
2006	97,34	100,00	100,00	100,00	97,92	99,09	100,00	100,00	98,67	99,22	99,31	100,00
2007	95,91	100,00	100,00	100,00	89,76	97,79	100,00	100,00	87,51	94,19	98,53	100,00
2008	93,99	98,17	98,90	98,90	92,71	94,56	96,33	98,90	92,04	93,63	96,13	97,28
2009	97,40	97,59	100,00	100,00	98,72	98,81	98,94	100,00	98,99	99,05	99,15	99,22
2010	99,90	100,00	100,00	100,00	93,44	100,00	100,00	100,00	90,59	92,88	100,00	100,00
2011	91,63	96,20	96,48	100,00	90,88	95,71	96,66	96,87	91,79	92,54	96,37	96,58
2012	99,13	99,41	99,41	99,41	94,21	99,41	99,41	99,41	91,65	97,45	99,41	99,41
2013	97,85	98,11	100,00	100,00	94,34	97,63	97,78	99,71	93,11	94,66	97,69	97,82
2014	100,00	100,00	100,00	100,00	99,72	100,00	100,00	100,00	98,32	100,00	100,00	100,00
Média dos coeficientes (%)	97,07	98,98	99,76	99,90	94,61	98,05	99,28	99,76	92,52	96,23	98,83	99,36
Volume aproveitado corrigido (m³)	96,85	100,55	102,27	102,46	112,49	120,44	125,85	127,53	123,67	134,85	146,08	150,39

Área de captação 1 = 80m²; área de captação 2 = 100m²; área de captação 3 = 120m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 8: Coeficientes de confiabilidade padrão alto Campos do Jordão.

Padrão residencial alto – Campos do Jordão												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais(m³)	163,42	170,57	181,07	186,23	184,42	193,79	210,28	224,51	206,06	216,27	235,99	254,24
	Coeficientes (%)											
1990	91,09	95,13	98,82	100,00	87,83	95,81	98,83	98,88	87,33	93,73	94,98	95,34
1991	87,84	97,17	100,00	100,00	87,58	93,56	98,14	98,24	85,46	92,90	97,41	97,63
1992	87,28	95,29	100,00	100,00	85,49	91,22	93,44	96,47	82,71	87,40	92,15	93,57
1993	93,80	97,27	97,43	100,00	89,75	94,62	98,12	98,21	89,00	93,07	94,69	95,10
1994	83,74	90,38	92,73	97,34	83,02	88,09	92,61	93,26	83,03	88,35	90,31	91,10
1995	90,47	93,87	94,91	99,00	87,39	95,76	96,17	96,50	83,55	91,97	96,19	96,49
1996	88,43	97,14	100,00	100,00	90,16	96,01	96,76	97,83	92,32	96,99	97,26	97,48
1997	89,01	93,67	100,00	100,00	89,64	91,44	95,87	100,00	82,29	90,42	93,82	94,29
1998	96,39	100,00	100,00	100,00	93,36	95,84	98,89	100,00	91,57	96,42	96,73	96,99
1999	94,53	97,64	97,80	100,00	89,97	93,61	96,64	96,83	89,15	90,01	91,67	95,43
2000	88,92	95,30	100,00	100,00	88,64	92,63	96,89	100,00	86,41	91,78	95,05	95,49
2001	88,62	96,35	99,33	100,00	86,77	94,51	98,80	98,86	78,51	87,49	89,87	93,36
2002	90,10	90,69	95,12	95,38	92,27	92,71	93,46	94,08	92,19	94,46	94,99	95,43
2003	87,39	92,26	96,19	100,00	88,19	93,50	94,22	94,80	88,27	92,37	93,14	93,77
2004	95,44	97,98	98,08	98,17	94,78	97,65	97,85	99,22	89,70	92,92	95,27	95,61
2005	84,98	91,81	96,08	98,52	87,06	93,01	95,92	96,23	91,88	95,94	97,54	97,72
2006	97,44	99,20	99,29	99,67	97,06	99,27	99,34	99,40	93,64	99,25	99,32	99,37
2007	85,04	92,54	95,54	100,00	79,05	86,37	91,62	93,01	78,59	88,21	90,38	96,21
2008	91,15	93,53	94,11	97,30	89,24	93,51	95,23	95,61	86,89	92,19	97,11	97,39
2009	98,55	99,05	99,14	99,21	91,05	95,88	96,20	96,47	87,46	95,27	99,75	99,76
2010	88,19	91,33	97,68	100,00	83,89	89,02	90,00	90,81	81,17	85,88	89,06	89,89
2011	90,64	92,79	94,32	96,57	92,96	95,85	96,25	96,58	93,62	97,59	97,81	97,99
2012	88,84	95,80	99,41	99,41	86,21	92,31	95,15	95,51	86,41	93,39	96,30	96,57
2013	92,41	94,42	97,75	97,85	93,52	97,04	97,30	97,52	87,67	94,12	95,57	95,89
2014	97,23	100,00	100,00	100,00	90,91	98,75	100,00	100,00	82,67	90,59	92,55	97,04
Média dos coeficientes (%)	90,7	95,22	97,75	99,14	89,03	93,92	96,15	96,97	86,86	92,51	94,76	95,8
Volume aproveitado corrigido (m³)	148,22	162,42	176,99	184,62	164,2	182,01	202,18	217,71	178,98	200,07	223,62	243,56

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m².

FONTE: Pessoal (2015).

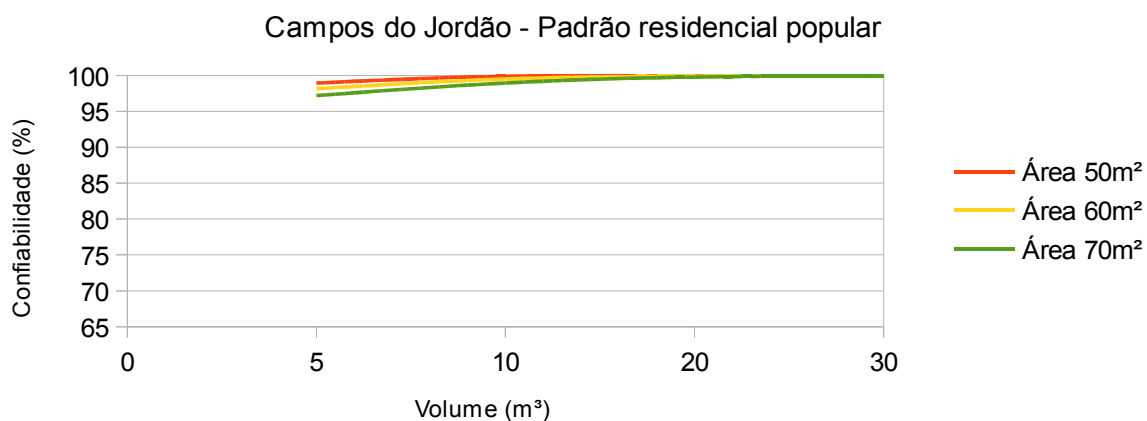


Figura 23- Confiabilidade padrão residencial popular Campos do Jordão.

FONTE: Pessoal (2015).

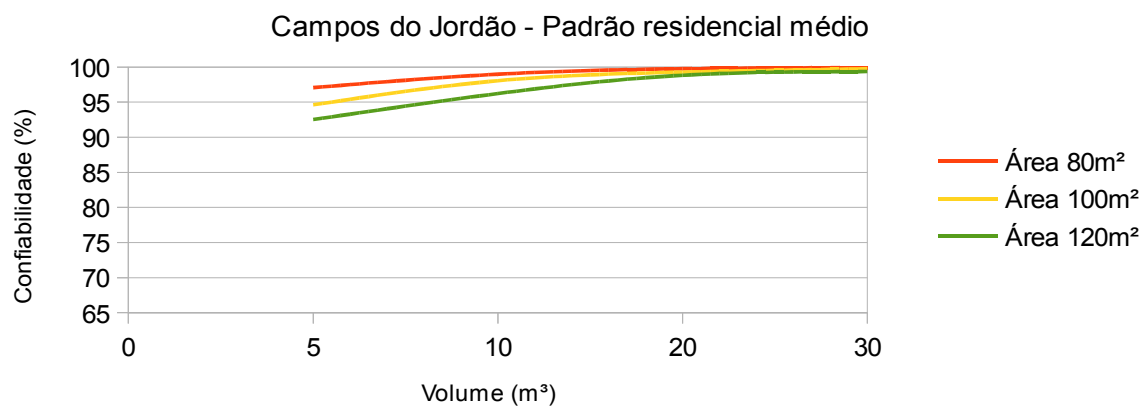


Figura 24- Confiabilidade padrão residencial médio Campos do Jordão.

FONTE: Pessoal (2015).

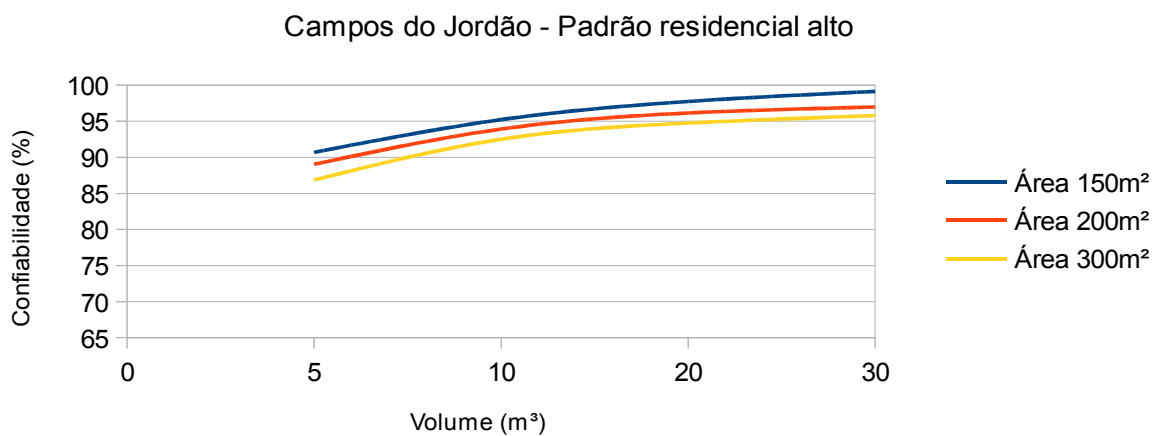


Figura 25- Confiabilidade padrão residencial alto Campos do Jordão.

FONTE: Pessoal (2015).

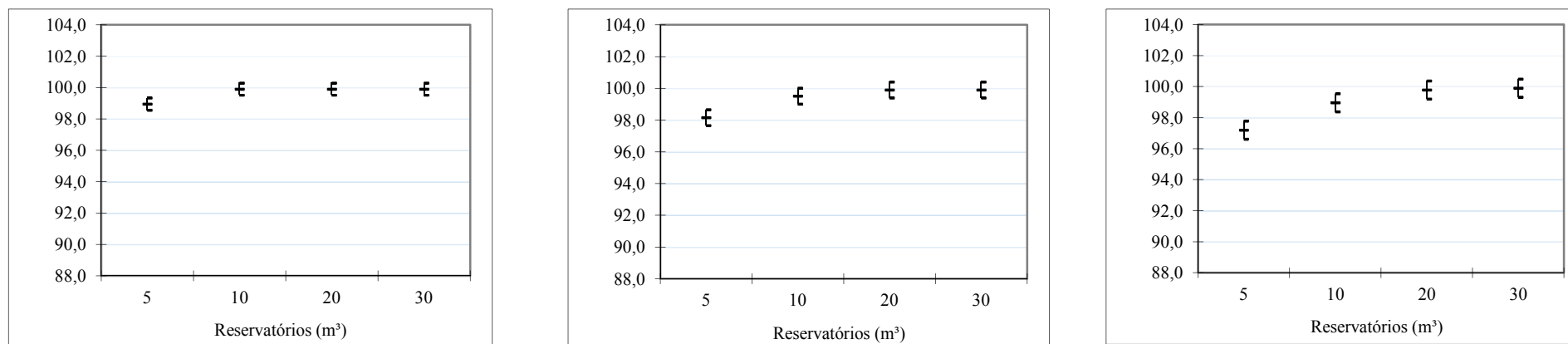


Figura 26 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular Campos do Jordão, áreas de captação de 50, 60 e 70m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

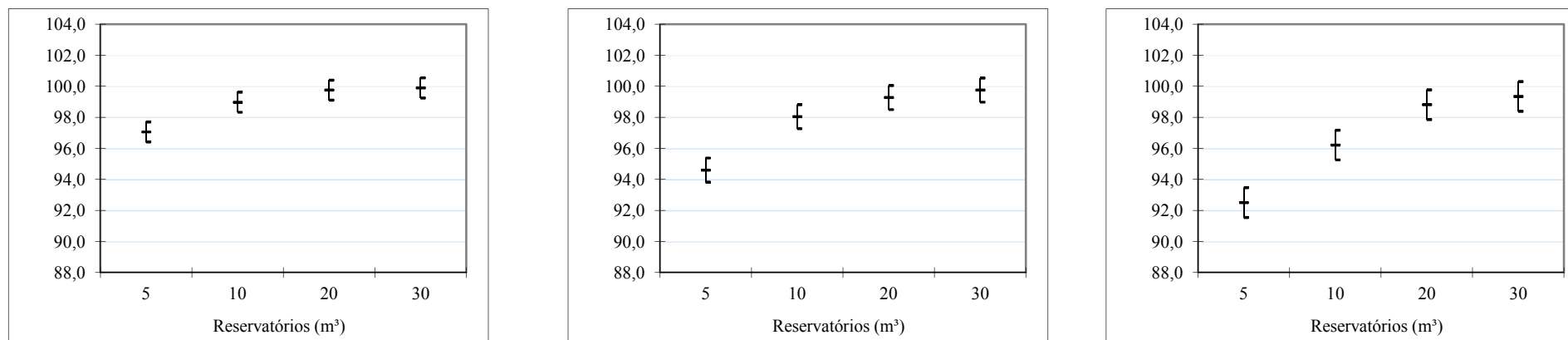


Figura 27– Limites de confiança da confiabilidade padrão médio Campos do Jordão, áreas de captação de 80, 100 e 120m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

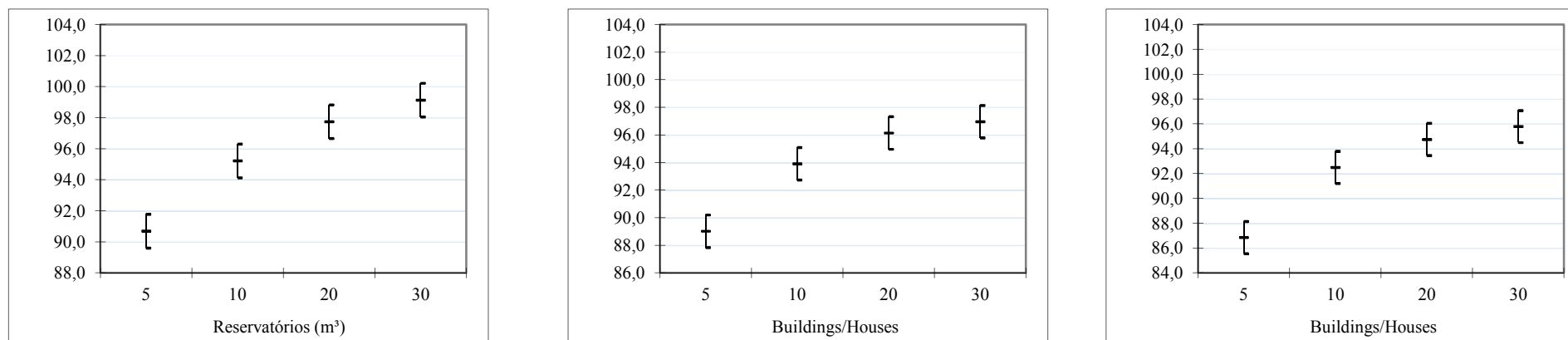


Figura 28 – Limites de confiança da confiabilidade padrão alto Campos do Jordão, áreas de captação de 150, 200 e 300m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

Para a cidade de Campos do Jordão a análise de variância já mostra semelhança para os reservatórios de 10, 20 e 30m³ no padrão popular em todas as áreas de captação, e nos padrões médio e alto, nas duas maiores áreas consideradas naquele e nas duas menores neste. Com exceção da área de captação de 50m² no padrão popular, em nenhuma outra situação o reservatório de 5m³ apresentou semelhança com os demais.

Tabela 9: Coeficientes de confiabilidade padrão popular Irecê.

Padrão residencial popular – Irecê												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	23,39	23,39	23,39	23,39	28,02	28,07	28,07	28,07	32,54	32,75	32,75	32,75
	Coeficientes (%)											
1990	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,75	100,00	100,00	100,00
1991	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,09	100,00	100,00	100,00
1992	99,97	99,97	99,97	99,97	99,97	99,97	99,97	99,97	99,97	99,97	99,97	99,97
1993	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1994	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1995	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,91	100,00	100,00	100,00
1996	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1997	85,92	100,00	100,00	100,00	84,46	93,46	100,00	100,00	86,98	88,77	100,00	100,00
1998	99,80	100,00	100,00	100,00	95,80	100,00	100,00	100,00	89,16	100,00	100,00	100,00
1999	100,00	100,00	100,00	100,00	99,01	100,00	100,00	100,00	96,63	100,00	100,00	100,00
2000	90,14	100,00	100,00	100,00	83,50	98,40	100,00	100,00	77,56	94,91	100,00	100,00
2001	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2002	99,05	100,00	100,00	100,00	94,27	100,00	100,00	100,00	90,46	100,00	100,00	100,00
2003	93,12	100,00	100,00	100,00	84,98	100,00	100,00	100,00	79,16	100,00	100,00	100,00
2004	100,00	100,00	100,00	100,00	97,93	100,00	100,00	100,00	94,48	100,00	100,00	100,00
2005	98,45	100,00	100,00	100,00	94,70	100,00	100,00	100,00	89,93	100,00	100,00	100,00
2006	99,42	100,00	100,00	100,00	95,62	100,00	100,00	100,00	92,81	100,00	100,00	100,00
2007	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,85	100,00	100,00	100,00
2008	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2009	98,28	98,28	98,28	98,28	98,28	98,28	98,28	98,28	97,75	98,28	98,28	98,28
2010	95,89	95,89	95,89	95,89	95,89	95,89	95,89	95,89	95,50	95,89	95,89	95,89
2011	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66
2012	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2013	99,76	100,00	100,00	100,00	91,77	100,00	100,00	100,00	84,49	100,00	100,00	100,00
2014	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Média dos coeficientes(%)	98,18	99,55	99,55	99,55	96,43	99,23	99,55	99,55	94,72	98,9	99,55	99,55
Volume aproveitado corrigido (m³)	22,97	23,29	23,29	23,29	27,02	27,85	27,95	27,95	30,83	32,39	32,6	32,6

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 10: Coeficientes de confiabilidade padrão médio Irecê.

Padrão residencial médio – Irecê												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	37,27	37,43	37,43	37,43	46,1	46,5	46,79	46,79	54,46	55,22	56,02	56,14
	Coeficientes (%)											
1990	98,78	100,00	100,00	100,00	90,91	100,00	100,00	100,00	85,32	100,00	100,00	100,00
1991	97,36	100,00	100,00	100,00	94,41	100,00	100,00	100,00	86,94	100,00	100,00	100,00
1992	99,97	99,97	99,97	99,97	98,89	99,97	99,97	99,97	88,92	99,97	99,97	99,97
1993	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,97	100,00	100,00	100,00
1994	100,00	100,00	100,00	100,00	94,86	100,00	100,00	100,00	89,01	100,00	100,00	100,00
1995	99,00	100,00	100,00	100,00	91,44	100,00	100,00	100,00	85,34	100,00	100,00	100,00
1996	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,81	100,00	100,00	100,00
1997	84,58	87,29	100,00	100,00	88,32	89,22	96,06	100,00	88,04	91,84	92,83	100,00
1998	90,83	100,00	100,00	100,00	77,76	94,80	100,00	100,00	70,13	84,37	100,00	100,00
1999	95,14	100,00	100,00	100,00	88,72	100,00	100,00	100,00	80,23	98,53	100,00	100,00
2000	75,64	93,00	100,00	100,00	72,31	85,33	98,75	100,00	69,58	86,16	90,35	99,75
2001	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2002	88,74	100,00	100,00	100,00	80,01	95,17	100,00	100,00	74,74	91,04	100,00	100,00
2003	78,19	97,08	100,00	100,00	71,40	86,52	100,00	100,00	68,20	79,48	100,00	100,00
2004	93,16	100,00	100,00	100,00	81,25	100,00	100,00	100,00	70,67	95,30	100,00	100,00
2005	87,44	100,00	100,00	100,00	77,38	96,01	100,00	100,00	67,27	88,27	100,00	100,00
2006	90,88	100,00	100,00	100,00	82,67	96,95	100,00	100,00	74,81	93,55	100,00	100,00
2007	98,87	100,00	100,00	100,00	90,29	100,00	100,00	100,00	82,40	100,00	100,00	100,00
2008	100,00	100,00	100,00	100,00	97,21	100,00	100,00	100,00	90,72	100,00	100,00	100,00
2009	96,93	98,28	98,28	98,28	89,96	98,28	98,28	98,28	81,29	98,28	98,28	98,28
2010	94,85	95,89	95,89	95,89	88,18	95,89	95,89	95,89	79,23	95,40	95,89	95,89
2011	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	94,66	92,59	94,66	94,66	94,66
2012	100,00	100,00	100,00	100,00	97,43	100,00	100,00	100,00	92,28	100,00	100,00	100,00
2013	82,63	100,00	100,00	100,00	73,96	87,69	100,00	100,00	70,38	78,33	95,63	100,00
2014	100,00	100,00	100,00	100,00	99,09	100,00	100,00	100,00	90,87	100,00	100,00	100,00
Média dos coeficientes (%)	93,91	98,65	99,55	99,55	88,84	96,82	99,34	99,55	83,07	95,01	98,7	99,54
Volume aproveitado corrigido (m³)	34,99	36,92	37,26	37,26	40,96	45,02	46,48	46,58	45,24	52,46	55,29	55,89

Área de captação 1 = 80m²; área de captação 2 = 100m²; área de captação 3 = 120m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 11: Coeficientes de confiabilidade padrão alto Irecê.

Padrão residencial alto – Irecê												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	67,6	68,68	69,56	70,18	83,38	87,34	90,56	92,16	101,92	109,48	121,02	129,15
	Coeficientes (%)											
1990	81,69	95,00	100,00	100,00	78,03	85,54	100,00	100,00	66,68	81,90	87,64	91,70
1991	81,27	97,72	100,00	100,00	75,10	88,82	100,00	100,00	68,97	76,98	92,57	97,00
1992	80,36	97,96	99,97	99,97	68,73	83,51	97,87	99,97	61,59	74,16	79,40	81,53
1993	93,88	100,00	100,00	100,00	82,50	98,86	100,00	100,00	69,65	82,75	97,95	100,00
1994	84,59	95,81	100,00	100,00	75,59	87,64	99,56	100,00	66,37	80,22	86,84	92,97
1995	81,79	94,21	100,00	100,00	77,25	83,92	100,00	100,00	79,58	83,06	85,31	91,95
1996	95,34	100,00	100,00	100,00	90,32	100,00	100,00	100,00	80,10	93,48	100,00	100,00
1997	84,21	92,02	92,84	94,70	76,37	89,99	96,34	96,63	72,67	82,61	94,97	97,29
1998	65,26	80,09	98,30	100,00	63,94	76,37	87,24	93,49	66,04	77,62	85,76	87,68
1999	72,20	95,33	100,00	100,00	59,24	82,23	100,00	100,00	49,97	67,30	84,41	89,11
2000	63,57	81,69	90,12	93,09	56,32	74,24	90,46	92,07	53,42	66,95	80,24	84,66
2001	100,00	100,00	100,00	100,00	91,27	100,00	100,00	100,00	71,24	92,58	100,00	100,00
2002	68,10	85,79	99,76	100,00	64,03	83,94	89,41	95,27	63,29	79,97	88,29	93,23
2003	67,92	74,17	94,33	100,00	69,30	75,27	81,81	96,93	68,19	79,48	83,64	85,41
2004	64,33	86,50	100,00	100,00	58,78	72,48	96,56	100,00	63,02	72,42	81,72	91,45
2005	60,72	79,83	100,00	100,00	50,79	63,19	86,64	100,00	51,20	60,27	71,04	77,60
2006	67,63	88,22	100,00	100,00	64,81	77,11	90,28	100,00	63,35	74,04	78,92	81,38
2007	76,99	94,86	100,00	100,00	72,97	85,10	100,00	100,00	65,71	75,84	89,20	97,14
2008	86,63	98,04	100,00	100,00	77,78	89,50	100,00	100,00	65,58	77,12	87,76	99,27
2009	74,96	92,47	98,28	98,28	63,68	79,80	96,95	98,28	64,53	76,30	86,90	96,98
2010	73,42	91,92	95,89	95,89	68,87	79,84	93,57	95,89	63,20	74,28	83,04	86,21
2011	84,67	94,66	94,66	94,66	72,04	94,04	94,66	94,66	58,48	73,72	94,51	94,66
2012	85,81	100,00	100,00	100,00	75,11	92,85	100,00	100,00	65,52	78,30	94,25	100,00
2013	66,83	74,09	87,93	100,00	67,21	76,19	78,83	84,22	66,90	71,79	82,80	84,30
2014	85,16	100,00	100,00	100,00	73,51	90,96	100,00	100,00	64,39	75,57	96,38	100,00
Média dos coeficientes (%)	77,89	91,62	98,08	99,06	70,94	84,45	95,21	97,9	65,19	77,15	87,74	92,06
Volume aproveitado corrigido (m³)	52,66	62,92	68,22	69,52	59,15	73,77	86,22	90,22	66,44	84,46	106,19	118,9

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m².

FONTE: Pessoal (2015).

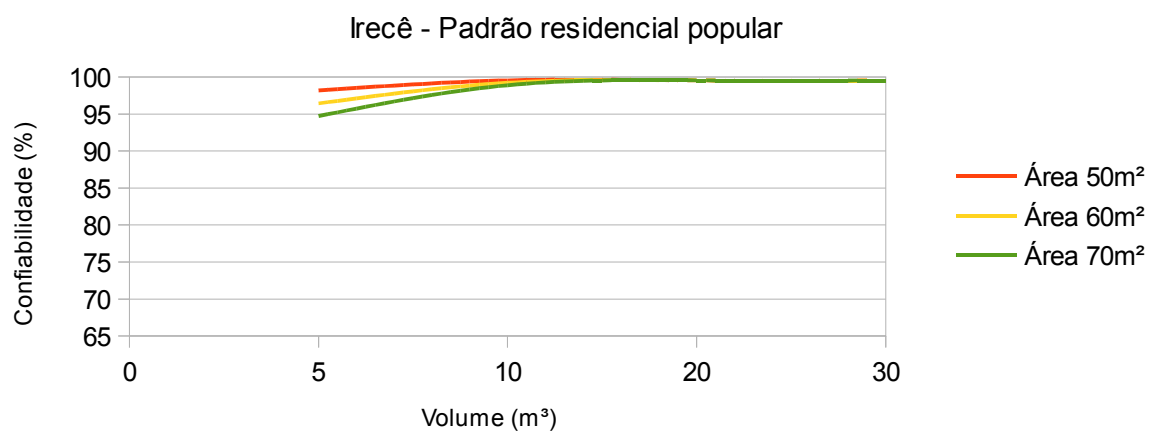


Figura 29- Confiabilidade padrão residencial popular Irecê.

FONTE: Pessoaal (2015).

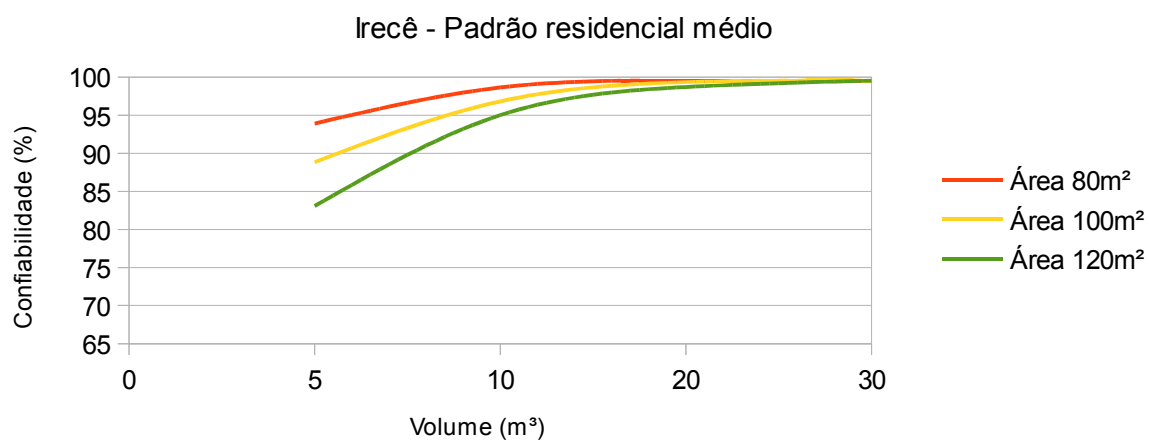


Figura 30- Confiabilidade padrão residencial médio Irecê.

FONTE: Pessoaal (2015).

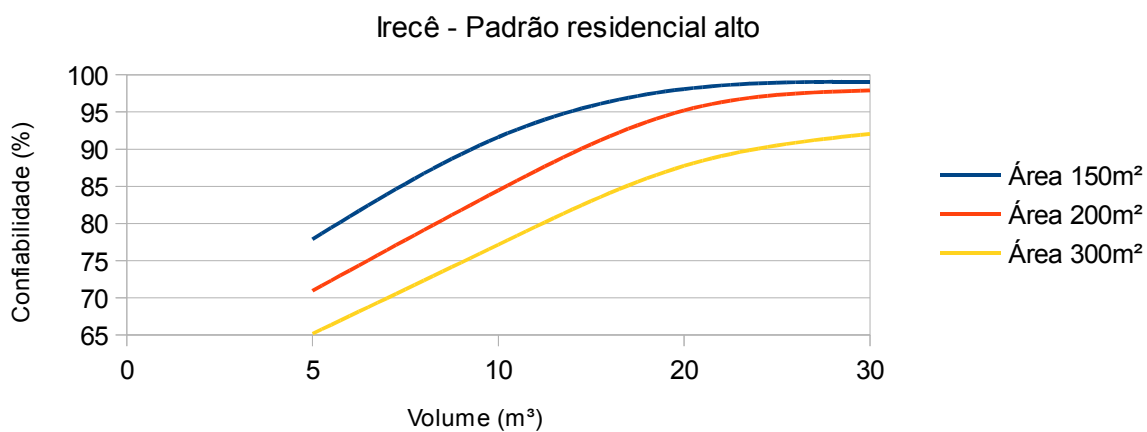


Figura 31- Confiabilidade padrão residencial alto Irecê.

FONTE: Pessoaal (2015).

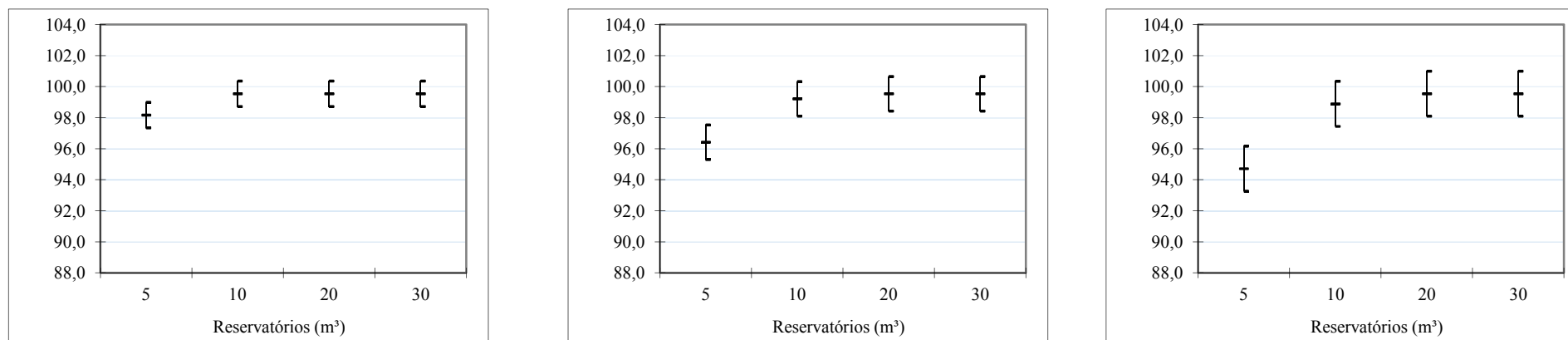


Figura 32 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular Irecê, áreas de captação de 50, 60 e 70m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

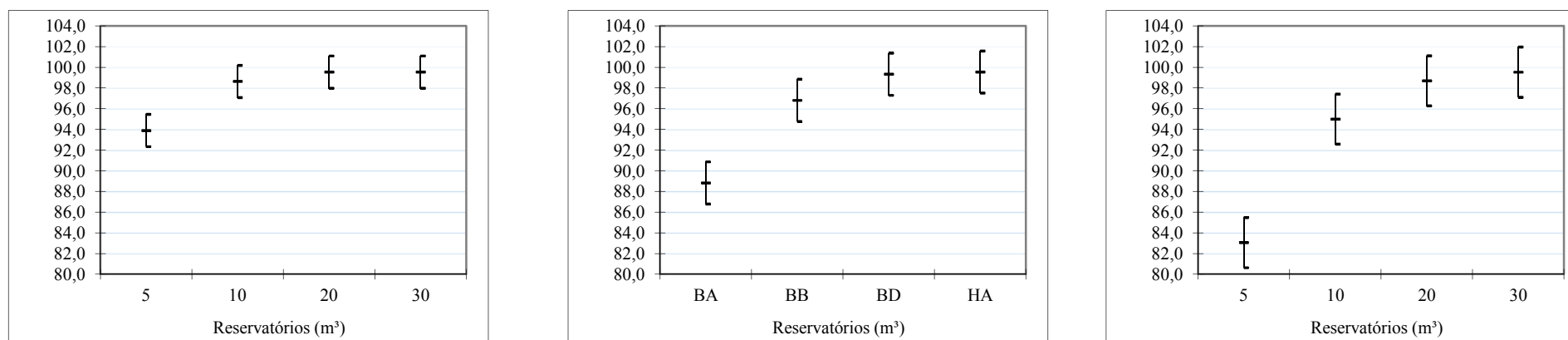


Figura 33– Limites de confiança da confiabilidade padrão médio Irecê, áreas de captação de 80, 100 e 120m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

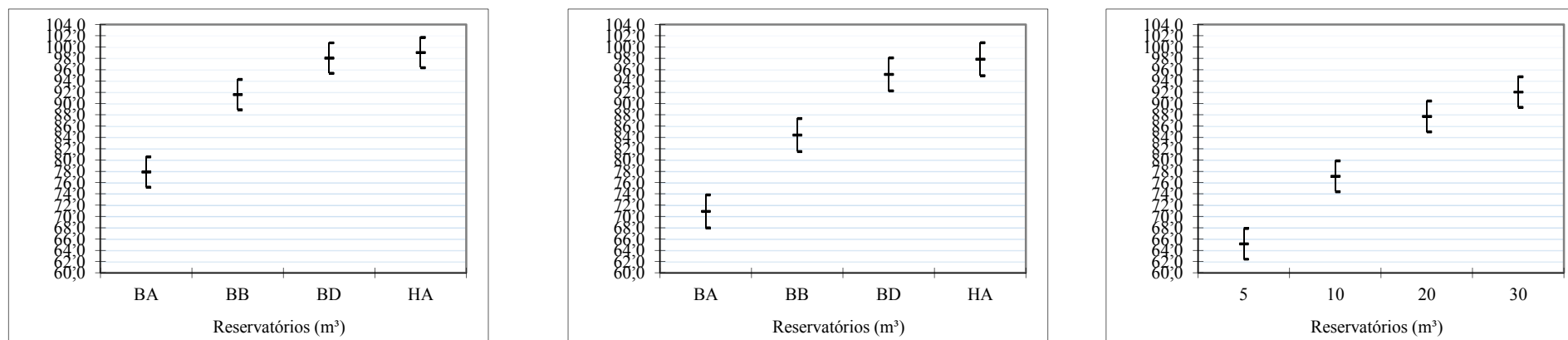


Figura 34 – Limites de confiança da confiabilidade padrão alto Irecê, áreas de captação de 150, 200 e 300m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

Irecê foi a cidade que apresentou os menores valores de confiabilidade dentre as analisadas. Para os padrões popular e médio os reservatórios com capacidade de acumulação superior a 10m³ apresentam, segundo a análise de variância, semelhança estatística; enquanto para o padrão alto pode-se fazer esta afirmação apenas para a área de captação de 150m². O reservatório de 5m³ apresentou semelhança aos demais apenas para o padrão popular com área de captação de 50m²; ocorrendo uma diferença considerável para as demais situações consideradas neste trabalho.

Tabela 12: Coeficientes de confiabilidade padrão popular João Pessoa.

Padrão residencial popular – João Pessoa												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	73,25	75,73	77,86	78,39	82,53	85,63	90,74	93,08	90,44	94,1	100,12	104,96
	Coeficientes (%)											
1990	88,43	92,96	100,00	100,00	92,05	93,60	94,19	99,07	93,28	94,34	94,84	95,26
1991	97,93	100,00	100,00	100,00	93,58	99,77	100,00	100,00	92,04	93,96	100,00	100,00
1992	98,32	100,00	100,00	100,00	94,71	100,00	100,00	100,00	90,47	95,93	100,00	100,00
1993	97,41	99,81	99,81	99,81	93,10	99,81	99,81	99,81	90,12	94,69	99,81	99,81
1994	95,43	95,67	96,10	96,44	95,22	95,59	96,00	96,34	93,67	95,13	95,56	95,92
1995	95,07	98,17	100,00	100,00	96,72	96,93	100,00	100,00	96,43	96,65	97,01	98,77
1996	89,62	96,27	100,00	100,00	91,80	96,36	96,66	100,00	92,77	96,71	96,97	97,20
1997	96,83	100,00	100,00	100,00	90,41	98,10	100,00	100,00	91,16	92,37	100,00	100,00
1998	100,00	100,00	100,00	100,00	97,92	100,00	100,00	100,00	91,44	97,32	100,00	100,00
1999	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2000	94,20	95,91	99,73	100,00	94,36	98,45	98,58	100,00	91,40	96,17	96,47	96,73
2001	100,00	100,00	100,00	100,00	99,80	100,00	100,00	100,00	95,65	100,00	100,00	100,00
2002	97,30	100,00	100,00	100,00	97,03	97,17	100,00	100,00	97,29	97,42	98,43	100,00
2003	96,11	96,38	100,00	100,00	93,61	95,95	97,45	100,00	92,09	95,66	96,02	98,16
2004	98,70	98,78	100,00	100,00	95,79	98,28	98,44	100,00	93,26	97,96	98,13	98,28
2005	92,65	93,16	94,00	100,00	93,09	93,53	94,26	94,84	93,44	93,82	94,47	94,99
2006	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,10	100,00	100,00	100,00
2007	98,16	98,27	100,00	100,00	94,85	97,22	100,00	100,00	89,40	95,46	95,85	100,00
2008	87,31	93,50	100,00	100,00	87,35	88,63	90,13	98,83	89,40	89,89	90,74	91,47
2009	88,85	92,79	93,48	100,00	87,02	92,55	94,03	94,52	85,41	90,69	94,46	94,89
2010	100,00	100,00	100,00	100,00	99,91	100,00	100,00	100,00	98,38	100,00	100,00	100,00
2011	91,79	93,04	99,36	100,00	91,90	94,03	94,55	97,09	90,20	94,90	95,31	95,67
2012	89,56	90,71	99,94	99,94	86,38	88,53	94,64	99,94	84,66	88,39	89,59	97,44
2013	89,60	96,19	100,00	100,00	86,13	90,44	91,33	97,41	85,13	88,00	89,07	89,96
2014	100,00	100,00	100,00	100,00	97,68	100,00	100,00	100,00	94,03	100,00	100,00	100,00
Média dos coeficientes (%)	95,33	97,27	99,3	99,85	94,02	96,6	97,6	99,11	92,41	95,42	96,91	97,78
Volume aproveitado corrigido (m³)	69,83	73,66	77,31	78,27	77,59	82,71	88,56	92,25	83,57	89,79	97,02	102,63

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m².

FONTE: Pessoaal (2015).

Tabela 13: Coeficientes de confiabilidade padrão médio João Pessoa.

Padrão residencial médio – João Pessoa												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	107,75	111,03	116,88	121,41	121,32	125,96	133,27	139,33	130,22	135,78	144,71	152,45
	Coeficientes (%)											
1990	90,15	93,66	94,13	94,53	91,23	94,58	94,96	95,29	89,96	95,13	95,61	95,88
1991	90,96	95,77	100,00	100,00	89,74	93,07	95,70	100,00	88,72	92,79	93,28	93,70
1992	92,20	97,17	100,00	100,00	89,96	91,16	99,60	100,00	89,28	91,86	97,39	97,55
1993	88,65	96,36	99,81	99,81	86,92	91,26	97,93	99,81	85,48	92,46	93,24	98,98
1994	93,67	95,44	95,78	96,07	91,04	94,33	94,72	95,05	89,34	93,12	94,32	94,66
1995	94,91	96,81	97,10	100,00	95,88	96,40	96,71	96,97	95,72	95,91	96,25	96,53
1996	90,05	95,04	96,71	96,92	91,03	95,35	96,63	96,83	91,74	97,18	98,09	98,20
1997	87,51	94,00	100,00	100,00	90,40	92,55	93,11	99,62	90,37	93,48	93,94	94,34
1998	91,64	100,00	100,00	100,00	88,18	91,60	97,79	100,00	89,59	93,53	94,07	94,54
1999	100,00	100,00	100,00	100,00	99,03	100,00	100,00	100,00	95,96	99,60	100,00	100,00
2000	91,53	97,98	98,12	98,24	87,59	92,98	94,69	95,00	87,46	93,34	93,99	94,31
2001	97,51	100,00	100,00	100,00	89,92	96,39	100,00	100,00	91,88	92,57	99,74	100,00
2002	96,10	97,10	100,00	100,00	94,61	97,93	98,06	98,18	92,42	98,46	98,59	98,67
2003	88,83	95,45	95,78	99,05	90,51	96,01	96,31	96,54	91,13	94,56	94,90	95,21
2004	94,14	98,27	98,41	98,52	90,99	93,28	97,03	97,21	86,69	91,08	94,55	94,86
2005	93,06	93,41	94,01	94,51	92,14	93,79	94,29	94,71	90,80	94,49	94,89	95,24
2006	99,40	100,00	100,00	100,00	93,76	98,72	100,00	100,00	94,62	94,86	99,04	100,00
2007	90,21	96,51	96,77	100,00	85,27	91,92	94,27	94,63	86,40	91,80	93,32	93,71
2008	86,50	88,64	89,43	90,58	89,41	90,60	91,23	91,78	90,11	90,90	91,49	92,01
2009	85,14	89,76	93,89	94,30	83,85	87,44	92,85	93,29	85,30	89,15	93,68	94,05
2010	97,95	100,00	100,00	100,00	94,37	99,15	100,00	100,00	93,43	95,57	98,85	100,00
2011	89,30	94,09	94,49	94,85	86,91	93,76	96,07	96,30	88,66	92,35	96,49	96,68
2012	84,30	88,17	89,23	96,71	81,69	87,72	89,53	90,30	80,83	87,89	91,68	92,25
2013	83,78	89,22	90,50	91,16	84,64	88,07	88,92	89,65	86,66	88,75	89,53	90,21
2014	94,03	100,00	100,00	100,00	90,35	96,45	100,00	100,00	88,05	93,79	97,24	100,00
Média dos coeficientes	91,66	95,71	96,97	97,81	89,98	93,78	96,02	96,85	89,62	93,39	95,37	96,06
Volume aproveitado corrigido	98,77	106,27	113,33	118,75	109,16	118,13	127,96	134,93	116,71	126,79	138,01	146,45

Área de captação 1 = 80m²; área de captação 2 = 100m²; área de captação 3 = 120m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 14: Coeficientes de confiabilidade padrão alto João Pessoa.

Padrão residencial alto – João Pessoa												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	158,82	164,52	174,3	182,57	174,64	180,71	191,18	200,85	194,4	200,24	210,58	220,58
	Coeficientes (%)											
1990	87,23	93,68	95,60	95,83	85,54	91,10	96,77	96,92	85,12	91,13	94,33	95,30
1991	87,17	91,62	93,10	93,46	87,41	93,04	94,09	94,38	88,54	95,35	96,56	96,72
1992	87,21	90,55	96,38	97,10	85,81	89,16	93,81	94,12	88,57	91,42	92,60	92,95
1993	82,45	90,16	93,20	93,66	81,68	85,85	89,51	90,12	84,89	89,23	89,81	90,34
1994	88,53	91,67	94,27	94,56	88,28	90,13	95,22	95,44	88,63	95,34	98,68	98,74
1995	95,00	95,74	96,03	96,29	93,52	94,08	94,46	94,79	91,68	96,22	96,44	96,63
1996	89,90	96,06	98,07	98,17	89,55	95,32	98,12	98,20	84,47	91,23	95,67	95,84
1997	87,65	93,53	93,91	94,25	86,13	90,50	92,03	92,43	85,43	88,43	93,45	93,76
1998	88,14	92,73	93,95	94,35	86,95	90,86	94,64	94,96	84,73	87,80	94,05	95,80
1999	94,66	97,31	100,00	100,00	88,62	95,12	96,73	100,00	84,70	92,38	96,64	96,79
2000	85,78	92,32	93,84	94,12	84,63	92,34	93,79	94,05	85,20	93,56	96,75	96,88
2001	91,91	92,54	95,97	100,00	93,70	94,11	96,22	96,44	90,47	93,63	96,89	97,05
2002	89,05	97,04	98,54	98,61	89,87	96,75	96,91	97,06	92,87	97,53	97,65	97,75
2003	87,92	94,27	94,57	94,84	84,54	90,85	91,28	91,67	82,78	88,03	88,72	89,19
2004	85,23	89,83	94,23	94,51	86,67	91,83	94,61	94,86	91,42	95,08	95,55	95,76
2005	89,21	94,35	94,84	95,14	88,40	90,76	91,27	91,73	86,25	88,89	89,44	89,94
2006	94,63	95,02	95,36	100,00	91,82	93,78	94,15	94,47	88,41	90,71	91,19	91,63
2007	85,57	90,82	93,23	93,57	90,00	92,98	93,34	93,66	90,00	91,14	91,55	91,93
2008	88,81	90,75	91,26	91,71	88,46	90,25	90,75	91,20	85,73	89,02	89,90	90,34
2009	84,43	88,08	93,66	93,98	84,03	90,32	94,28	94,54	82,06	90,28	91,86	92,21
2010	91,88	95,67	95,93	100,00	91,26	95,81	97,77	97,88	88,19	95,92	97,12	97,25
2011	87,24	92,02	96,35	96,71	90,12	94,23	97,78	97,88	92,74	97,78	98,28	98,36
2012	79,00	86,27	91,75	92,23	81,89	87,17	90,87	94,84	83,35	89,89	95,39	96,88
2013	85,41	88,71	89,36	89,95	88,77	90,02	90,57	91,06	91,78	92,27	92,66	93,02
2014	85,66	92,03	96,02	99,07	87,57	92,19	93,80	94,07	90,92	95,13	95,34	95,54
Média dos coeficientes (%)	87,99	92,51	94,78	95,68	87,81	91,94	94,11	94,67	87,56	92,3	94,26	94,66
Volume aproveitado corrigido (m³)	139,75	152,2	165,2	174,69	153,35	166,15	179,92	190,15	170,21	184,81	198,5	208,81

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m².

FONTE: Pessoal (2015).

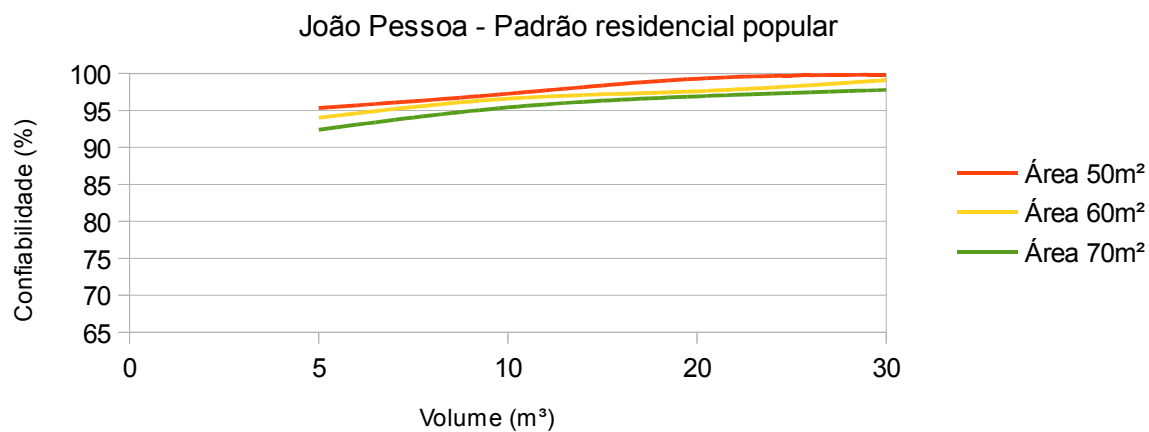


Figura 35- Confiabilidade padrão residencial popular João Pessoa.

FONTE: Pessôal (2015).

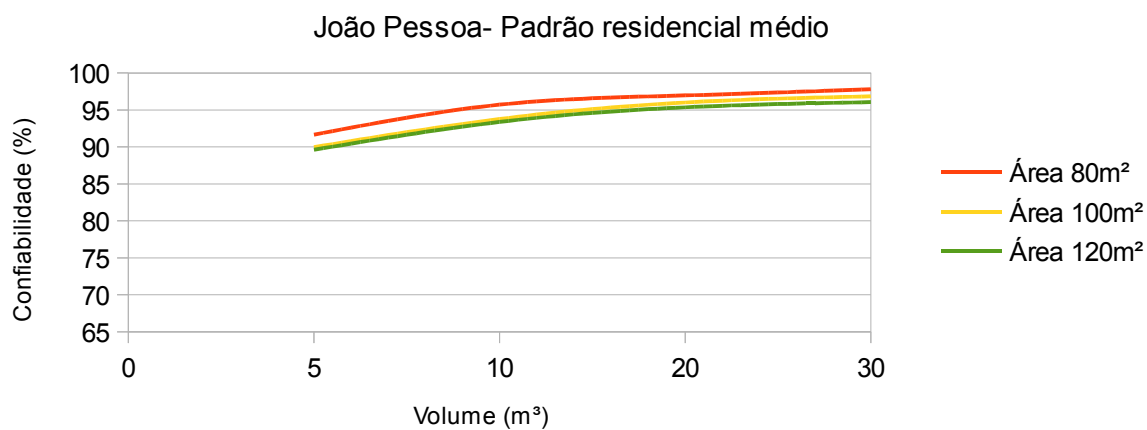


Figura 36- Confiabilidade padrão residencial médio João Pessoa.

FONTE: Pessôal (2015).

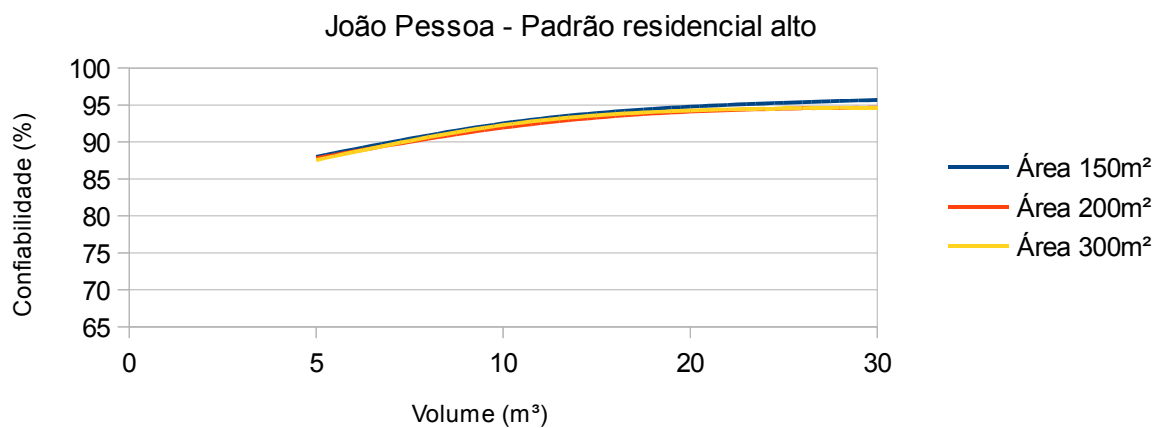


Figura 37- Confiabilidade padrão residencial alto João Pessoa.

FONTE: Pessôal (2015).

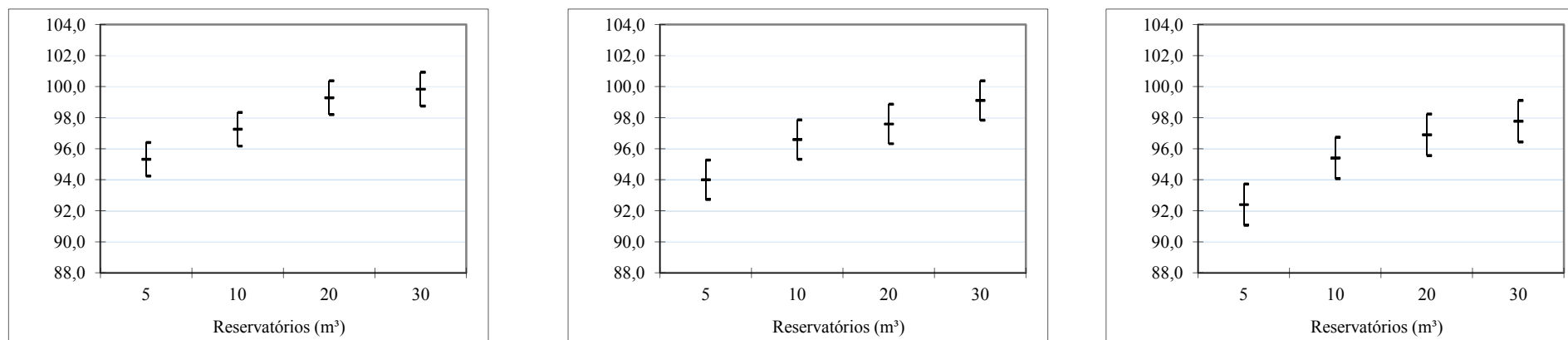


Figura 38 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular João Pessoa, áreas de captação de 50, 60 e 70m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

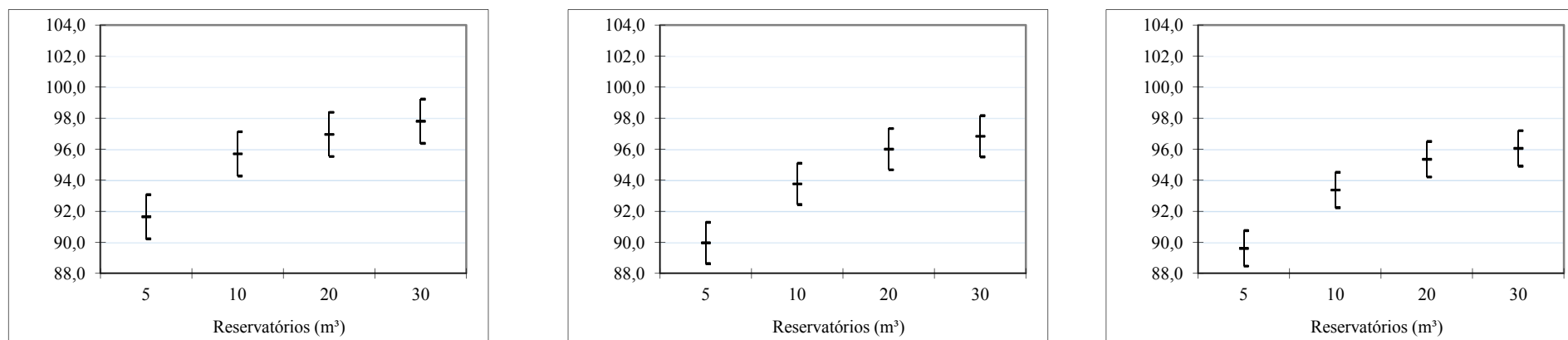


Figura 39– Limites de confiança da confiabilidade padrão médio João Pessoa, áreas de captação de 80, 100 e 120m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

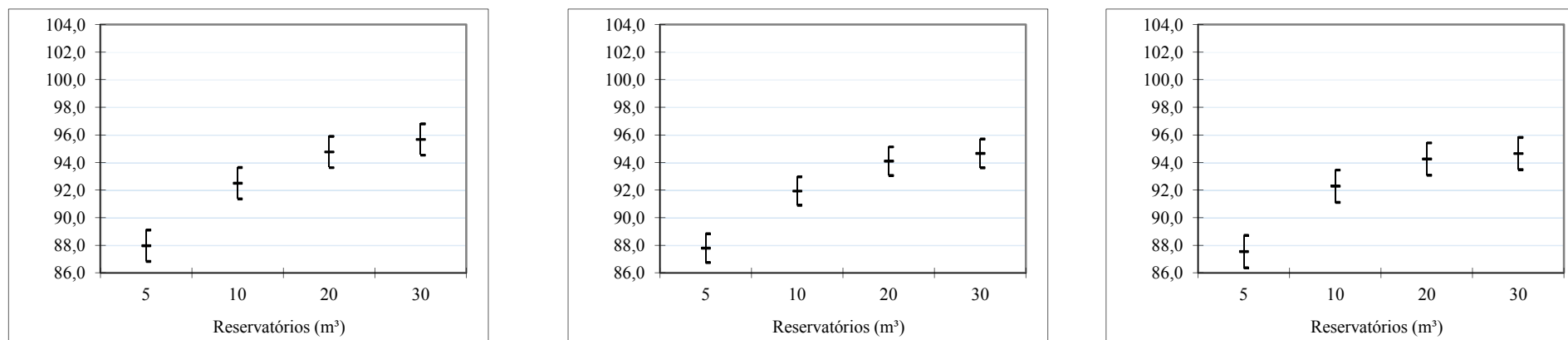


Figura 40 – Limites de confiança da confiabilidade padrão alto João Pessoa, áreas de captação de 150, 200 e 300m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

As figuras de 35 a 37 e 38 a 40 mostram os gráficos com os coeficientes de confiabilidade e as análises de variância para a cidade de João Pessoa, respectivamente. Para esta cidade volumes de reservatório acima de 10m³ apresentam semelhança estatística, considerando-se uma mesma área de captação e padrão de consumo. Assim, a utilização de um mesmo valor de coeficiente para volumes maiores que 10m³, dentro destas situações, não apresentaria diferenças significativas na correção dos valores de volume aproveitável.

As informações de coeficientes e análise de variância para a cidade de Porto Alegre estão apresentadas nas figuras 41 a 43 e 44 a 46, respectivamente.

Tabela 15: Coeficientes de confiabilidade padrão popular Porto Alegre.

Padrão residencial popular – Porto Alegre												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	60,33	60,33	60,33	60,33	72,39	72,39	72,39	72,39	84,4	84,46	84,46	84,46
	Coeficientes (%)											
1990	99,35	100,00	100,00	100,00	97,27	100,00	100,00	100,00	93,99	100,00	100,00	100,00
1991	99,91	100,00	100,00	100,00	97,81	100,00	100,00	100,00	96,19	100,00	100,00	100,00
1992	100,00	100,00	100,00	100,00	98,30	100,00	100,00	100,00	95,21	100,00	100,00	100,00
1993	100,00	100,00	100,00	100,00	98,62	100,00	100,00	100,00	96,93	100,00	100,00	100,00
1994	100,00	100,00	100,00	100,00	99,28	100,00	100,00	100,00	96,13	100,00	100,00	100,00
1995	100,00	100,00	100,00	100,00	98,53	100,00	100,00	100,00	94,94	100,00	100,00	100,00
1996	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1997	100,00	100,00	100,00	100,00	98,37	100,00	100,00	100,00	95,76	100,00	100,00	100,00
1998	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,54	100,00	100,00	100,00
1999	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,98	100,00	100,00	100,00
2000	99,83	99,83	99,83	99,83	98,45	99,83	99,83	99,83	96,48	99,83	99,83	99,83
2001	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	95,37	100,00	100,00	100,00
2002	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,63	100,00	100,00	100,00
2003	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,69	100,00	100,00	100,00
2004	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,52	100,00	100,00	100,00
2005	100,00	100,00	100,00	100,00	99,91	100,00	100,00	100,00	97,47	100,00	100,00	100,00
2006	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,89	100,00	100,00	100,00
2007	99,53	100,00	100,00	100,00	97,22	100,00	100,00	100,00	94,05	100,00	100,00	100,00
2008	98,54	99,98	99,98	99,98	97,12	99,98	99,98	99,98	95,35	99,98	99,98	99,98
2009	98,89	100,00	100,00	100,00	95,31	100,00	100,00	100,00	92,99	100,00	100,00	100,00
2010	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,57	100,00	100,00	100,00
2011	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,58	100,00	100,00	100,00
2012	96,11	100,00	100,00	100,00	93,88	100,00	100,00	100,00	91,54	97,92	100,00	100,00
2013	99,97	100,00	100,00	100,00	96,51	100,00	100,00	100,00	94,01	100,00	100,00	100,00
2014	100,00	100,00	100,00	100,00	98,34	100,00	100,00	100,00	95,73	100,00	100,00	100,00
Média dos coeficientes (%)	99,69	99,99	99,99	99,99	98,6	99,99	99,99	99,99	96,62	99,91	99,99	99,99
Volume aproveitado corrigido (m³)	60,14	60,32	60,32	60,32	71,38	72,39	72,39	72,39	81,55	84,38	84,45	84,45

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 16: Coeficientes de confiabilidade padrão médio Porto Alegre.

Padrão residencial médio – Porto Alegre												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	96,52	96,52	96,52	96,52	120,04	120,52	120,65	120,65	141,36	143,44	144,4	144,78
	Coeficientes (%)											
1990	93,65	100,00	100,00	100,00	87,85	95,36	100,00	100,00	88,46	94,14	95,39	100,00
1991	95,42	100,00	100,00	100,00	90,54	98,97	100,00	100,00	86,68	95,01	100,00	100,00
1992	94,38	100,00	100,00	100,00	86,49	99,07	100,00	100,00	80,35	93,43	100,00	100,00
1993	95,85	100,00	100,00	100,00	90,39	99,52	100,00	100,00	84,76	97,31	100,00	100,00
1994	96,02	100,00	100,00	100,00	91,11	99,30	100,00	100,00	87,73	95,23	100,00	100,00
1995	94,88	100,00	100,00	100,00	88,70	97,32	100,00	100,00	85,32	92,50	99,60	100,00
1996	100,00	100,00	100,00	100,00	97,12	100,00	100,00	100,00	89,79	100,00	100,00	100,00
1997	95,70	100,00	100,00	100,00	90,26	98,90	100,00	100,00	86,66	95,07	100,00	100,00
1998	99,15	100,00	100,00	100,00	97,19	100,00	100,00	100,00	92,89	99,88	100,00	100,00
1999	98,02	100,00	100,00	100,00	92,56	100,00	100,00	100,00	86,95	97,74	100,00	100,00
2000	96,66	99,83	99,83	99,83	90,82	97,98	99,83	99,83	86,25	93,83	99,83	99,83
2001	93,35	100,00	100,00	100,00	83,76	100,00	100,00	100,00	76,06	96,70	100,00	100,00
2002	98,83	100,00	100,00	100,00	95,15	100,00	100,00	100,00	89,81	97,88	100,00	100,00
2003	98,03	100,00	100,00	100,00	93,41	100,00	100,00	100,00	85,49	97,61	100,00	100,00
2004	98,67	100,00	100,00	100,00	94,29	100,00	100,00	100,00	90,29	99,94	100,00	100,00
2005	97,70	100,00	100,00	100,00	89,97	99,13	100,00	100,00	84,25	92,48	100,00	100,00
2006	99,14	100,00	100,00	100,00	97,56	100,00	100,00	100,00	93,05	100,00	100,00	100,00
2007	92,96	100,00	100,00	100,00	87,99	97,89	100,00	100,00	83,54	94,38	100,00	100,00
2008	94,43	99,98	99,98	99,98	88,97	98,07	99,98	99,98	81,97	95,59	99,98	99,98
2009	91,86	100,00	100,00	100,00	91,76	95,82	100,00	100,00	91,42	96,80	96,99	97,31
2010	98,50	100,00	100,00	100,00	94,69	100,00	100,00	100,00	89,39	96,64	100,00	100,00
2011	98,36	100,00	100,00	100,00	94,21	100,00	100,00	100,00	88,84	96,67	100,00	100,00
2012	90,34	97,12	100,00	100,00	82,62	93,89	100,00	100,00	78,24	92,30	98,60	100,00
2013	93,03	100,00	100,00	100,00	89,24	98,26	100,00	100,00	83,85	94,95	100,00	100,00
2014	95,09	100,00	100,00	100,00	91,19	98,16	100,00	100,00	89,18	95,67	99,99	100,00
Média dos coeficientes (%)	96	99,88	99,99	99,99	91,11	98,71	99,99	99,99	86,45	96,07	99,62	99,88
Volume aproveitado corrigido (m³)	92,66	96,4	96,52	96,52	109,37	118,96	120,64	120,64	122,2	137,8	143,84	144,62

Área de captação 1 = 80m²; área de captação 2 = 100m²; área de captação 3 = 120m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 17: Coeficientes de confiabilidade padrão alto Porto Alegre.

Padrão residencial alto – Porto Alegre												
	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
Volume do reservatório (m³)	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume anual aproveitado pelas médias mensais (m³)	175,01	178,16	180,01	180,6	207,12	215,49	225,5	232,03	233,87	243,4	257,29	267,71
	Coeficientes (%)											
1990	85,36	93,99	94,51	97,19	86,30	97,41	97,74	97,83	85,26	94,25	96,49	97,77
1991	84,09	91,40	100,00	100,00	81,15	87,54	95,32	100,00	75,98	84,20	95,10	95,96
1992	76,56	87,84	100,00	100,00	75,72	84,96	93,08	93,35	78,86	89,68	92,96	93,22
1993	79,47	92,91	100,00	100,00	78,47	89,84	92,75	98,03	80,31	92,89	97,27	99,02
1994	84,57	93,74	100,00	100,00	86,28	92,80	95,49	97,61	87,74	93,97	96,80	96,92
1995	82,88	90,76	96,22	100,00	82,60	90,65	97,16	97,29	75,21	87,69	96,40	97,25
1996	84,78	97,89	100,00	100,00	78,54	89,90	96,27	100,00	76,49	84,64	89,59	93,46
1997	82,57	93,10	100,00	100,00	79,60	88,73	97,24	97,36	80,30	87,98	92,26	96,10
1998	88,13	98,40	100,00	100,00	80,38	90,86	97,77	99,86	84,95	94,48	98,70	98,75
1999	81,47	94,42	100,00	100,00	73,08	87,73	96,34	100,00	71,13	82,99	91,16	93,50
2000	82,46	90,31	99,36	99,83	76,99	89,12	94,53	96,30	80,76	93,05	97,09	97,20
2001	70,12	91,15	100,00	100,00	59,20	75,23	99,99	100,00	58,59	67,64	82,66	89,82
2002	85,25	94,70	100,00	100,00	86,73	92,87	93,47	93,71	88,95	95,85	96,36	96,49
2003	80,31	93,29	100,00	100,00	77,03	86,88	92,40	98,47	76,72	87,81	94,99	95,31
2004	86,25	96,62	100,00	100,00	82,34	91,38	100,00	100,00	77,99	91,16	95,09	95,29
2005	80,57	90,40	97,26	100,00	77,53	83,75	91,02	93,68	79,68	85,63	88,17	91,88
2006	88,10	99,05	100,00	100,00	78,69	92,38	100,00	100,00	72,90	86,76	95,57	98,78
2007	79,30	90,40	99,19	100,00	77,75	91,32	97,19	97,30	80,91	93,40	97,06	97,17
2008	78,48	91,34	99,98	99,98	75,06	88,85	95,85	96,85	75,74	89,36	97,44	97,53
2009	88,21	96,50	97,00	97,14	84,92	95,11	98,10	98,18	83,33	92,38	93,59	96,31
2010	86,50	93,78	100,00	100,00	84,04	90,74	94,40	96,03	82,81	94,66	97,35	97,44
2011	85,60	93,75	100,00	100,00	80,95	90,36	96,51	98,17	82,33	90,64	97,72	97,81
2012	74,33	87,98	95,76	100,00	71,32	80,82	92,33	96,18	75,45	88,89	93,48	95,26
2013	78,63	92,22	100,00	100,00	73,29	91,20	94,94	95,15	71,08	85,85	94,28	94,53
2014	85,06	94,52	97,36	100,00	84,52	95,68	98,71	98,76	87,85	95,83	98,24	98,31
Média dos coeficientes (%)	82,36	93,22	99,07	99,77	78,9	89,44	95,94	97,6	78,85	89,27	94,63	96,04
Volume aproveitado corrigido (m³)	144,14	166,08	178,33	180,18	163,41	192,75	216,35	226,46	184,42	217,28	243,48	257,12

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m²

FONTE: Pessoal (2015).

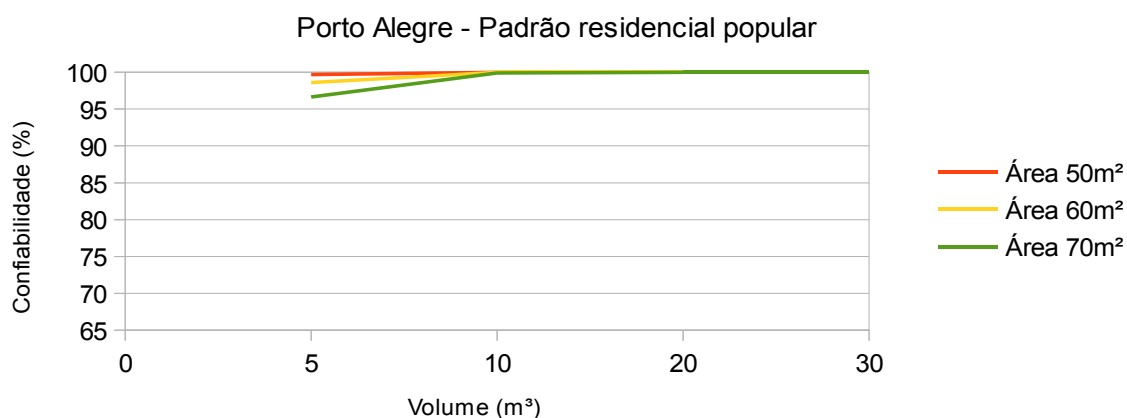


Figura 41- Confiabilidade padrão residencial popular Porto Alegre.

FONTE: Pessoaal (2015).

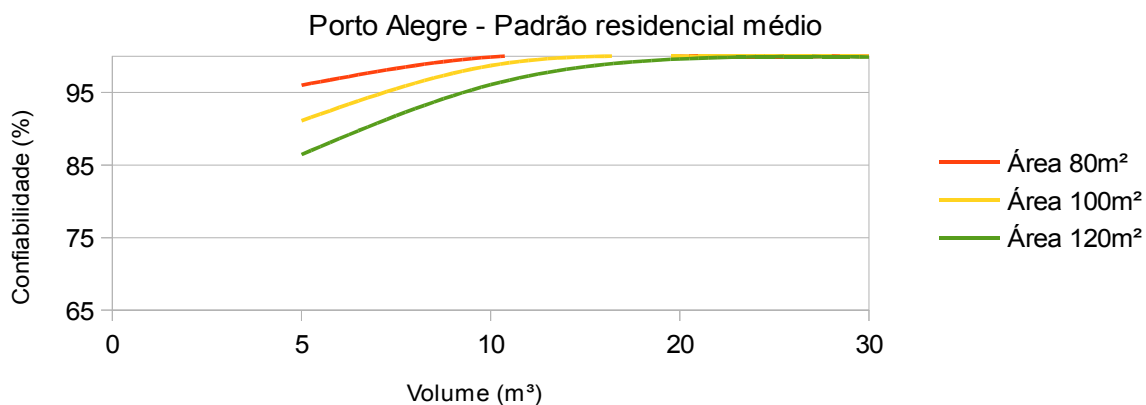


Figura 42- Confiabilidade padrão residencial médio Porto Alegre.

FONTE: Pessoaal (2015).

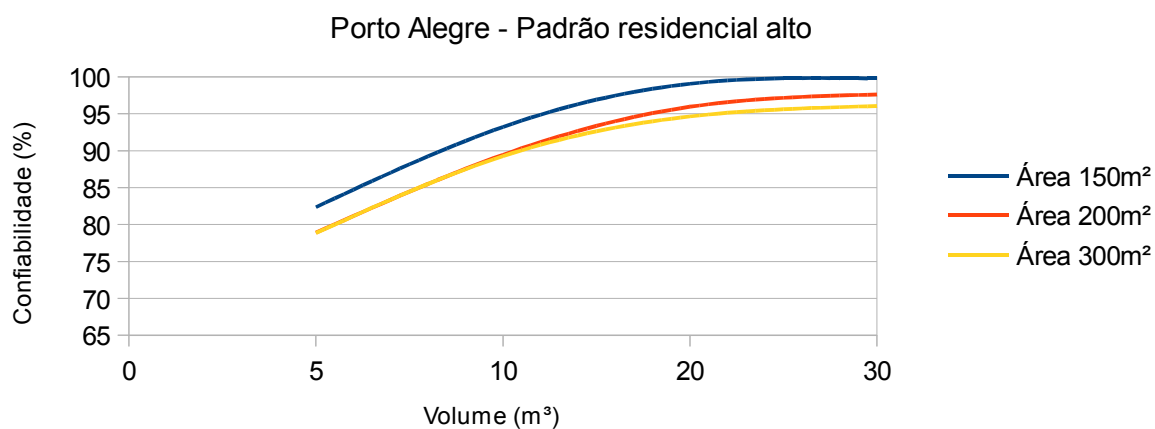


Figura 43 - Confiabilidade padrão residencial alto Porto Alegre.

FONTE: Pessoaal (2015).

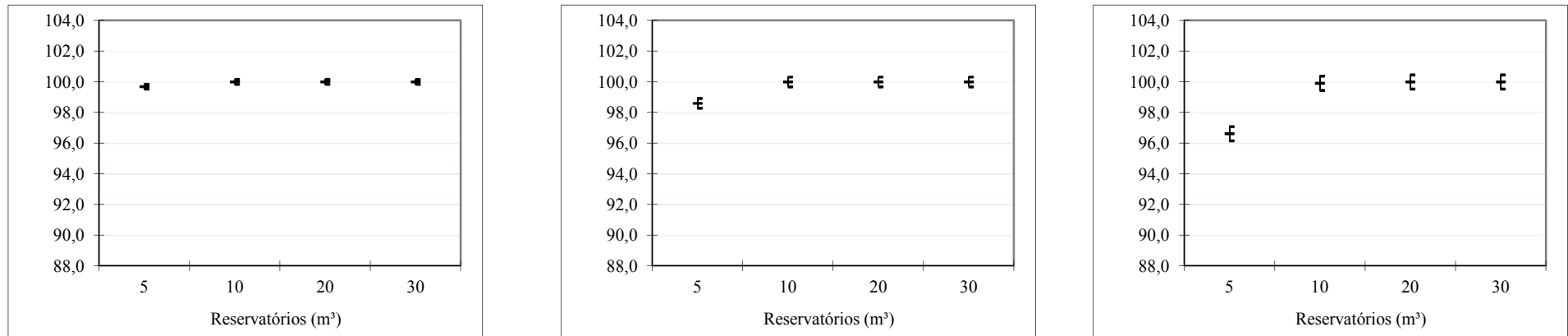


Figura 44 – Limites de confiança da confiabilidade padrão popular Porto Alegre, áreas de captação de 50, 60 e 70m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

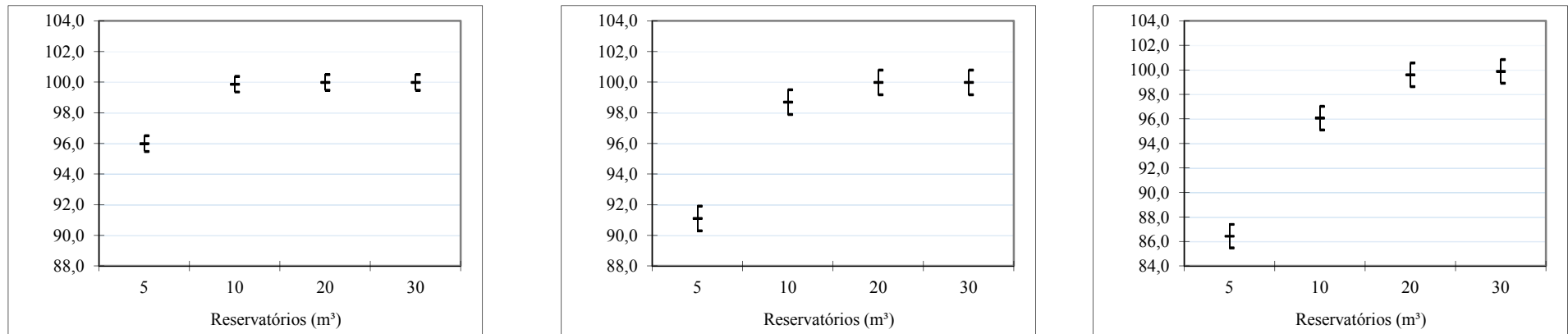


Figura 45– Limites de confiança da confiabilidade padrão médio Porto Alegre, áreas de captação de 80, 100 e 120m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

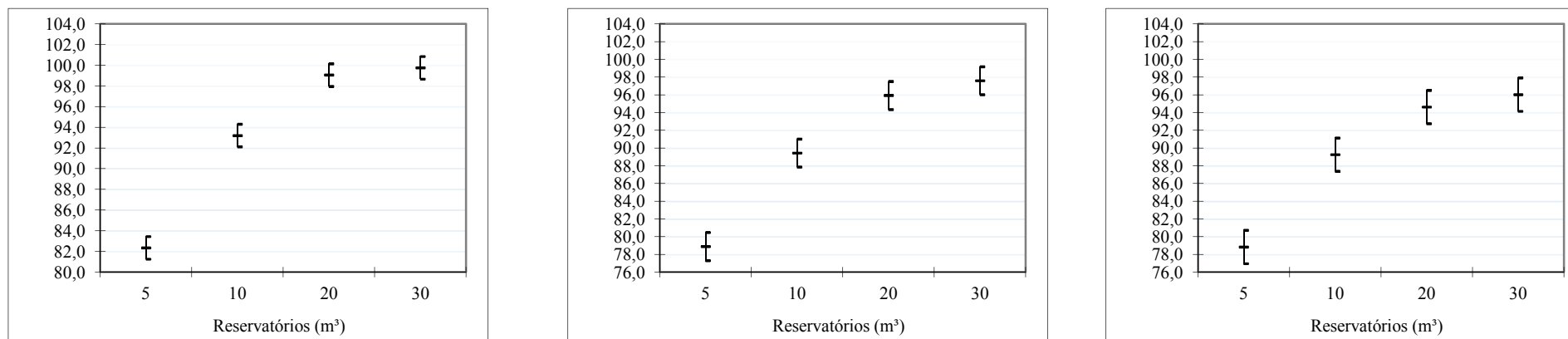


Figura 46 – Limites de confiança da confiabilidade padrão alto Porto Alegre, áreas de captação de 150, 200 e 300m², respectivamente.

Fonte: Pessoal (2015)

A cidade de Porto Alegre apresentou a menor variância dentro de um mesmo padrão, área e volume de reservatório, observado para o padrão popular com área de captação de 50m². Semelhança estatística é observada nos padrões popular e médio a partir do volume de armazenamento de 10m³. Para o padrão alto essa semelhança é observada apenas para volumes maiores que 20m³.

Em se tratando dos valores de confiabilidade encontrados estes são crescentes com o aumento do volume do reservatório; o que condiz com a realidade, uma vez que quanto maior a capacidade de armazenamento menor o volume de água transbordado, ou seja, maior o volume de água aproveitável; porém, não se pode simplesmente majorar o volume do reservatório com intuito de aumentar a confiabilidade do sistema, pois em contrapartida deve se pesar o custo de implantação; visto que o reservatório é o item de maior peso; além do que, grande volume de reservatórios levam a períodos de retorno do investimento mais longos.

Vê-se que para padrões populares e pequenas áreas de captação o valor de confiabilidade é da ordem de 99% para todas as áreas de captação consideradas nas cidades de Irecê, Campos do Jordão e Porto Alegre; isso indica que para volume de água da chuva reduzidos o reservatório pode ser dimensionado pelas médias mensais de precipitação e mesmo assim terá uma precisão tão boa quanto a obtida com base em dados diários.

Ponto importante observado é que para a cidade de Manaus, em todos os padrões de consumo considerados, e as cidades de Campos do Jordão, Porto Alegre e João Pessoa, considerando o padrão de consumo alto; nestas situações a confiabilidade pouco variou com a modificação da área de captação, ou seja, em análises futuras os mesmos valores de coeficientes podem ser aplicados para diferentes áreas, uma vez que esta não foi fator determinante; fazendo-se claro as devidas considerações de consumo e volume do reservatório.

A ocorrência desta baixa variabilidade para altos volumes de água captada pelo sistema; pois Manaus possui precipitação média anual alta em comparação as demais cidades aqui estudadas, e nestas o fato se deu para as maiores áreas de captação consideradas; se dá porque o valor da diferença entre volume aproveitável calculado com base nas médias mensais e diárias pouco varia com a modificação da área, uma vez que os cálculos de ambos são alterados na mesma proporção, ou seja, o acréscimo ou decréscimo de volume no sistema não impacta nesta variabilidade quando este volume em questão é alto.

Na cidade de Irecê o reservatório passou boa parte do ano vazio, visto a característica de clima semiárido da região, por isto nesta cidade para o padrão residencial alto encontra-se o menor valor de confiabilidade, de 66,19%. Isso indica que a chuva se concentrou em apenas alguns momentos, e o volume captado ultrapassou em diversas vezes a capacidade de armazenamento do reservatório, provocando o transbordamento; valor este que não é contabilizado quando do cálculo com base nas médias mensais.

Mesmo na cidade de Manaus, onde as chuvas são mais bem distribuídas ao longo do ano, a confiabilidade variou entre 89,99% e 99,64%, ou seja, um erro de até cerca de 10% quando do dimensionamento com dados mensais. Além do que, quando considerados os diferentes valores de consumo se observa uma diferença de quase 10% entre os valores de confiabilidade máximos e mínimos de uma mesma cidade; o que mostra a importância das considerações de consumo a serem feitas quando da aplicação do método.

Vê-se que para cidade com clima equatorial, a semelhança de Manaus, os coeficientes são menores do que para regiões de clima subtropical como Porto Alegre. O que implica dizer que

o dimensionamento do reservatório e determinação do volume da água de chuva aproveitado no consumo usando as médias mensais de precipitação é menos preciso na primeira cidade.

Para cidades com as quatro estações do ano bem definidas, o caso de Porto Alegre, se vê que o dimensionamento para padrões residenciais populares, usando como base as médias mensais, é satisfatório para volumes a partir de 10m^3 e para padrões de classe média acima de 20m^3 .

Para características climáticas semelhantes às de Campos do Jordão, que possui clima tropical de altitude; tem-se que para padrões de consumo médios e populares o dimensionamento com base nas médias mensais tem confiabilidade superior a 90%

O cálculo do volume de água aproveitado na residência é de fundamental importância, pois é através deste volume, junto com o valor da taxa da água fornecida pela concessionária, que se pode chegar ao tempo de retorno financeiro do sistema implantado.

A determinação dos coeficientes de confiabilidade volumétrica dos reservatórios permite também mensurar volumes de reservatórios mais adequados para regiões com determinadas características pluviométricas, e para diferentes padrões de consumo e áreas de captação, no caso deste trabalho.

6 CONCLUSÕES

Com isso se conclui que os coeficientes de confiabilidade não podem ser utilizados sem a devida consideração das condições de precipitação da região, pois os mesmos podem variar de forma apreciável dentro de um mesmo país. Assim, em estudos futuros sobre dimensionamento de reservatórios em que a confiabilidade dos mesmos for buscada esse fator deve ser levado em conta.

É observado também, que em algumas cidades e padrões socioeconômicos, a variação da área de captação em pouco altera o valor de confiabilidade encontrado, assim, valores diferentes de área podem ser estudados com estes coeficientes aqui encontrados, fazendo-se apenas as devidas considerações de volume de reservação e consumo.

Por fim, os coeficientes de confiabilidade aqui encontrados podem ser aplicados a cidades com características pluviométricas das cidades aqui estudadas, quando do dimensionamento de reservatórios com base em dados mensais; permitindo o cálculo de um volume mais preciso e consequentemente um calculo mais aproximado do investimento financeiro a ser feito e um tempo de retorno mais próximo do real.

7 BIBLIOGRAFIA

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527. *Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos*. Rio de Janeiro. ABNT. 2007.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10844. *Instalações prediais de águas pluviais– Requisitos*. Rio de Janeiro. ABNT. 1989.

Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. *Lei 4248*. Rio de Janeiro, RJ. 2003.

BASINGER, M. *et al.* *A Rainwater Harvesting System Reliability Model Based on Non parametric Stochastic Rainfall Generator*. Journal of Hydrology. V. 392, n.3/4, p. 105-118. outubro de 2010.

CARVALHO, F. D. e SILVA, L. D. B.. *Hidrologia*. Cap IV – Precipitação. Agosto de 2006.

DIAS, I. C. S. *Estudo da Viabilidade Técnica, Econômica e Social do Aproveitamento de Água da Chuva na Cidade de João Pessoa*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2007.

DORNELLES, F. D. *Avaliação das técnicas de dimensionamento de reservatórios para aproveitamento das águas de chuva..* Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.15, n.2, Abr/Jun 2010..

GIACCHINI, M.; ANDRADE FILHO, A. G.; SANTOS, D. C.. *Estudo do método de Azevedo Neto para dimensionamento de reservatório de água de chuva*. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, 2011.

GOULD, J. *Rainwater is sake to drink? A review of recent findings*. In: Conferência internacional sobre sistemas de captação de água de chuva, 9., 1999. Petrolina. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/start_inicio.html>. Acesso em: 26 julho de 2015.

GUEDES, T. L. *Tratamento de água de chuva através de microfiltração tangencial*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de tecnologia. Florianópolis, SC, 2012.

COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A.. *Captação e utilização de água Pluvial em Residências para População de Baixa Renda em Áreas urbanas: Estudo de Caso*. In: IX Simpósio de Recursos hídricos do Nordeste. Salvador, 2008.

MARINOSK, A. K. *Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis - SC*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis, 2007.

MAY, S. *Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água da Chuva para Consumo Não Potável em Edificações*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2004.

MIERZWA, J. C.; et al. *Águas Pluviais: Método de Cálculo do Reservatório e Conceitos para um Aproveitamento Adequado*. Rega, V. 4, n.1, p. 29-37. 2007.

MORUZZI, R. B.; et al. *Procedimentos para o dimensionamento de reservatório de água pluvial para residências unifamiliares: viabilidade e aprimoramento metodológico*. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.19, p.89-99, Maio, 2012.

MORUZZI, R. B.; OLIVEIRA, S. C.; CARVALHO, G.. *Cálculo do Volume do Reservatório de Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva: Comparação entre Métodos para Aplicação em Residência unifamiliar*. In: Simpósio Nacional de Sistemas Prediais. São Carlos, 2007. Anais...São Carlos, 2007.

NEVES, R. R., et al. *Programa Um Milhão de Cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania..* Agriculturas. v. 7, n. 3, outubro de 2010.

OLIVEIRA, A. S. *Fundamentos de Meteorologia e Climatologia*. NEAS. Universidade Federal do Recôncavo Baiano, 2006.

OURIQUES, R. Z.; et al. *Águas Pluviais: Uma Alternativa para o Futuro das Cidades*. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v. 10, n.1, p. 77-91, 2009. ISSN 1981-2841.

ROCHA, B. C. C. M.; et al. *Caracterização de águas de chuva coletadas em coberturas de diferentes materiais visando a concepção de sistemas prediais de aproveitamento de água*. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo grande, MS, 2009.

RUPP, F. R; MUNARIN, R.; GHISI, R., *Comparação de Métodos par Dimensionamento de Reservatórios de Água Pluvial*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, out/dez, 2011. ISSN 1678-8621.

SARUBO, R. S.; et al. *Captação e Tratamento de Águas Pluviais para Uso Não Potável*. Revista Sapere, v.2, n.1, 2010. ISSN 2176-9044.

SCHILLER ,E.; et al. *Computerized Methods in Optimizing Rainwater Catchment Systems*. In: International Conference on rainwater Cistern Systems, 1st, 1982, Honolulu, United States. Proceedings...Honolulu. IRCSA, 1982.

SILIPRANDI, E. M.; *et al.* *Aproveitamento da Água Pluvial para Fins Não Potáveis*. In: VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Agosto de 2011. ISSN 1984-9354.

SILVEIRA, F. A. Viabilidade Técnica Para o Aproveitamento da Água da Chuva em Rio Negrinho/SC. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, 2008.

TOMAZ, P. *Conservação da água*. Editora Navegar. São Paulo, 1997.

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

TOMAZ, P. *Dimensionamento de Reservatório de Água da Chuva*. São Paulo, julho de 2012.

UNESCO. *World Water Development Report (WWDR4)*. 2012.

VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e Climatologia*. Cap VIII, p.352. Recife, março de 2006.

ZOLET, M.; . *Potencial de aproveitamento de água de chuva para uso residencial na região urbana de Curitiba*. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Centro de tecnologia. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2005.

8 APÊNDICES

8.1 APÊNDICE A – Estações pluviométricas

Quadro 2 – Estações pluviométricas estudadas

Cidades	Dados estações pluviométricas
Manaus	Estação: MANAUS - AM (OMM: 82331) Latitude (graus) : -3.1 Longitude (graus) : -60.01 Altitude (metros): 61.25 Estação Operante Início de operação: 01/01/1910
Porto Alegre	Estação: PORTO ALEGRE-RS (OMM: 83967) Latitude (graus) : -30.05 Longitude (graus) : -51.16 Altitude (metros): 46.97 Estação Operante Início de operação: 09/12/1909
Campos do Jordão	Estação: CAMPOS DO JORDAO-SP (OMM: 83714) Latitude (graus) : -22.75 Longitude (graus) : -45.6 Altitude (metros): 1642.00 Estação Operante Início de operação: 01/01/1939
Irecê	Estação: IRECE - BA (OMM: 83182) Latitude (graus) : -11.3 Longitude (graus) : -41.86 Altitude (metros): 747.16 Estação Operante Início de operação: 01/12/1970
João Pessoa	Estação: JOAO PESSOA-PB (OMM: 82798) Latitude (graus) : -7.1 Longitude (graus) : -34.86 Altitude (metros): 7.43 Estação Operante Início de operação: 01/01/1912

8.2 APÊNDICE B – Exemplo de cálculo de coeficiente de confiabilidade

A seguir o roteiro de cálculo do coeficiente de confiabilidade de 97,11% encontrado para a cidade de Manaus no padrão alto, área de captação de 150m², volume de reservatório de 5m³ no ano de 1990. Os demais coeficientes foram calculados de forma similar.

- Cálculo do volume aproveitável com base nas médias mensais de precipitação:

Tabela 18: Cálculo do volume aproveitável com base em dados mensais.

Mês	Precipitação Total (mm)	Dias no mês	Consumo (L/mês)	Entrada (L/mês)	Entrada – consumo (L/mês)	Entrada Acumulada (L/mês)	Volume no reservatório (5m ³)	Volume transbordado (5m ³)
				0	0	0	0	
Janeiro	234,3	31	21430,92	29873,25	8442,33	29873,25	5000	3442,33
Fevereiro	190	28	19356,96	24225	4868,04	54098,25	5000	4868,04
Março	299,2	31	21430,92	38148	16717,08	92246,25	5000	16717,08
Abril	236,4	30	20739,6	30141	9401,4	122387,25	5000	9401,4
Mai	244,6	31	21430,92	31186,5	9755,58	153573,75	5000	9755,58
Junho	89,3	30	20739,6	11385,75	-9353,85	164959,5	0	0
Julho	114,1	31	21430,92	14547,75	-6883,17	179507,25	0	0
Agosto	72,3	31	21430,92	9218,25	-12212,67	188725,5	0	0
Setembro	22,8	30	20739,6	2907	-17832,6	191632,5	0	0
Outubro	56	31	21430,92	7140	-14290,92	198772,5	0	0
Novembro	116,9	30	20739,6	14904,75	-5834,85	213677,25	0	0
Dezembro	167,3	31	21430,92	21330,75	-100,17	235008	0	0

FONTE: Pessoal (2015)

O volume aproveitável é igual a entrada acumulada menos o valor total transbordado no mês, que neste caso é de 235 008 L menos 44 184,43L; o que é igual a um volume aproveitável de 190 823,57 L, ou seja, 190,82m³ de água da chuva.

- Cálculo do volume aproveitável com base em dados diários de precipitação:

Tabela 19: Cálculo do volume aproveitável com base em dados diários.

Mês	Data	Índice Pluviométrico	Entrada de água	Consumo do dia	Saldo de água do dia	Volume de água existente no reservatório	Volume de água transbordado no dia
		(mm)	(L)	(L)	(L)	(5000L)	(5000L)
Janeiro	01/01/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	02/01/1990	15	1912,5	691,32	1221,18	1221,18	0
	03/01/1990	0	0	691,32	-691,32	529,86	0
	04/01/1990	4,8	612	691,32	-79,32	450,54	0
	05/01/1990	4,8	612	691,32	-79,32	371,22	0
	06/01/1990	11,5	1466,25	691,32	774,93	1146,15	0
	07/01/1990	0	0	691,32	-691,32	454,83	0
	08/01/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	09/01/1990	11	1402,5	691,32	711,18	711,18	0
	10/01/1990	11	1402,5	691,32	711,18	1422,36	0
	11/01/1990	35,2	4488	691,32	3796,68	5000	219,04
	12/01/1990	28,6	3646,5	691,32	2955,18	5000	2955,18
	13/01/1990	7	892,5	691,32	201,18	5000	201,18
	14/01/1990	12	1530	691,32	838,68	5000	838,68
	15/01/1990	3,4	433,5	691,32	-257,82	4742,18	0
	16/01/1990	2	255	691,32	-436,32	4305,86	0
	17/01/1990	0	0	691,32	-691,32	3614,54	0
	18/01/1990	19,7	2511,75	691,32	1820,43	5000	434,97
	19/01/1990	5,2	663	691,32	-28,32	4971,68	0
	20/01/1990	25,4	3238,5	691,32	2547,18	5000	2518,86
	21/01/1990	1,4	178,5	691,32	-512,82	4487,18	0
	22/01/1990	6,8	867	691,32	175,68	4662,86	0
	23/01/1990	0	0	691,32	-691,32	3971,54	0
	24/01/1990	2	255	691,32	-436,32	3535,22	0
	25/01/1990	3,8	484,5	691,32	-206,82	3328,4	0
	26/01/1990	0	0	691,32	-691,32	2637,08	0
	27/01/1990	0,4	51	691,32	-640,32	1996,76	0
	28/01/1990	5,4	688,5	691,32	-2,82	1993,94	0
	29/01/1990	3	382,5	691,32	-308,82	1685,12	0
	30/01/1990	9,8	1249,5	691,32	558,18	2243,3	0
	31/01/1990	5,1	650,25	691,32	-41,07	2202,23	0
Fevereiro	01/02/1990	0	0	691,32	-691,32	1510,91	0
	02/02/1990	0,8	102	691,32	-589,32	921,59	0
	03/02/1990	12,2	1555,5	691,32	864,18	1785,77	0
	04/02/1990	23	2932,5	691,32	2241,18	4026,95	0
	05/02/1990	12	1530	691,32	838,68	4865,63	0
	06/02/1990	2,8	357	691,32	-334,32	4531,31	0
	07/02/1990	0	0	691,32	-691,32	3839,99	0
	08/02/1990	18,4	2346	691,32	1654,68	5000	494,67
	09/02/1990	0	0	691,32	-691,32	4308,68	0
	10/02/1990	1,6	204	691,32	-487,32	3821,36	0
	11/02/1990	0,5	63,75	691,32	-627,57	3193,79	0
	12/02/1990	1,1	140,25	691,32	-551,07	2642,72	0
	13/02/1990	18	2295	691,32	1603,68	4246,4	0
	14/02/1990	0,6	76,5	691,32	-614,82	3631,58	0
	15/02/1990	0,2	25,5	691,32	-665,82	2965,76	0
	16/02/1990	0	0	691,32	-691,32	2274,44	0
	17/02/1990	0,3	38,25	691,32	-653,07	1621,37	0
	18/02/1990	0,5	63,75	691,32	-627,57	993,8	0
	19/02/1990	18,4	2346	691,32	1654,68	2648,48	0
	20/02/1990	43,5	5546,25	691,32	4854,93	5000	2503,41
	21/02/1990	16,7	2129,25	691,32	1437,93	5000	1437,93
	22/02/1990	5,6	714	691,32	22,68	5000	22,68
	23/02/1990	1,8	229,5	691,32	-461,82	4538,18	0
	24/02/1990	4,6	586,5	691,32	-104,82	4433,36	0
	25/02/1990	0	0	691,32	-691,32	3742,04	0
	26/02/1990	0,6	76,5	691,32	-614,82	3127,22	0
	27/02/1990	6,8	867	691,32	175,68	3302,9	0

Março	01/03/1990	0	0	691,32	-691,32	1920,26	0
	02/03/1990	8,2	1045,5	691,32	354,18	2274,44	0
	03/03/1990	2,4	306	691,32	-385,32	1889,12	0
	04/03/1990	8	1020	691,32	328,68	2217,8	0
	05/03/1990	42,8	5457	691,32	4765,68	5000	1983,48
	06/03/1990	17,6	2244	691,32	1552,68	5000	1552,68
	07/03/1990	0	0	691,32	-691,32	4308,68	0
	08/03/1990	0	0	691,32	-691,32	3617,36	0
	09/03/1990	3	382,5	691,32	-308,82	3308,54	0
	10/03/1990	0,3	38,25	691,32	-653,07	2655,47	0
	11/03/1990	1,4	178,5	691,32	-512,82	2142,65	0
	12/03/1990	0	0	691,32	-691,32	1451,33	0
	13/03/1990	0,2	25,5	691,32	-665,82	785,51	0
	14/03/1990	0	0	691,32	-691,32	94,19	0
	15/03/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	16/03/1990	1,8	229,5	691,32	-461,82	0	0
	17/03/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	18/03/1990	33	4207,5	691,32	3516,18	3516,18	0
	19/03/1990	8	1020	691,32	328,68	3844,86	0
	20/03/1990	6	765	691,32	73,68	3918,54	0
	21/03/1990	2	255	691,32	-436,32	3482,22	0
	22/03/1990	2,4	306	691,32	-385,32	3096,9	0
	23/03/1990	6,3	803,25	691,32	111,93	3208,83	0
	24/03/1990	46,3	5903,25	691,32	5211,93	5000	3420,76
	25/03/1990	48,6	6196,5	691,32	5505,18	5000	5505,18
	26/03/1990	6,5	828,75	691,32	137,43	5000	137,43
	27/03/1990	0	0	691,32	-691,32	4308,68	0
	28/03/1990	9,4	1198,5	691,32	507,18	4815,86	0
	29/03/1990	6	765	691,32	73,68	4889,54	0
	30/03/1990	0	0	691,32	-691,32	4198,22	0
	31/03/1990	39	4972,5	691,32	4281,18	5000	3479,4
Abril	01/04/1990	1,9	242,25	691,32	-449,07	4550,93	0
	02/04/1990	28,4	3621	691,32	2929,68	5000	2480,61
	03/04/1990	0,4	51	691,32	-640,32	4359,68	0
	04/04/1990	0	0	691,32	-691,32	3668,36	0
	05/04/1990	0	0	691,32	-691,32	2977,04	0
	06/04/1990	0	0	691,32	-691,32	2285,72	0
	07/04/1990	1	127,5	691,32	-563,82	1721,9	0
	08/04/1990	1,3	165,75	691,32	-525,57	1196,33	0
	09/04/1990	36	4590	691,32	3898,68	5000	95,01
	10/04/1990	0	0	691,32	-691,32	4308,68	0
	11/04/1990	0	0	691,32	-691,32	3617,36	0
	12/04/1990	0	0	691,32	-691,32	2926,04	0
	13/04/1990	2,6	331,5	691,32	-359,82	2566,22	0
	14/04/1990	2,4	306	691,32	-385,32	2180,9	0
	15/04/1990	1	127,5	691,32	-563,82	1617,08	0
	16/04/1990	16,8	2142	691,32	1450,68	3067,76	0
	17/04/1990	0	0	691,32	-691,32	2376,44	0
	18/04/1990	0	0	691,32	-691,32	1685,12	0
	19/04/1990	23,2	2958	691,32	2266,68	3951,8	0
	20/04/1990	7,8	994,5	691,32	303,18	4254,98	0
	21/04/1990	2	255	691,32	-436,32	3818,66	0
	22/04/1990	1	127,5	691,32	-563,82	3254,84	0
	23/04/1990	0	0	691,32	-691,32	2563,52	0
	24/04/1990	0	0	691,32	-691,32	1872,2	0
	25/04/1990	26,2	3340,5	691,32	2649,18	4521,38	0
	26/04/1990	18,6	2371,5	691,32	1680,18	5000	1201,56
	27/04/1990	30,6	3901,5	691,32	3210,18	5000	3210,18
	28/04/1990	22,6	2881,5	691,32	2190,18	5000	2190,18
	29/04/1990	0	0	691,32	-691,32	4308,68	0
	30/04/1990	12,6	1606,5	691,32	915,18	5000	223,86

Maio	01/05/1990	8,1	1032,75	691,32	341,43	5000	341,43
	02/05/1990	0	0	691,32	-691,32	4308,68	0
	03/05/1990	2,4	306	691,32	-385,32	3923,36	0
	04/05/1990	10,1	1287,75	691,32	596,43	4519,79	0
	05/05/1990	0	0	691,32	-691,32	3828,47	0
	06/05/1990	0	0	691,32	-691,32	3137,15	0
	07/05/1990	0	0	691,32	-691,32	2445,83	0
	08/05/1990	0	0	691,32	-691,32	1754,51	0
	09/05/1990	0,8	102	691,32	-589,32	1165,19	0
	10/05/1990	20,7	2639,25	691,32	1947,93	3113,12	0
	11/05/1990	5,8	739,5	691,32	48,18	3161,3	0
	12/05/1990	0	0	691,32	-691,32	2469,98	0
	13/05/1990	0	0	691,32	-691,32	1778,66	0
	14/05/1990	0	0	691,32	-691,32	1087,34	0
	15/05/1990	0	0	691,32	-691,32	396,02	0
	16/05/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	17/05/1990	32,4	4131	691,32	3439,68	3439,68	0
	18/05/1990	0	0	691,32	-691,32	2748,36	0
	19/05/1990	0	0	691,32	-691,32	2057,04	0
	20/05/1990	22,1	2817,75	691,32	2126,43	4183,47	0
	21/05/1990	0	0	691,32	-691,32	3492,15	0
	22/05/1990	16,6	2116,5	691,32	1425,18	4917,33	0
	23/05/1990	13,6	1734	691,32	1042,68	5000	960,01
	24/05/1990	32,2	4105,5	691,32	3414,18	5000	3414,18
	25/05/1990	0,6	76,5	691,32	-614,82	4385,18	0
	26/05/1990	0	0	691,32	-691,32	3693,86	0
	27/05/1990	5,8	739,5	691,32	48,18	3742,04	0
	28/05/1990	0	0	691,32	-691,32	3050,72	0
	29/05/1990	0	0	691,32	-691,32	2359,4	0
	30/05/1990	2,4	306	691,32	-385,32	1974,08	0
	31/05/1990	71	9052,5	691,32	8361,18	5000	5335,26
Junho	01/06/1990	4,2	535,5	691,32	-155,82	4844,18	0
	02/06/1990	4,7	599,25	691,32	-92,07	4752,11	0
	03/06/1990	0,6	76,5	691,32	-614,82	4137,29	0
	04/06/1990	0	0	691,32	-691,32	3445,97	0
	05/06/1990	1,6	204	691,32	-487,32	2958,65	0
	06/06/1990	0,9	114,75	691,32	-576,57	2382,08	0
	07/06/1990	1,2	153	691,32	-538,32	1843,76	0
	08/06/1990	0	0	691,32	-691,32	1152,44	0
	09/06/1990	0,7	89,25	691,32	-602,07	550,37	0
	10/06/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	11/06/1990	12	1530	691,32	838,68	838,68	0
	12/06/1990	0	0	691,32	-691,32	147,36	0
	13/06/1990	2,4	306	691,32	-385,32	0	0
	14/06/1990	35	4462,5	691,32	3771,18	3771,18	0
	15/06/1990	0	0	691,32	-691,32	3079,86	0
	16/06/1990	1,4	178,5	691,32	-512,82	2567,04	0
	17/06/1990	4,2	535,5	691,32	-155,82	2411,22	0
	18/06/1990	0	0	691,32	-691,32	1719,9	0
	19/06/1990	0	0	691,32	-691,32	1028,58	0
	20/06/1990	0	0	691,32	-691,32	337,26	0
	21/06/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	22/06/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	23/06/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	24/06/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	25/06/1990	2	255	691,32	-436,32	0	0
	26/06/1990	4	510	691,32	-181,32	0	0
	27/06/1990	14,4	1836	691,32	1144,68	1144,68	0
	28/06/1990	0	0	691,32	-691,32	453,36	0
	29/06/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	30/06/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0

Julho	01/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	02/07/1990	6,4	816	691,32	124,68	124,68	0
	03/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	04/07/1990	0,2	25,5	691,32	-665,82	0	0
	05/07/1990	1,6	204	691,32	-487,32	0	0
	06/07/1990	14,6	1861,5	691,32	1170,18	1170,18	0
	07/07/1990	0	0	691,32	-691,32	478,86	0
	08/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	09/07/1990	6	765	691,32	73,68	73,68	0
	10/07/1990	5,8	739,5	691,32	48,18	121,86	0
	11/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	12/07/1990	2,6	331,5	691,32	-359,82	0	0
	13/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	14/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	15/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	16/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	17/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	18/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	19/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	20/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	21/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	22/07/1990	5,6	714	691,32	22,68	22,68	0
	23/07/1990	3	382,5	691,32	-308,82	0	0
	24/07/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	25/07/1990	0,6	76,5	691,32	-614,82	0	0
	26/07/1990	22	2805	691,32	2113,68	2113,68	0
	27/07/1990	5,7	726,75	691,32	35,43	2149,11	0
	28/07/1990	0	0	691,32	-691,32	1457,79	0
	29/07/1990	11,6	1479	691,32	787,68	2245,47	0
	30/07/1990	8,4	1071	691,32	379,68	2625,15	0
	31/07/1990	20	2550	691,32	1858,68	4483,83	0
Agosto	01/08/1990	29	3697,5	691,32	3006,18	5000	2490,01
	02/08/1990	5,8	739,5	691,32	48,18	5000	48,18
	03/08/1990	0	0	691,32	-691,32	4308,68	0
	04/08/1990	0	0	691,32	-691,32	3617,36	0
	05/08/1990	0	0	691,32	-691,32	2926,04	0
	06/08/1990	0	0	691,32	-691,32	2234,72	0
	07/08/1990	13,4	1708,5	691,32	1017,18	3251,9	0
	08/08/1990	0	0	691,32	-691,32	2560,58	0
	09/08/1990	0	0	691,32	-691,32	1869,26	0
	10/08/1990	0	0	691,32	-691,32	1177,94	0
	11/08/1990	6,7	854,25	691,32	162,93	1340,87	0
	12/08/1990	1	127,5	691,32	-563,82	777,05	0
	13/08/1990	0	0	691,32	-691,32	85,73	0
	14/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	15/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	16/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	17/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	18/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	19/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	20/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	21/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	22/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	23/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	24/08/1990	12,4	1581	691,32	889,68	889,68	0
	25/08/1990	1	127,5	691,32	-563,82	325,86	0
	26/08/1990	3	382,5	691,32	-308,82	17,04	0
	27/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	28/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	29/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	30/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	31/08/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0

Setembro	01/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	02/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	03/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	04/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	05/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	06/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	07/09/1990	6,4	816	691,32	124,68	124,68	0
	08/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	09/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	10/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	11/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	12/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	13/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	14/09/1990	5	637,5	691,32	-53,82	0	0
	15/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	16/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	17/09/1990	7	892,5	691,32	201,18	201,18	0
	18/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	19/09/1990	2	255	691,32	-436,32	0	0
	20/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	21/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	22/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	23/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	24/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	25/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	26/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	27/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	28/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	29/09/1990	2,4	306	691,32	-385,32	0	0
	30/09/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
Outubro	01/10/1990	2	255	691,32	-436,32	0	0
	02/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	03/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	04/10/1990	0,3	38,25	691,32	-653,07	0	0
	05/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	06/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	07/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	08/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	09/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	10/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	11/10/1990	6	765	691,32	73,68	73,68	0
	12/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	13/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	14/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	15/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	16/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	17/10/1990	23,7	3021,75	691,32	2330,43	2330,43	0
	18/10/1990	0	0	691,32	-691,32	1639,11	0
	19/10/1990	0	0	691,32	-691,32	947,79	0
	20/10/1990	0	0	691,32	-691,32	256,47	0
	21/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	22/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	23/10/1990	6	765	691,32	73,68	73,68	0
	24/10/1990	6,6	841,5	691,32	150,18	223,86	0
	25/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	26/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	27/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	28/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	29/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	30/10/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	31/10/1990	11,4	1453,5	691,32	762,18	762,18	0

Novembro	01/11/1990	0	0	691,32	-691,32	70,86	0
	02/11/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	03/11/1990	7	892,5	691,32	201,18	201,18	0
	04/11/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	05/11/1990	9,6	1224	691,32	532,68	532,68	0
	06/11/1990	18	2295	691,32	1603,68	2136,36	0
	07/11/1990	0	0	691,32	-691,32	1445,04	0
	08/11/1990	0	0	691,32	-691,32	753,72	0
	09/11/1990	3,2	408	691,32	-283,32	470,4	0
	10/11/1990	1	127,5	691,32	-563,82	0	0
	11/11/1990	0,4	51	691,32	-640,32	0	0
	12/11/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	13/11/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	14/11/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	15/11/1990	3,4	433,5	691,32	-257,82	0	0
	16/11/1990	17	2167,5	691,32	1476,18	1476,18	0
	17/11/1990	0	0	691,32	-691,32	784,86	0
	18/11/1990	1,2	153	691,32	-538,32	246,54	0
	19/11/1990	1	127,5	691,32	-563,82	0	0
	20/11/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	21/11/1990	17,4	2218,5	691,32	1527,18	1527,18	0
	22/11/1990	0	0	691,32	-691,32	835,86	0
	23/11/1990	31,2	3978	691,32	3286,68	4122,54	0
	24/11/1990	0	0	691,32	-691,32	3431,22	0
	25/11/1990	1,2	153	691,32	-538,32	2892,9	0
	26/11/1990	3,6	459	691,32	-232,32	2660,58	0
	27/11/1990	1,7	216,75	691,32	-474,57	2186,01	0
	29/11/1990	0	0	691,32	-691,32	1494,69	0
	30/11/1990	0	0	691,32	-691,32	803,37	0
Dezembro	01/12/1990	3,6	459	691,32	-232,32	571,05	0
	02/12/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	03/12/1990	2	255	691,32	-436,32	0	0
	04/12/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	05/12/1990	10	1275	691,32	583,68	583,68	0
	06/12/1990	7,6	969	691,32	277,68	861,36	0
	07/12/1990	15	1912,5	691,32	1221,18	2082,54	0
	08/12/1990	0,7	89,25	691,32	-602,07	1480,47	0
	09/12/1990	0	0	691,32	-691,32	789,15	0
	10/12/1990	10	1275	691,32	583,68	1372,83	0
	11/12/1990	0	0	691,32	-691,32	681,51	0
	12/12/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	13/12/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	14/12/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	15/12/1990	27	3442,5	691,32	2751,18	2751,18	0
	16/12/1990	6	765	691,32	73,68	2824,86	0
	17/12/1990	0	0	691,32	-691,32	2133,54	0
	18/12/1990	0	0	691,32	-691,32	1442,22	0
	19/12/1990	0	0	691,32	-691,32	750,9	0
	20/12/1990	0	0	691,32	-691,32	59,58	0
	21/12/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	22/12/1990	0	0	691,32	-691,32	0	0
	23/12/1990	31,4	4003,5	691,32	3312,18	3312,18	0
	24/12/1990	12	1530	691,32	838,68	4150,86	0
	25/12/1990	11,8	1504,5	691,32	813,18	4964,04	0
	26/12/1990	0	0	691,32	-691,32	4272,72	0
	27/12/1990	0	0	691,32	-691,32	3581,4	0
	28/12/1990	6	765	691,32	73,68	3655,08	0
	29/12/1990	5,8	739,5	691,32	48,18	3703,26	0
	30/12/1990	0	0	691,32	-691,32	3011,94	0
	31/12/1990	18,4	2346	691,32	1654,68	4666,62	0

FONTE: Pessoal (2015)

O volume total aproveitável com base em dados diários é igual a entrada acumulada no ano menos o volume total transbordado no ano. Neste caso é de 235,008m³ menos 49,696m³ resultando em um volume aproveitável de 185,312m³.

O coeficiente de confiabilidade é igual ao quociente entre o volume aproveitável com base em dados diários e mensais.

$$\text{Confiabilidade} = (185,312/190,82) \times 100 = 97,11\%$$

O coeficiente de confiabilidade apresentado neste trabalho é resultado das médias dos 25 valores encontrados, um para cada ano do período de estudo, para cada área de captação, padrão e cidade.

O valor médio do coeficiente pode ser multiplicado pelo volume médio aproveitável calculado com base em dados mensais e apresentados no apêndice C deste trabalho.

8.1 APÊNDICE C – Cálculo dos volumes médios aproveitáveis

Tabela 20: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto Manaus.

Padrão Residencial Alto – Manaus												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	190,82	195,82	205,82	215,82	215,96	222,97	232,97	242,97	237,26	247,26	267,26	282,33
1991	193,72	198,72	208,72	218,72	210,99	215,99	225,99	235,99	231,97	241,97	255,71	265,71
1992	193,31	203,31	215,74	225,74	219,62	229,62	249,62	263,34	257,15	262,33	272,33	282,33
1993	181,32	191,32	211,32	223,87	196,72	206,72	226,72	246,72	220,24	230,24	250,24	270,24
1994	208,75	218,75	231,37	241,37	225,6	235,6	255,6	275,6	247,77	257,77	272,33	282,33
1995	202,96	212,96	232	242	219,71	229,71	249,71	269,71	244,75	254,75	272,33	282,33
1996	215,42	220,42	230,42	240,42	232,03	242,03	261,94	271,94	240,35	250,35	270,35	282,33
1997	184,92	194,92	209,33	219,33	194,37	204,37	224,37	244,37	211,27	223,27	243,27	263,27
1998	215,24	220,24	230,24	240,24	232,19	242,19	258,6	268,6	251,56	261,56	272,33	282,33
1999	213,46	222,52	232,52	242,52	226,73	236,73	256,73	273,92	236,27	246,27	266,27	282,33
2000	216,5	223,57	233,57	243,57	226,88	241,88	265,29	279,96	238,46	252,86	272,33	282,33
2001	184,2	189,93	199,93	209,93	193,42	203,42	218,19	228,19	211,84	221,84	241,84	261,84
2002	205,5	216,62	234,87	244,87	213,61	225,54	245,54	265,54	223,95	233,95	253,95	273,95
2003	189,33	194,33	204,33	214,33	223,13	228,13	238,13	248,13	257,12	262,33	272,33	282,33
2004	192,57	197,57	207,57	217,57	220,3	225,3	235,3	245,3	239,15	250,38	264,65	274,65
2005	187,26	197,26	217,26	229,28	197,9	207,9	227,9	247,9	218,58	228,58	248,58	268,58
2006	191,51	201,51	221,51	241,51	203,16	213,16	233,16	253,16	225,01	235,01	255,01	275,01
2007	214,29	224,29	244,29	262,77	234,01	244,01	264,01	282,33	245,71	255,71	272,33	282,33
2008	222,79	232,79	252,79	272,79	231,81	241,81	261,81	281,81	248,35	258,35	272,33	282,33
2009	174,67	184,67	196,7	206,7	187,62	197,62	217,62	232,55	192,78	202,78	222,78	242,78
2010	206,66	216,66	232,22	242,22	227,62	237,62	257,62	277,62	240,92	250,92	270,92	282,33
2011	209,52	219,52	239,52	259,52	220,03	230,03	250,03	270,03	230,86	240,86	260,86	280,86
2012	214,33	224,33	244,33	264,06	226,49	236,49	256,49	276,49	247,42	257,42	272,33	282,33
2013	217,08	227,08	247,08	259,33	235,28	247,26	267,26	278,12	246,91	259,83	272,33	282,33
2014	211,34	219,23	229,23	239,23	215,54	225,54	245,54	265,54	223,95	233,95	253,95	273,95
Volume aproveitável médio (m³)	201,5	209,93	224,51	236,71	217,23	226,87	245,05	261,03	234,78	244,82	261,96	276,14

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 21: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio Manaus.

Padrão Residencial Médio – Manaus												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)												
1990	125,34	125,34	125,34	125,34	145,06	150,06	156,67	156,67	155,92	160,92	170,92	180,92
1991	135,74	140,74	145,38	145,38	146,99	151,99	161,99	171,99	158,23	163,23	173,23	183,23
1992	129,61	132,61	132,61	132,61	148,35	153,35	163,35	165,77	158,91	168,39	178,39	188,39
1993	132,31	137,31	147,31	157,31	143,6	152,1	162,1	172,1	149,76	159,76	176,89	186,89
1994	142,06	147,06	156,54	156,54	159,29	164,29	174,29	184,29	172,16	181,36	191,36	201,36
1995	140,25	145,25	153,78	153,78	158,03	167,51	177,51	187,51	167,07	177,07	191,86	201,86
1996	141,14	146,14	156,14	166,14	158,13	163,13	173,13	183,13	175,13	180,13	190,13	200,13
1997	133	138	148	158	147,4	152,4	162,4	172,4	153,1	163,1	173,72	183,72
1998	142,99	147,99	149,63	149,63	161,72	166,72	176,72	186,72	175,89	180,89	190,89	200,89
1999	148,44	153,44	163,44	173,44	162,86	167,86	177,86	187,86	175,94	182,27	192,27	202,27
2000	143,13	148,13	158,13	168,13	160,62	165,62	175,62	185,62	177,9	183,11	193,11	203,11
2001	121,21	122,29	122,29	122,29	141,25	146,25	152,86	152,86	151,35	156,35	166,35	176,35
2002	149,69	154,69	157,9	157,9	160,58	169,42	179,42	189,42	170,02	180,02	194,15	204,15
2003	124,55	129,55	132,93	132,93	140,74	145,74	155,74	165,74	154,26	159,26	169,26	179,26
2004	124,07	129,07	139,07	139,87	140,78	145,78	155,78	165,78	157,31	162,31	172,31	182,31
2005	132,92	137,92	147,92	150,15	147,56	155,71	165,71	175,71	154,52	164,52	181,21	191,21
2006	143,23	150,16	156,72	156,72	150,84	160,84	178,16	188,16	158,37	168,37	188,37	206,09
2007	151,52	158,06	163,62	163,62	165,58	175,58	188,04	198,04	176,14	186,14	206,14	218,01
2008	168,46	178,46	194,06	204,06	177,78	187,78	207,78	225,94	183,85	193,85	213,85	233,85
2009	119,42	124,42	133,18	133,18	135,65	140,65	150,65	160,65	143,99	153,15	163,15	173,15
2010	142,1	147,1	147,69	147,69	157,28	164,33	174,33	184,33	169,59	179,59	191,57	201,57
2011	153,98	158,98	168,98	178,98	167,97	177,97	190,62	200,62	173,25	183,25	203,25	217,59
2012	150,01	155,01	157,22	157,22	166,32	176,32	188,48	196,52	176,63	186,63	206,63	219,04
2013	156	161	171	181	169,56	179,06	189,06	199,06	178,84	188,84	205,72	215,72
2014	149,63	154,63	164,63	174,63	163,87	168,87	178,87	188,87	175,09	180,09	190,09	200,09
Volume aproveitável médio (m³)	140,03	144,94	151,74	155,46	155,11	161,97	172,69	181,83	165,73	173,7	186,99	198,05

Área de captação 1 = 100m²; área de captação 2 = 120m²; área de captação 3 = 150m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 22: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial popular Manaus.

Padrão Residencial Popular – Manaus												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	78,34	78,34	78,34	78,34	94	94	94	94	108,73	109,67	109,67	109,67
1991	90,87	90,87	90,87	90,87	104,83	109,04	109,04	109,04	110,79	115,79	125,79	127,21
1992	82,88	82,88	82,88	82,88	99,28	99,46	99,46	99,46	110,24	115,24	116,04	116,04
1993	93,41	98,41	107,24	107,24	102,16	107,16	117,16	127,16	109,56	114,56	124,56	134,56
1994	96,05	97,84	97,84	97,84	109,07	114,07	117,41	117,41	118,09	123,09	133,09	136,97
1995	93,89	96,11	96,11	96,11	107,29	112,29	115,33	115,33	119,51	124,87	134,55	134,55
1996	100,29	105,29	110,3	110,3	108,78	113,78	123,78	132,36	117,28	122,28	132,28	142,28
1997	92,57	97,57	98,99	98,99	102,25	107,25	117,25	118,79	110,56	115,56	125,56	135,56
1998	93,52	93,52	93,52	93,52	109,35	112,22	112,22	112,22	121,1	126,1	130,92	130,92
1999	106,37	111,36	111,36	111,36	114,69	119,69	129,69	133,64	121,9	126,9	136,9	146,9
2000	101,53	106,53	110,48	110,48	110,27	115,27	125,27	132,58	119,02	124,02	134,02	144,02
2001	76,43	76,43	76,43	76,43	91,72	91,72	91,72	91,72	104,17	107	107	107
2002	98,69	98,69	98,69	98,69	115,4	118,43	118,43	118,43	123	128	138	138,16
2003	83,08	83,08	83,08	83,08	95,91	99,7	99,7	99,7	104,53	109,53	116,32	116,32
2004	87,24	87,42	87,42	87,42	95,59	100,59	104,9	104,9	103,94	108,94	118,94	122,39
2005	92,52	93,84	93,84	93,84	102,19	107,19	112,61	112,61	111,86	116,86	126,86	131,38
2006	97,95	97,95	97,95	97,95	111,8	116,8	117,54	117,54	116,26	125,8	135,8	137,13
2007	102,26	102,26	102,26	102,26	117,43	122,72	122,72	122,72	126,58	132,71	142,71	143,17
2008	123,38	129,21	134,18	134,18	131,64	141,64	152,49	161,01	136,57	146,57	163,69	173,69
2009	81,1	83,24	83,24	83,24	91,64	96,64	99,88	99,88	101,54	106,54	116,53	116,53
2010	92,31	92,31	92,31	92,31	108,66	110,77	110,77	110,77	118,12	123,12	129,23	129,23
2011	105,68	110,68	118,15	118,15	117,98	122,98	132,98	141,78	129,01	135,29	145,29	155,29
2012	98,26	98,26	98,26	98,26	115,02	117,91	117,91	117,91	125,83	131,75	137,56	137,56
2013	109,31	114,31	115,73	115,73	119,93	124,93	134,93	138,87	129,37	134,74	144,74	154,74
2014	103,71	108,71	109,55	109,55	115,15	120,15	130,15	131,46	123,28	128,28	138,28	148,28
Volume aproveitável médio (m³)	95,26	97,4	98,76	98,76	107,68	111,86	116,29	118,45	116,83	122,13	130,57	134,78

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 23: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto Irecê.

Padrão residencial alto – Irecê												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	75,14	75,14	75,14	75,14	96,03	100,18	100,18	100,18	130,83	135,83	145,83	150,27
1991	70,67	70,67	70,67	70,67	87,94	92,94	94,23	94,23	108,24	119,3	131,33	141,33
1992	49,8	49,8	49,8	49,8	60,23	65,23	66,4	66,4	71,65	76,65	86,65	96,65
1993	32,88	32,88	32,88	32,88	43,84	43,84	43,84	43,84	65,76	65,76	65,76	65,76
1994	62,91	62,91	62,91	62,91	83,88	83,88	83,88	83,88	108,19	113,19	123,19	125,82
1995	80,48	80,48	80,48	80,48	101,37	107,3	107,3	107,3	120,03	130,03	150,03	160,96
1996	28,36	28,36	28,36	28,36	37,81	37,81	37,81	37,81	56,71	56,71	56,71	56,71
1997	82,72	87,72	97,72	106,36	100,55	106,49	116,49	126,49	119,43	134,39	145,08	155,08
1998	88,54	93,54	95,51	95,51	94,22	104,22	117,34	127,34	98,67	108,67	128,67	148,67
1999	81,57	81,57	81,57	81,57	108,77	108,77	108,77	108,77	140,38	145,38	155,38	163,15
2000	103,02	108,02	118,02	124,99	121,63	126,63	136,63	146,63	139,05	149,05	169,05	183,86
2001	32,55	32,55	32,55	32,55	43,4	43,4	43,4	43,4	64,99	65,1	65,1	65,1
2002	79,66	84,47	84,47	84,47	90,66	98,81	108,81	112,63	99,89	109,89	129,89	142,83
2003	46,83	49,62	49,62	49,62	53,63	58,63	66,16	66,16	67,23	72,23	82,23	92,23
2004	67,66	67,66	67,66	67,66	78,85	84,65	90,22	90,22	82,52	92,52	111,58	121,58
2005	95,97	95,97	95,97	95,97	123,04	127,96	127,96	127,96	133,52	146,53	166,53	185,94
2006	94,59	94,59	94,59	94,59	107,45	117,45	126,12	126,12	121,21	131,21	151,21	171,21
2007	49,67	49,67	49,67	49,67	60,04	65,04	66,23	66,23	77,88	82,88	92,88	99,35
2008	68,94	68,94	68,94	68,94	90,72	91,92	91,92	91,92	119,22	127,87	137,87	137,88
2009	88,82	88,82	88,82	88,82	115,02	118,42	118,42	118,42	128,24	142,32	159,85	169,85
2010	94,54	94,54	94,54	94,54	115,4	124,17	126,06	126,06	142,9	152,9	172,9	186,76
2011	59,16	59,16	59,16	59,16	78,88	78,88	78,88	78,88	114,43	118,32	118,32	118,32
2012	39,79	39,79	39,79	39,79	52,28	53,06	53,06	53,06	65,55	70,55	79,59	79,59
2013	67,92	72,25	72,25	72,25	75,24	80,24	90,24	96,34	85,76	94,27	104,27	114,27
2014	47,79	47,79	47,79	47,79	63,72	63,72	63,72	63,72	85,75	95,57	95,57	95,57
Volume aproveitável médio (m³)	67,6	68,68	69,56	70,18	83,38	87,34	90,56	92,16	101,92	109,48	121,02	129,15

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 24: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio Irecê.

Padrão residencial médio – Irecê												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)												
1990	40,07	40,07	40,07	40,07	50,09	50,09	50,09	50,09	60,11	60,11	60,11	60,11
1991	37,69	37,69	37,69	37,69	47,12	47,12	47,12	47,12	56,54	56,54	56,54	56,54
1992	26,56	26,56	26,56	26,56	33,2	33,2	33,2	33,2	39,84	39,84	39,84	39,84
1993	17,54	17,54	17,54	17,54	21,92	21,92	21,92	21,92	26,31	26,31	26,31	26,31
1994	33,55	33,55	33,55	33,55	41,94	41,94	41,94	41,94	50,33	50,33	50,33	50,33
1995	42,92	42,92	42,92	42,92	53,65	53,65	53,65	53,65	64,38	64,38	64,38	64,38
1996	15,12	15,12	15,12	15,12	18,9	18,9	18,9	18,9	22,68	22,68	22,68	22,68
1997	52,63	56,73	56,73	56,73	60,14	65,14	70,91	70,91	67,64	72,64	82,64	85,09
1998	50,94	50,94	50,94	50,94	63,67	63,67	63,67	63,67	72,5	76,41	76,41	76,41
1999	43,51	43,51	43,51	43,51	54,38	54,38	54,38	54,38	65,26	65,26	65,26	65,26
2000	66,66	66,66	66,66	66,66	76,88	81,88	83,33	83,33	84,32	89,32	99,32	99,99
2001	17,36	17,36	17,36	17,36	21,7	21,7	21,7	21,7	26,04	26,04	26,04	26,04
2002	45,05	45,05	45,05	45,05	56,31	56,31	56,31	56,31	65,19	67,58	67,58	67,58
2003	26,47	26,47	26,47	26,47	33,08	33,08	33,08	33,08	38,93	39,7	39,7	39,7
2004	36,09	36,09	36,09	36,09	45,11	45,11	45,11	45,11	54,13	54,13	54,13	54,13
2005	51,18	51,18	51,18	51,18	63,98	63,98	63,98	63,98	76,78	76,78	76,78	76,78
2006	50,45	50,45	50,45	50,45	63,06	63,06	63,06	63,06	75,67	75,67	75,67	75,67
2007	26,49	26,49	26,49	26,49	33,12	33,12	33,12	33,12	39,74	39,74	39,74	39,74
2008	36,77	36,77	36,77	36,77	45,96	45,96	45,96	45,96	55,15	55,15	55,15	55,15
2009	47,37	47,37	47,37	47,37	59,21	59,21	59,21	59,21	71,05	71,05	71,05	71,05
2010	50,42	50,42	50,42	50,42	63,03	63,03	63,03	63,03	75,63	75,63	75,63	75,63
2011	31,55	31,55	31,55	31,55	39,44	39,44	39,44	39,44	47,33	47,33	47,33	47,33
2012	21,22	21,22	21,22	21,22	26,53	26,53	26,53	26,53	31,83	31,83	31,83	31,83
2013	38,54	38,54	38,54	38,54	48,17	48,17	48,17	48,17	55,8	57,8	57,8	57,8
2014	25,49	25,49	25,49	25,49	31,86	31,86	31,86	31,86	38,23	38,23	38,23	38,23
Volume aproveitável médio (m³)	37,27	37,43	37,43	37,43	46,1	46,5	46,79	46,79	54,46	55,22	56,02	56,14

Área de captação 1 = 100m²; área de captação 2 = 120m²; área de captação 3 = 150m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 25: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial popular Irecê.

Padrão residencial alto – Campos do Jordão												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	170,18	175,18	178,76	178,76	201,63	211,57	221,57	231,57	228,64	239,69	259,69	279,69
1991	142,7	149,14	154,28	154,28	160,22	170,22	185,95	195,95	183,14	193,14	213,14	233,14
1992	185,24	190,24	191,24	191,24	211,86	221,86	241,86	254,98	233,51	243,51	263,51	282,33
1993	154,73	159,73	169,73	173,3	183,91	188,91	198,91	208,91	208,12	218,12	238,12	258,12
1994	160,4	170,4	190,4	198,5	178,28	188,28	208,28	228,28	195,6	205,6	225,6	245,6
1995	164,95	174,95	194,1	204,1	179,41	189,41	209,41	229,41	201,2	211,2	231,2	251,2
1996	169,93	174,51	174,51	174,51	183,15	193,15	213,15	229,61	196,44	206,44	226,44	246,44
1997	142,75	146,33	146,33	146,33	172,69	182,69	195,11	195,11	212,72	222,94	242,94	262,94
1998	154,14	154,62	154,62	154,62	184,06	194,06	206,16	206,16	204,09	214,09	234,09	254,09
1999	128,76	133,76	143,76	146,29	152,81	157,93	167,93	177,93	178,65	188,65	207,05	217,05
2000	127,23	129,2	129,2	129,2	146,95	156,95	168,91	172,26	173,95	183,95	203,95	223,95
2001	134,66	139,66	146,09	146,09	153,34	162,31	172,31	182,31	183,53	193,53	213,53	226,66
2002	155,42	165,42	176,55	186,55	163,87	173,87	193,87	213,87	177,67	187,67	207,67	227,67
2003	141,02	151,02	165,65	165,65	150,31	160,31	180,31	200,31	168,27	178,27	198,27	218,27
2004	185,23	190,23	200,23	210,23	206,97	216,97	236,97	249,57	225,92	235,92	255,92	275,92
2005	199,6	211,37	228,96	238,96	214,71	224,71	244,71	264,71	222,7	232,7	252,7	272,7
2006	163,66	173,66	193,66	210,81	180,08	190,08	210,08	230,08	201,26	211,26	231,26	251,26
2007	178,1	188,1	208,1	213,97	209,43	222,51	242,51	262,51	225,55	240,55	267,99	282,33
2008	192,22	202,22	222,22	233,89	205,5	215,5	235,5	255,5	220,48	230,48	250,48	270,48
2009	190,6	200,6	220,6	240,6	227,49	238,42	258,42	278,42	253,32	262,33	272,33	282,33
2010	178,51	188,51	196,16	196,16	194,98	204,98	224,98	244,98	212,08	222,08	242,08	262,08
2011	172,82	182,82	201,06	211,06	178,23	188,23	208,23	228,23	189,07	199,07	219,07	239,07
2012	191,1	201,1	216,21	216,21	215,26	225,26	245,26	265,26	228,41	238,41	258,41	278,41
2013	181,72	191,72	204,58	214,58	197,02	207,02	227,02	247,02	225,24	235,24	255,24	275,24
2014	119,76	119,76	119,76	119,76	158,45	159,68	159,68	159,68	201,97	211,97	229,09	239,09
Volume aproveitável médio (m³)	163,42	170,57	181,07	186,23	184,42	193,79	210,28	224,51	206,06	216,27	235,99	254,24

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 26: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto Campos do Jordão.

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 27: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio Campos do Jordão.

Padrão residencial médio – Campos do Jordão												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	95,34	95,34	95,34	95,34	119,17	119,17	119,17	119,17	138,02	143	143	143
1991	82,28	82,28	82,28	82,28	101,08	102,85	102,85	102,85	116,77	121,77	123,42	123,42
1992	101,99	101,99	101,99	101,99	127,49	127,49	127,49	127,49	149,66	152,99	152,99	152,99
1993	92,43	92,43	92,43	92,43	110,92	115,53	115,53	115,53	126,13	131,13	138,64	138,64
1994	102,9	105,87	105,87	105,87	119,03	127,97	132,34	132,34	132,13	142,13	158,04	158,8
1995	111,1	116,1	120,35	120,35	124,79	134,24	144,24	150,43	135,77	145,77	160,63	170,63
1996	93,07	93,07	93,07	93,07	116,34	116,34	116,34	116,34	138,56	139,61	139,61	139,61
1997	78,04	78,04	78,04	78,04	97,55	97,55	97,55	97,55	115,66	117,07	117,07	117,07
1998	82,46	82,46	82,46	82,46	103,08	103,08	103,08	103,08	123,7	123,7	123,7	123,7
1999	78,02	78,02	78,02	78,02	93,83	97,53	97,53	97,53	104,89	109,89	117,03	117,03
2000	68,9	68,9	68,9	68,9	86,13	86,13	86,13	86,13	103,36	103,36	103,36	103,36
2001	77,91	77,91	77,91	77,91	97,39	97,39	97,39	97,39	109,64	114,64	116,87	116,87
2002	100,65	103,5	103,5	103,5	115,9	120,9	129,38	129,38	128,13	136,15	146,15	155,25
2003	88,35	88,35	88,35	88,35	107,18	110,43	110,43	110,43	116,66	126,66	132,52	132,52
2004	109,01	114,01	115,48	115,48	131,04	136,04	144,35	144,35	150,53	155,53	165,53	173,22
2005	124,06	129,06	129,15	129,15	147,64	154,43	161,43	161,43	164,95	175,81	188,51	193,72
2006	116,78	116,78	116,78	116,78	128,61	138,61	145,98	145,98	135,18	145,18	165,18	175,17
2007	111,52	114,12	114,12	114,12	131,92	138,75	142,65	142,65	145,86	155,86	170,98	171,18
2008	133,87	135,63	135,63	135,63	150,4	158,31	168,31	169,54	158,48	168,48	184,91	194,91
2009	124,26	134,26	136,83	136,83	140,04	150,04	168,68	171,04	155,83	165,83	185,83	201,71
2010	104,62	104,62	104,62	104,62	130,52	130,77	130,77	130,77	146,64	154,46	156,93	156,93
2011	120,82	125,82	135,82	136,88	136,99	141,99	151,99	161,99	143,42	153,42	166,64	176,64
2012	115,31	115,31	115,31	115,31	139,07	144,14	144,14	144,14	156,22	166,22	172,97	172,97
2013	116,8	121,8	126,79	126,79	136,37	141,37	151,37	158,48	149,71	159,01	169,01	179,01
2014	63,87	63,87	63,87	63,87	79,84	79,84	79,84	79,84	95,81	95,81	95,81	95,81
Volume aproveitável médio (m³)	99,78	101,58	102,52	102,56	118,89	122,84	126,76	127,83	133,67	140,14	147,81	151,37

Área de captação 1 = 100m²; área de captação 2 = 120m²; área de captação 3 = 150m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 28: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial popular Campos do Jordão.

Padrão residencial popular – Campos do Jordão												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)												
1990	59,59	59,59	59,59	59,59	71,5	71,5	71,5	71,5	83,42	83,42	83,42	83,42
1991	51,43	51,43	51,43	51,43	61,71	61,71	61,71	61,71	72	72	72	72
1992	63,75	63,75	63,75	63,75	76,49	76,49	76,49	76,49	89,24	89,24	89,24	89,24
1993	57,77	57,77	57,77	57,77	69,32	69,32	69,32	69,32	80,33	80,87	80,87	80,87
1994	66,17	66,17	66,17	66,17	78,86	79,4	79,4	79,4	88,89	92,64	92,64	92,64
1995	75,22	75,22	75,22	75,22	85,4	90,26	90,26	90,26	94,17	99,47	105,3	105,3
1996	58,17	58,17	58,17	58,17	69,8	69,8	69,8	69,8	81,44	81,44	81,44	81,44
1997	48,78	48,78	48,78	48,78	58,53	58,53	58,53	58,53	68,29	68,29	68,29	68,29
1998	51,54	51,54	51,54	51,54	61,85	61,85	61,85	61,85	72,16	72,16	72,16	72,16
1999	48,76	48,76	48,76	48,76	58,52	58,52	58,52	58,52	68,27	68,27	68,27	68,27
2000	43,07	43,07	43,07	43,07	51,68	51,68	51,68	51,68	60,29	60,29	60,29	60,29
2001	48,7	48,7	48,7	48,7	58,44	58,44	58,44	58,44	68,18	68,18	68,18	68,18
2002	64,69	64,69	64,69	64,69	77,59	77,63	77,63	77,63	85,22	90,22	90,56	90,56
2003	55,22	55,22	55,22	55,22	66,26	66,26	66,26	66,26	77,3	77,3	77,3	77,3
2004	72,17	72,17	72,17	72,17	83,4	86,61	86,61	86,61	94,41	99,41	101,04	101,04
2005	80,72	80,72	80,72	80,72	94,73	96,86	96,86	96,86	107,41	112,41	113	113
2006	72,99	72,99	72,99	72,99	87,59	87,59	87,59	87,59	99,43	102,19	102,19	102,19
2007	71,32	71,32	71,32	71,32	85,33	85,59	85,59	85,59	96,44	99,85	99,85	99,85
2008	84,77	84,77	84,77	84,77	101,72	101,72	101,72	101,72	112,63	117,63	118,68	118,68
2009	85,52	85,52	85,52	85,52	96,95	102,62	102,62	102,62	104,85	114,85	119,73	119,73
2010	65,39	65,39	65,39	65,39	78,46	78,46	78,46	78,46	91,54	91,54	91,54	91,54
2011	85,03	85,55	85,55	85,55	93,12	98,12	102,66	102,66	101,21	106,21	116,21	119,77
2012	72,07	72,07	72,07	72,07	86,49	86,49	86,49	86,49	100,9	100,9	100,9	100,9
2013	79,24	79,24	79,24	79,24	89,68	94,68	95,09	95,09	99,46	104,46	110,94	110,94
2014	39,92	39,92	39,92	39,92	47,9	47,9	47,9	47,9	55,89	55,89	55,89	55,89
Volume aproveitável médio (m³)	64,08	64,1	64,1	64,1	75,65	76,72	76,92	76,92	86,13	88,36	89,6	89,74

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 29: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto João Pessoa.

Padrão residencial alto – João Pessoa												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	164,78	169,78	179,78	189,78	181,54	187,78	197,78	207,78	200,49	210,49	227,1	237,1
1991	162,45	167,45	177,45	187,45	178,98	183,98	193,98	203,98	192,69	197,69	207,69	217,69
1992	158,72	168,72	179,26	189,26	175,29	182,2	192,2	202,2	190,45	195,45	205,45	215,45
1993	121,1	126,1	136,1	146,1	143,77	150,54	160,54	170,54	169,22	174,22	184,22	194,22
1994	172,48	177,48	187,48	197,48	189,32	198,05	208,05	218,05	210,4	215,4	225,4	235,4
1995	129,43	134,43	144,43	154,43	142,79	147,79	157,79	167,79	160,7	165,7	175,7	185,7
1996	183,84	188,84	198,84	208,84	201,05	206,05	216,05	226,05	233,17	238,17	248,17	258,17
1997	154,79	159,79	169,79	179,79	173,73	178,73	188,73	198,73	186,06	191,06	201,06	211,06
1998	127,16	132,16	142,16	152,16	139,54	144,54	154,54	164,54	163,61	169,29	179,29	189,29
1999	124,61	129,61	129,71	129,71	156,2	161,2	171,2	172,94	193,68	202,59	212,59	222,59
2000	195,01	200,01	210,01	220,01	213	218	228	238	230,2	235,2	245,2	255,2
2001	129,37	139,37	150,26	150,26	141,04	151,04	164,34	174,34	164,39	173,63	183,63	193,63
2002	181,56	186,56	196,56	206,56	190,4	195,4	205,4	215,4	199,1	204,1	214,1	224,1
2003	176,91	181,91	191,91	201,91	196,67	201,73	211,73	221,73	215,27	220,27	230,27	240,27
2004	179,88	187,36	197,36	207,36	186,44	191,44	201,44	211,44	193,16	198,16	208,16	218,16
2005	146,8	151,8	161,8	171,8	165,19	170,19	180,19	190,19	186,42	191,42	201,42	211,42
2006	134,48	139,48	149,48	150,23	154,43	159,43	169,43	179,43	177,75	182,75	192,75	202,75
2007	175,06	180,06	190,06	200,06	182,89	187,89	197,89	207,89	198,56	203,56	213,56	223,56
2008	168,91	173,91	183,91	193,91	181,15	186,15	196,15	206,15	204,22	209,22	219,22	229,22
2009	175,17	180,17	190,17	200,17	189,88	194,88	204,88	214,88	209,04	214,04	224,04	234,04
2010	151,9	156,9	166,9	168,43	174,64	179,64	189,64	199,64	201,65	208,75	218,75	228,75
2011	177,71	187,71	200,7	210,7	184,76	194,76	204,94	214,94	198,41	203,41	213,41	223,41
2012	148,1	153,1	163,1	173,1	161,28	171,28	189,6	199,6	184,72	194,72	206,8	216,8
2013	157,41	162,41	172,41	182,41	166,04	171,04	181,04	191,04	183,3	188,3	198,3	208,3
2014	172,99	177,99	187,99	192,28	195,99	204	214	224	213,34	218,34	228,34	238,34
Volume aproveitável médio (m³)	158,82	164,52	174,3	182,57	174,64	180,71	191,18	200,85	194,4	200,24	210,58	220,58

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 30: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio João Pessoa.

Padrão residencial médio – João Pessoa												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	120,71	125,71	135,71	145,71	127,91	132,91	142,91	152,91	135,11	140,11	150,11	160,11
1991	106,88	107,76	107,76	107,76	122,75	127,75	134,7	134,7	132,78	137,78	147,78	157,78
1992	105,35	110,35	110,78	110,78	120,75	130,13	138,47	138,47	130,8	139,69	149,69	159,69
1993	78,19	78,19	78,19	78,19	88,93	93,93	97,74	97,74	98,79	103,79	113,79	117,29
1994	120,13	125,13	135,13	145,13	131,59	136,59	146,59	156,59	141,27	146,27	156,27	166,27
1995	95,45	100,45	110,45	115,28	101,02	106,02	116,02	126,02	106,36	111,36	121,36	131,36
1996	133,36	138,36	148,36	158,36	143,73	148,73	158,73	168,73	150,82	155,82	165,82	175,82
1997	106,24	107,27	107,27	107,27	117,72	122,72	132,72	134,09	126,63	131,63	141,63	151,63
1998	86,37	86,37	86,37	86,37	99,33	104,33	107,96	107,96	104,57	109,57	119,57	129,55
1999	69,18	69,18	69,18	69,18	86,47	86,47	86,47	86,47	101,15	103,76	103,76	103,76
2000	132,32	137,32	147,32	157,32	150,35	155,35	165,35	175,35	159,74	164,74	174,74	184,74
2001	80,14	80,14	80,14	80,14	99,5	100,17	100,17	100,17	107,32	117,32	120,21	120,21
2002	125,45	130,45	136,21	136,21	139,1	144,1	154,1	164,1	148,53	153,53	163,53	173,53
2003	122,83	127,83	137,83	143,37	135,68	140,68	150,68	160,68	144,77	149,77	159,77	169,77
2004	123,13	128,13	138,13	148,13	136,43	144,6	154,6	164,6	147,75	155,06	165,06	175,06
2005	95,27	100,27	110,27	120,27	109,17	114,17	124,17	134,17	120,27	125,27	135,27	145,27
2006	80,12	80,12	80,12	80,12	99,14	100,16	100,16	100,16	109,94	114,94	120,19	120,19
2007	119,29	124,29	134,29	136,27	137,25	142,63	152,63	162,63	144,21	149,21	159,21	169,21
2008	129,09	134,09	144,09	153,31	133,98	138,98	148,98	158,98	138,88	143,88	153,88	163,88
2009	125,45	130,45	140,45	150,45	137,03	142,84	152,84	162,84	143,84	148,84	158,84	168,84
2010	89,83	89,83	89,83	89,83	111,24	112,29	112,29	112,29	123,89	128,89	134,74	134,74
2011	130,52	135,52	145,52	155,52	143,86	148,86	158,86	168,86	147,34	157,34	168,19	178,19
2012	96,77	101,77	111,77	113,46	110,25	115,25	125,25	135,25	120,85	125,85	135,85	145,85
2013	119,18	124,18	134,18	144,18	126,21	131,21	141,21	151,21	129,66	134,66	144,66	154,66
2014	102,55	102,55	102,55	102,55	123,53	128,19	128,19	128,19	140,3	145,3	153,83	153,83
Volume aproveitável médio (m³)	107,75	111,03	116,88	121,41	121,32	125,96	133,27	139,33	130,22	135,78	144,71	152,45

Área de captação 1 = 100m²; área de captação 2 = 120m²; área de captação 3 = 150m².

FONTE: Pessoa (2015).

Tabela 31: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial popular João Pessoa.

Padrão residencial popular – João Pessoa												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	90,32	94,71	94,71	94,71	93,92	98,92	108,92	113,65	97,52	102,52	112,52	122,52
1991	67,35	67,35	67,35	67,35	80,82	80,82	80,82	80,82	90,67	94,29	94,29	94,29
1992	69,24	69,24	69,24	69,24	80,68	83,08	83,08	83,08	90,84	96,09	96,93	96,93
1993	48,87	48,87	48,87	48,87	58,64	58,64	58,64	58,64	66,34	68,42	68,42	68,42
1994	87,33	92,33	102,33	112,33	93,06	98,06	108,06	118,06	98,79	103,79	113,79	123,79
1995	69,14	72,05	72,05	72,05	74,13	79,13	86,46	86,46	77,39	82,39	92,39	100,87
1996	96,68	99,9	99,9	99,9	103,41	108,41	118,41	119,89	108,6	113,6	123,6	133,6
1997	67,04	67,04	67,04	67,04	80,45	80,45	80,45	80,45	88,34	93,34	93,86	93,86
1998	53,98	53,98	53,98	53,98	64,78	64,78	64,78	64,78	74,93	75,57	75,57	75,57
1999	43,24	43,24	43,24	43,24	51,88	51,88	51,88	51,88	60,53	60,53	60,53	60,53
2000	92,4	97,4	103,7	103,7	101,78	106,78	116,78	124,43	111,16	116,16	126,16	136,16
2001	50,09	50,09	50,09	50,09	60,1	60,1	60,1	60,1	70,12	70,12	70,12	70,12
2002	83,26	85,13	85,13	85,13	96,27	101,27	102,16	102,16	105,15	110,15	119,18	119,18
2003	81,19	86,19	89,61	89,61	93,79	98,79	107,53	107,53	102,83	107,83	117,83	125,45
2004	85,84	90,84	94,76	94,76	94,88	99,88	109,88	113,71	103,12	108,12	118,12	128,12
2005	66,6	71,6	81,6	82,48	73,55	78,55	88,55	98,55	80,51	85,51	95,51	105,51
2006	50,08	50,08	50,08	50,08	60,09	60,09	60,09	60,09	70,11	70,11	70,11	70,11
2007	78,98	83,98	85,17	85,17	91,14	96,14	102,2	102,2	101,88	106,88	116,88	119,23
2008	95,82	95,82	95,82	95,82	100,64	105,64	114,98	114,98	103,09	108,09	118,09	128,09
2009	90,65	95,65	105,65	108,14	97,04	102,04	112,04	122,04	103,44	108,44	118,44	128,44
2010	56,14	56,14	56,14	56,14	67,37	67,37	67,37	67,37	78,6	78,6	78,6	78,6
2011	93,82	98,82	102,6	102,6	100,85	105,85	115,85	123,11	107,87	112,87	122,87	132,87
2012	66,25	70,92	70,92	70,92	74,68	79,68	85,1	85,1	81,82	86,82	96,82	99,28
2013	82,83	87,83	92,42	92,42	92,34	97,34	107,34	110,91	97,6	102,6	112,6	122,6
2014	64,09	64,09	64,09	64,09	76,91	76,91	76,91	76,91	89,73	89,73	89,73	89,73
Volume aproveitável médio (m³)	73,25	75,73	77,86	78,39	82,53	85,63	90,74	93,08	90,44	94,1	100,12	104,96

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m².

FONTE: Pessoa (2015).

Tabela 32: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial alto Porto Alegre.

Padrão residencial alto – Porto Alegre												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	185,13	190,13	200,13	204,91	206,73	216,73	234,71	244,71	229,11	241,88	261,88	277,22
1991	149,5	150,58	150,58	150,58	186,54	195,76	200,77	200,77	234,94	247,71	260,76	270,76
1992	191,76	194,34	194,34	194,34	221,86	235,38	245,42	255,42	245,86	250,86	260,86	270,86
1993	190,14	190,57	190,57	190,57	218,36	230,09	249,1	254,1	237,89	252,89	272,33	282,33
1994	202,64	210,36	213	213	228	238	252,23	262,23	248,85	258,85	269,82	279,82
1995	173,96	178,96	182,52	182,52	202,17	207,17	217,17	227,17	249,22	255,58	265,58	275,58
1996	168,99	168,99	168,99	168,99	204,02	214,23	224,23	225,32	231,63	246,63	271,76	282,33
1997	183,97	188,97	191,48	191,48	214,86	224,86	236,61	246,61	241,31	253,56	270,94	280,94
1998	182,55	186,33	186,33	186,33	224,79	233,52	243,52	248,44	240,3	253,57	266,46	276,46
1999	165,38	165,38	165,38	165,38	208,85	213,85	220,51	220,51	249,59	254,95	264,95	274,95
2000	191,75	200,47	200,47	200,47	228,74	234,71	244,71	254,71	243,36	248,36	258,36	268,36
2001	46,78	46,78	46,78	46,78	62,37	62,37	62,37	62,37	73,1	78,1	88,1	93,56
2002	217,68	217,68	217,68	217,68	242,96	247,96	257,96	267,96	254,36	259,36	269,36	279,36
2003	193,52	194,55	194,55	194,55	222,33	237,33	255,9	259,4	244,63	259,33	272,33	282,33
2004	147,72	147,72	147,72	147,72	184,53	194,41	196,96	196,96	222,07	227,07	237,07	247,07
2005	161,18	166,18	169,52	169,52	187,78	197,78	209,11	219,11	213,07	223,07	241,67	251,67
2006	145,96	145,96	145,96	145,96	188,66	194,62	194,62	194,62	235,54	250,54	272,33	282,33
2007	194,37	199,37	200,02	200,02	224,91	234,02	244,02	254,02	251,51	261,51	272,33	282,33
2008	188,19	191,45	191,45	191,45	220,02	225,02	235,02	245,02	247,15	256,47	266,47	276,47
2009	184,32	189,81	199,81	209,81	211,22	218,62	228,62	238,62	238,56	249,18	269,18	282,33
2010	184,65	185,27	185,27	185,27	222,39	230,68	240,68	247,03	250,54	255,54	265,54	275,54
2011	164,29	168,45	168,45	168,45	199,49	208,11	218,11	224,6	226,06	236,94	246,94	256,94
2012	172,94	177,94	182,1	182,1	208,97	223,97	237	242,79	227,21	242,21	266,32	282,33
2013	181,47	186,47	186,58	186,58	219,27	224,27	234,27	244,27	255,43	260,43	270,43	280,43
2014	206,3	211,3	220,6	220,6	238,05	243,86	253,86	263,86	255,48	260,48	270,48	280,48
Volume aproveitável médio (m³)	175,01	178,16	180,01	180,6	207,12	215,49	225,5	232,03	233,87	243,4	257,29	267,71

Área de captação 1 = 150m²; área de captação 2 = 200m²; área de captação 3 = 300m².

FONTE: Pessôal (2015).

Tabela 33: Cálculo do volume aproveitável médio padrão residencial médio Porto Alegre.

Padrão residencial médio – Porto Alegre												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	109,28	109,28	109,28	109,28	134,84	136,6	136,6	136,6	150,47	155,47	163,92	163,92
1991	80,31	80,31	80,31	80,31	100,39	100,39	100,39	100,39	120,46	120,46	120,46	120,46
1992	103,65	103,65	103,65	103,65	129,56	129,56	129,56	129,56	154,87	155,47	155,47	155,47
1993	101,64	101,64	101,64	101,64	127,05	127,05	127,05	127,05	152,46	152,46	152,46	152,46
1994	113,6	113,6	113,6	113,6	141,57	142	142	142	164,99	170,4	170,4	170,4
1995	97,34	97,34	97,34	97,34	121,68	121,68	121,68	121,68	141,75	146,01	146,01	146,01
1996	90,13	90,13	90,13	90,13	112,66	112,66	112,66	112,66	135,19	135,19	135,19	135,19
1997	102,12	102,12	102,12	102,12	127,63	127,65	127,65	127,65	148,64	153,18	153,18	153,18
1998	99,38	99,38	99,38	99,38	124,22	124,22	124,22	124,22	147,51	149,06	149,06	149,06
1999	88,2	88,2	88,2	88,2	110,25	110,25	110,25	110,25	132,3	132,3	132,3	132,3
2000	106,92	106,92	106,92	106,92	133,65	133,65	133,65	133,65	156,3	160,37	160,37	160,37
2001	24,95	24,95	24,95	24,95	31,19	31,19	31,19	31,19	37,42	37,42	37,42	37,42
2002	116,1	116,1	116,1	116,1	145,12	145,12	145,12	145,12	174,14	174,14	174,14	174,14
2003	103,76	103,76	103,76	103,76	129,7	129,7	129,7	129,7	155,64	155,64	155,64	155,64
2004	78,78	78,78	78,78	78,78	98,48	98,48	98,48	98,48	118,18	118,18	118,18	118,18
2005	90,41	90,41	90,41	90,41	112,58	113,02	113,02	113,02	130,58	135,58	135,62	135,62
2006	77,85	77,85	77,85	77,85	97,31	97,31	97,31	97,31	116,77	116,77	116,77	116,77
2007	106,68	106,68	106,68	106,68	133,35	133,35	133,35	133,35	157,41	160,02	160,02	160,02
2008	102,11	102,11	102,11	102,11	127,64	127,64	127,64	127,64	153,16	153,16	153,16	153,16
2009	116,93	116,93	116,93	116,93	135,96	142,94	146,17	146,17	150,67	155,67	165,67	175,4
2010	98,81	98,81	98,81	98,81	123,51	123,51	123,51	123,51	148,22	148,22	148,22	148,22
2011	89,84	89,84	89,84	89,84	112,3	112,3	112,3	112,3	133,36	134,76	134,76	134,76
2012	97,12	97,12	97,12	97,12	120,17	121,4	121,4	121,4	139,8	144,8	145,68	145,68
2013	99,51	99,51	99,51	99,51	124,39	124,39	124,39	124,39	146,64	149,27	149,27	149,27
2014	117,65	117,65	117,65	117,65	145,74	147,07	147,07	147,07	166,95	171,95	176,48	176,48
Volume aproveitável médio (m³)	96,52	96,52	96,52	96,52	120,04	120,52	120,65	120,65	141,36	143,44	144,4	144,78

Área de captação 1 = 100m²; área de captação 2 = 120m²; área de captação 3 = 150m².

FONTE: Pessoal (2015).

Tabela 34: Cálculo do volume aproveitável padrão residencial popular Porto Alegre.

Padrão residencial popular – Porto Alegre												
Volume do reservatório (m³)	Área de captação 1				Área de captação 2				Área de captação 3			
	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
	Volume aproveitado pelas médias mensais (m³)											
1990	68,3	68,3	68,3	68,3	81,96	81,96	81,96	81,96	95,62	95,62	95,62	95,62
1991	50,19	50,19	50,19	50,19	60,23	60,23	60,23	60,23	70,27	70,27	70,27	70,27
1992	64,78	64,78	64,78	64,78	77,73	77,73	77,73	77,73	90,69	90,69	90,69	90,69
1993	63,52	63,52	63,52	63,52	76,23	76,23	76,23	76,23	88,93	88,93	88,93	88,93
1994	71	71	71	71	85,2	85,2	85,2	85,2	99,4	99,4	99,4	99,4
1995	60,84	60,84	60,84	60,84	73,01	73,01	73,01	73,01	85,17	85,17	85,17	85,17
1996	56,33	56,33	56,33	56,33	67,6	67,6	67,6	67,6	78,86	78,86	78,86	78,86
1997	63,83	63,83	63,83	63,83	76,59	76,59	76,59	76,59	89,36	89,36	89,36	89,36
1998	62,11	62,11	62,11	62,11	74,53	74,53	74,53	74,53	86,95	86,95	86,95	86,95
1999	55,13	55,13	55,13	55,13	66,15	66,15	66,15	66,15	77,18	77,18	77,18	77,18
2000	66,82	66,82	66,82	66,82	80,19	80,19	80,19	80,19	93,55	93,55	93,55	93,55
2001	15,59	15,59	15,59	15,59	18,71	18,71	18,71	18,71	21,83	21,83	21,83	21,83
2002	72,56	72,56	72,56	72,56	87,07	87,07	87,07	87,07	101,58	101,58	101,58	101,58
2003	64,85	64,85	64,85	64,85	77,82	77,82	77,82	77,82	90,79	90,79	90,79	90,79
2004	49,24	49,24	49,24	49,24	59,09	59,09	59,09	59,09	68,94	68,94	68,94	68,94
2005	56,51	56,51	56,51	56,51	67,81	67,81	67,81	67,81	79,11	79,11	79,11	79,11
2006	48,65	48,65	48,65	48,65	58,38	58,38	58,38	58,38	68,12	68,12	68,12	68,12
2007	66,67	66,67	66,67	66,67	80,01	80,01	80,01	80,01	93,34	93,34	93,34	93,34
2008	63,82	63,82	63,82	63,82	76,58	76,58	76,58	76,58	89,35	89,35	89,35	89,35
2009	73,08	73,08	73,08	73,08	87,7	87,7	87,7	87,7	100,94	102,32	102,32	102,32
2010	61,76	61,76	61,76	61,76	74,11	74,11	74,11	74,11	86,46	86,46	86,46	86,46
2011	56,15	56,15	56,15	56,15	67,38	67,38	67,38	67,38	78,61	78,61	78,61	78,61
2012	60,7	60,7	60,7	60,7	72,84	72,84	72,84	72,84	84,98	84,98	84,98	84,98
2013	62,19	62,19	62,19	62,19	74,63	74,63	74,63	74,63	87,07	87,07	87,07	87,07
2014	73,53	73,53	73,53	73,53	88,24	88,24	88,24	88,24	102,95	102,95	102,95	102,95
Volume aproveitável médio (m³)	60,33	60,33	60,33	60,33	72,39	72,39	72,39	72,39	84,4	84,46	84,46	84,46

Área de captação 1 = 50m²; área de captação 2 = 60m²; área de captação 3 = 70m².

FONTE: Pessoaal (2015).