

Potencial de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no campus da UFCG em Pombal –PB

Potential of rainwater harvesting for non-potable purposes on campus UFCG IN Pombal-PB

Manoel Moisés Ferreira de Queiroz¹ Camilo Allyson Simões de Farias¹

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no campus universitário da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG em Pombal-PB, considerando a extrema irregularidade no regime de chuvas e verificar a possibilidade de aproveitar e armazenar água de chuva para suprir as necessidades não potáveis do campus, nos períodos de estiagens. O CCTA apresenta potencial de aproveitamento de água de chuva muito dependente do volume de reservação, em que a demanda ao longo do ano só será atendida plenamente se o volume de reservação for maior do que 5 vezes a demanda, devido a grande variabilidade pluviométrica.

Palavras chave: conservação de água, análise pluviométrica, reservação de água, semiárido

Abstract: This study aimed to evaluate the potential of rainwater harvesting for non-potable purposes on campus of the Federal University of Campina Grande-PB-UFCG in Pombal, considering the extreme irregularity in rainfall and verify the possibility of using and store rainwater for non-potable supply as necessities campus in periods estiagens. O CCTA has the potential of harnessing water chuvamuito dependent on the volume of reservation in demand throughout the year will only be fully met if the volume reservation is greater than 5 times the demand because of the large variability precipitation.

Keywords: water conservation, rainfall analysis, reservation of water, semiarid

INTRODUÇÃO

O sistema de aproveitamento de água de chuva trata-se de uma medida nãoconvencional de conservação de água, que vem sendo utilizado em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Japão e Alemanha, onde este tipo de sistema representa um mecanismo eficiente. Em algumas cidades do nordeste brasileiro utilizam-se o sistema como fonte de suprimento de água, devido à escassez sofrida na maior parte do ano.

A crise no abastecimento d'água gera a necessidade de buscar alternativas que contribuam para o uso eficiente da água pela sociedade. A captação direta de águas pluviais nas edificações pode ser considerada como uma fonte alternativa para a redução da demanda do sistema público. Esta técnica, bastante usada em regiões que não dispõem de outras alternativas, como o semiárido, quando aplicada em regiões urbanas para fins não potáveis, possibilita a redução da pressão sobre mananciais regionais, permitindo o direcionamento deste recurso para

atendimento dos consumos mais nobres. Porém sua utilização necessita de estudos acerca da viabilidade e eficiência no atendimento das demandas a que será destinada, dimensionamento do sistema de captação, coleta e reservação, observando as características locais, evitando a implantação de projetos inadequados que comprometam os aspectos positivos da alternativa.

A coleta de água da chuva é feita em áreas impermeáveis, normalmente nos telhados das edificações. A primeira água que cai no telhado, lavando-o, apresenta um grau de contaminação bastante elevado e, por isso, é aconselhável o seu descarte. A água de chuva coletada através do sistema de drenagem pluvial (calhas, condutores verticais e horizontais) é armazenada em reservatório. Essa água deverá ser utilizada somente para consumo não potável, como em bacias sanitárias, em torneiras de jardim, para lavagem de veículos e para lavagem de roupas. Esses usos, para os quais não é exigida a potabilidade da água, são definidos como não potáveis. Dentre os usos domésticos citados pode-se dizer que a

Recebido em 11/08/2012 Aceito em 28/04/2012

¹ Prof. Adjunto em Recursos Hídricos da Unidade de Ciência e Tecnologia Ambiental do CCTA/UFCG, Campus de Pombal-PB. Rua Jairo V. Andrade, Sn. (83) 3431-4016, moises@ccta.ufcg.edu.br.

descarga de bacia sanitária e mictório, a limpeza de pisos e paredes, a lavagem de veículos, a rega de jardins e a água de reserva para combate a incêndio, enquadram-se como não potáveis.

No Brasil, uma forma muito utilizada para o aproveitamento da água da chuva é a construção de cisternas, principalmente, no Nordeste. Alguns programas foram criados pelo governo no intuito de melhorar a qualidade de vida da população do semiárido brasileiro. O Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais ou APIMC (Associação Programa Um Milhão de Cisternas), cujo objetivo é fornecer cisternas para armazenamento da água das chuvas a 1.000.000 de famílias rurais do semiárido brasileiro, juntamente com a mobilização social e educação ambiental da população. Até o momento já foram construídas 12.400 cisternas de 16.000 litros cada uma. As águas das cisternas rurais são empregadas quase exclusivamente para usos domésticos, inclusive para cozinhar e para beber.

Segundo Scherer (2003) os edifícios escolares são uma fonte potencial para a implantação de sistemas prediais de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, pois geralmente apresentam grandes áreas de telhados e outras coberturas. Deste modo, para a implantação desses sistemas, são necessários estudos de viabilidade técnica e econômica, verificando o potencial de economia de água potável e determinando a relação entre custo e benefício.

Nos sistemas de captação e aproveitamento da água da chuva, o reservatório de armazenamento é a parte mais onerosa do sistema, sendo que o custo varia de acordo com o tipo e com o tamanho do reservatório. Segundo Tomaz (2003), reservatórios enterrados de fibra de vidro custam cerca de US\$ 137 por m³, já os apoiados custam, aproximadamente, US\$ 105 por m³. Portanto, escolher a melhor opção para o reservatório e determinar apropriadamente o seu tamanho são itens cruciais para tornar o sistema de aproveitamento de água de chuva executável e viável economicamente.

De acordo com MAY (2004) a viabilidade do sistema depende basicamente de três fatores: precipitação, área de coleta e demanda. O reservatório de água da chuva, por ser o componente mais dispendioso do sistema, deve ser projetado de acordo com as necessidades do usuário e com a disponibilidade pluviométrica local para dimensioná-lo corretamente, sem inviabilizar economicamente o sistema. Baseado nos resultados das análises realizadas e na utilização do sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva, seu uso para fins não potáveis deve ser estimulado.

O dimensionamento do volume do reservatório é fortemente dependente da área de captação e do regime de chuvas. Como o semiárido brasileiro apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço, em que a escassez de água constitui um forte

entrave ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental de forma sustentável. Nesse cenário, a escassez pode ser amenizada através do aproveitamento de águas pluviais. Entretanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência, da potencialidade e das incertezas pluviométricas, reduz substancialmente as possibilidades de manejo e gestão eficiente do aproveitamento de águas pluviais na região.

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no campus universitário da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG em Pombal-PB, considerando a extrema irregularidade no regime de chuvas e a possibilidade de substituição do uso de água potável em diversas atividades que usam um volume considerável de água, pela água de chuva, como na utilização em bacias sanitárias, lavagem de pisos e paredes, rega de jardins e lavagem da frota de veículos do campus.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo está sendo desenvolvido no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar – CCTA do Campus da UFCG em Pombal-PB, situado na região oeste do Estado da Paraíba, Meso-Região Sertão Paraibano e Micro-Região Sousa, à uma altitude de 184 metros e coordenadas 63.393EW e 9.251.510NS. Pombal está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, entre a sub-bacia do Rio Piancó e a região do Alto Piranhas, com clima do tipo Tropical Semi-Árido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8mm (CPRM, 2005).

O Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar – CCTA é constituído por 10 edificações principais: uma biblioteca, uma central de administração, duas centrais de aulas, uma central de ambiente de professores, dois prédios de laboratórios, um prédio de laboratórios de pesquisa, duas residências universitárias, cujas áreas de telhados são 468,66 m²; 470,69 m²; 462,66 m² cada uma; 462,66 m²; 483,51 m² cada uma; 462,66 m² e 225,23 m² cada uma, respectivamente. Todas as edificações são feitas em dois pavimentos, com sistemas de drenagem de águas pluviais instalados, possibilitando a coleta de água nos tubos verticais de drenagem, junto à base de cada edificação, necessitando apenas a construção dos reservatórios e a sua ligação aos pontos de coleta em cada edificação. Além disso, existem as passarelas que interligam as edificações, o centro de convivência, a garagem e o prédio da subprefeitura que não estão sendo considerados nesse estudo por não apresentar a estrutura de drenagem de águas pluviais existente nas dez edificações principais.

Existe a possibilidade de aproveitamento conjunto em quatro situações: as duas residências

universitárias (450,46 m²), a biblioteca e a administração (939,35 m²), as duas centrais de aulas e o ambiente de professores (1388,16 m²) e as três centrais de laboratórios (1429,73 m²) devido à proximidade das respectivas edificações.

Para este estudo foram utilizados dados de chuvas mensais obtidos das observações de chuvasdiárias em Pombal disponibilizadas pela Hidroweb (ANA, 2011), com dados de 1911 a 1983 e pela AESA (2011), com dados de 1993 a 2011. Isto possibilitou trabalhar com séries históricas de chuvas mensais com 90 anos de observações. A análise hidrológica nesse estudo consistiu da obtenção das séries históricas de chuvas mensais, suas médias e desvios mensais, totais de dias sem chuva e com chuva de cada mês, ao longo dos 90 anos de dados. Com essas informações determinam-se a probabilidade de ocorrência de chuva em cada mês, a probabilidade de excedência e o período de retorno da chuva média mensal.

As dez edificações do CCTA/UFCG apresentam consumo interno diferenciado, sendo as duas centrais de aulas e os três prédios de laboratórios aonde ocorrem os maiores consumos internos, cujas

demandas podem ser atendidas, em grande parte, com água coletada da chuva. Não existe, ainda, o conhecimento exato dessas demandas, por isso, para fins de dimensionamento de reservatórios, essas demandas foram fixadas e consideradas constantes ao longo do tempo, considerando as áreas de coletas em cada situação. Foi utilizado o método da simulação para dimensionamento dos reservatórios e o coeficiente de runoff foi considerado igual a 0,80. Todo processo foi realizado em ambiente Matlab através de rotinas computacionais desenvolvidas para estes fins.

RESULTADOS

Os valores da média e desvio padrão dos dados de precipitação mensal de Pombal, juntamente com os valores de probabilidade de chover, probabilidade de excedência da chuva média e o período de retorno da chuva média em cada mês estão apresentados na Tabela 1. Enquanto que os valores da média, desvio padrão, mínimos e máximos referentes ao total de dias sem chuva e ao total de dias com chuva de cada mês encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 – Valores da média e desvio padrão da chuva mensal, da probabilidade de chover, da probabilidade de excedência e do período de retorno da chuva média

Mês	Chuva média mm	Desvio padrão mm	Probabilidade de chover - %	Probabilidade de excedência - %	Período de Retorno
Jan	76,6	93,5	16,8	38	2,6
Fev	123,6	105,7	26,5	43	2,3
Mar	198,5	120,6	39,7	43	2,3
Abr	156,6	105,9	33,0	40	2,5
Mai	77,9	67,8	20,9	38	2,6
Jun	32,6	36,4	12,7	38	2,6
Jul	13,6	15,9	7,7	37	2,7
Ago	8,2	26,9	3,2	16	6,4
Set	2,6	5,9	1,2	20	5,0
Out	9,2	29,4	1,3	20	5,0
Nov	11,5	27,9	2,4	20	5,0
Dez	21,5	33,0	6,1	31	3,2

Tabela 2 – Valores da média, desvio padrão, mínimos e máximos referentes ao total de dias sem chuva e ao total de dias com chuva

Mês	Nº de dias sem chuva				Nº de dias com chuva			
	Média	Des Padrão	Mínimo	Máximo	Média	Des Padrão	Mínimo	Máximo
Jan	25,8	4,0	12	31	5,2	4,0	0	19
Fev	20,8	4,6	10	29	7,4	4,6	0	18
Mar	18,7	5,1	7	30	12,3	5,1	1	24
Abr	20,1	5,1	7	30	9,9	5,1	0	23
Mai	24,5	4,3	12	31	6,5	4,3	0	19
Jun	26,2	3,0	14	30	3,8	3,0	0	16
Jul	28,6	2,7	12	31	2,4	2,7	0	19
Ago	30,0	1,8	17	31	1,0	1,8	0	14
Set	29,6	0,7	26	30	0,4	0,7	0	4
Out	30,6	0,8	26	31	0,4	0,8	0	5
Nov	29,3	1,4	22	30	0,7	1,4	0	8
Dez	29,1	1,9	24	31	1,9	1,9	0	7

Com os dados da média e de desvio padrão da chuva mensal de cada mês construíram-se os respectivos gráficos exibidos na Figura 1. Na Figura 2

estão exibidos os valores médios do total de dias sem chuva e do total de dias com chuva de cada mês.

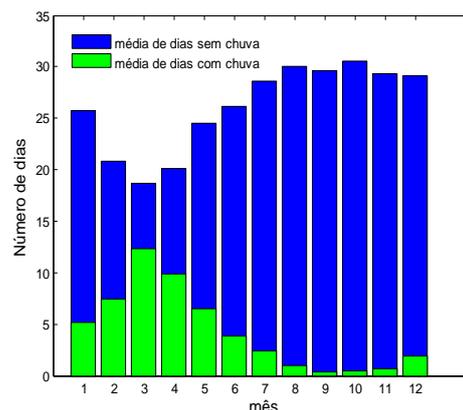
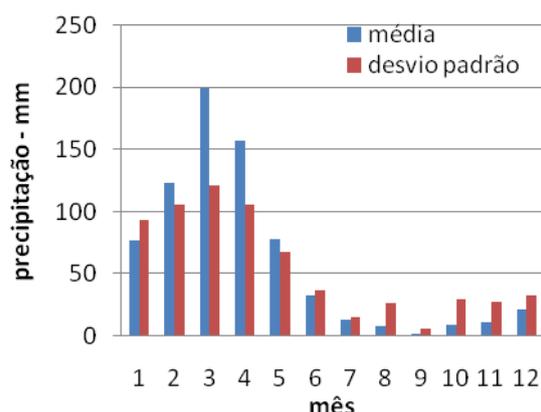


Figura 1 - Valores da média e desvio padrão da chuva mensal de dias sem e com chuva

No processo de simulação dos reservatórios, consideraram-se os valores de demanda para as diversas configurações de captação, de acordo com as respectivas áreas de telhados, como mostra a Tabela 3. Assim, a demanda total correspondente a 190 m³

mensal pode ser suprida através de 10 reservatórios individuais (situação 1) ou usando 4 reservatórios, conforme a configuração apresentada na citada Tabela (situação 2).

Tabela 3 – Valores de demandas e de área de captação para as diferentes configurações

Edificação	Área de telhado- m ²	Demanda m ³	Edificação	Área de telhado m ²	Demanda m ³
Res.Universitária -RU1	225,23	10	Central Lab. -CL1	483,51	22
Res.Universitária -RU2	225,23	10	Central Lab. -CL2	483,51	22
Central de Aulas - CA1	462,72	21	Central Lab. -CL3	462,72	21
Central de Aulas- CA 2	462,72	21	RU1 +RU2	450,46	20
Central Professores- CP	462,72	21	Bb + Ad	939,35	42
Biblioteca- Bb	468,66	21	CA1 + CA2 + CP	1388,16	63
Administração-Ad	470,69	21	CL1 + CL2 + CL3	1429,73	65

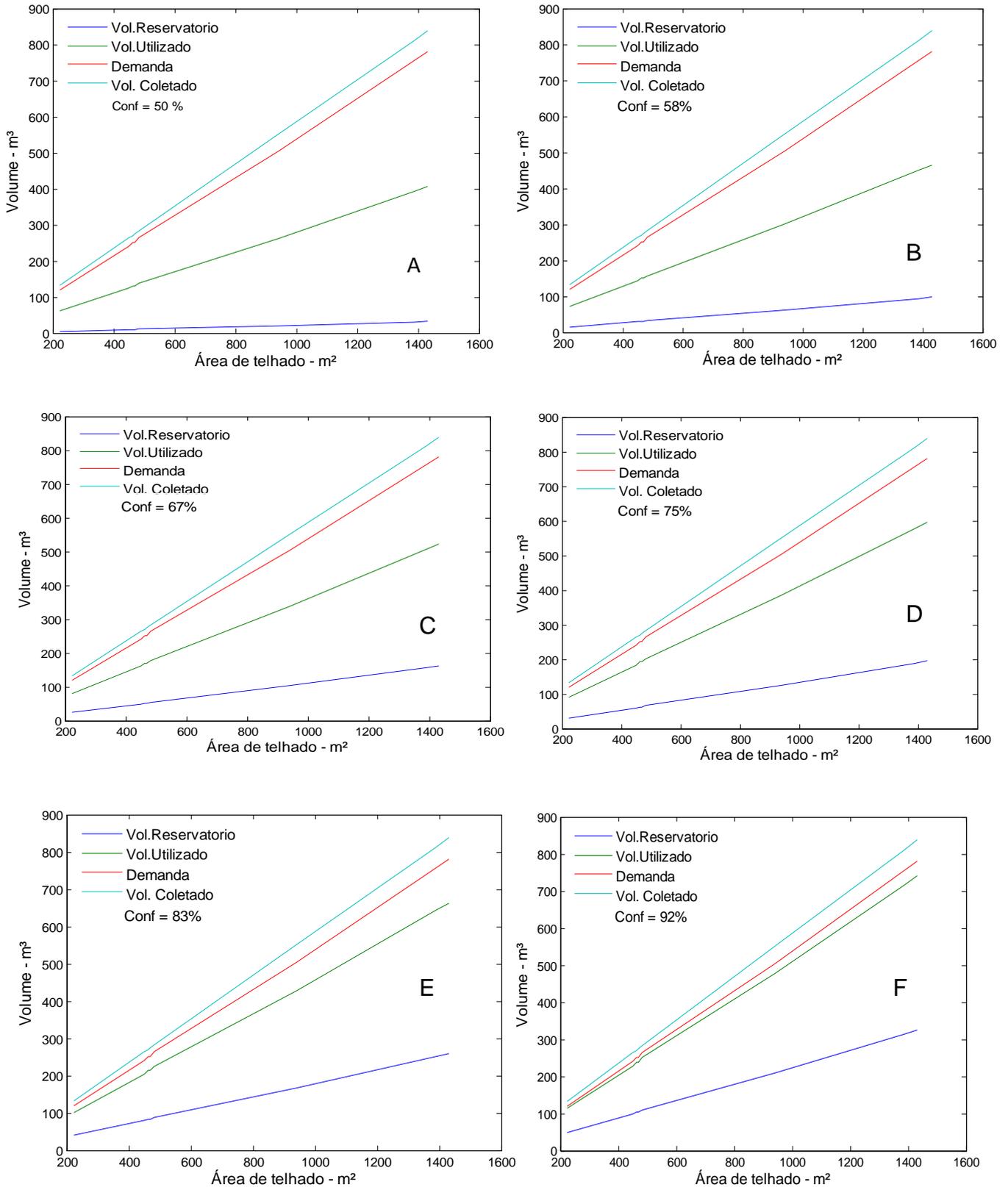


Figura 3 –Volume de água coletados da chuva, volume de demanda, volume doReservatório e volume utilizado para atender as demandas e função das áreas de captação para as situações emque o volume do reservatório é igual a: A) 0,5 x demanda, B) 1x demanda, C) 2xdemanda, D) 3x demanda, E) 4x demanda e F) 5 x demanda

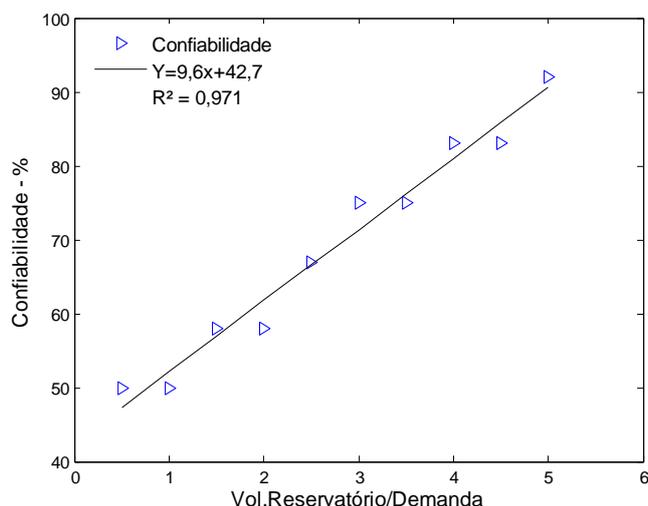


Figura 4 - Valores da confiabilidade de atendimento do sistema para as 10 condições de reservação, em função do volume do reservatório sobre a demanda.

A partir dos dados médios de chuva mensal, áreas dos telhados e coeficiente de runoff, obtiveram-se os valores de volume de chuva mensal, designados de volumes coletados. A demanda mensal foi fixada, de acordo com a área de coleta, e considerada constante ao longo do ano e os reservatórios para as situações 1 e 2 foram simulados considerando 10 condições:

VR=0,5D; VR=D; VR=1,5D; VR=2D; VR=2,5D; VR=3D; VR=3,5D; VR=4D; VR=4,5D e

VR=5D, em que VR é o volume do reservatório e D a demanda. O volume armazenado é disponível para suprir a demanda em cada mês ao longo do ano foi chamado de Volume utilizado. Os resultados das simulações das 10 condições de volume de reservatório estão apresentados na Figura 3. Na Figura 4 são exibidos os valores da confiabilidade de atendimento do sistema para as 10 condições de reservação, em função de VR/D.

Os resultados da análise hidrológica (Figuras 1 e 2 e Tabelas 1 e 2) mostram uma extrema variabilidade pluviométrica, evidenciando o período de maior escassez, entre julho e dezembro e o com maiores probabilidades de chover entre janeiro e junho. Os valores de probabilidade de excedência, período de retorno e números de dias com e sem chuvas corroboram com essa análise.

Os resultados de simulação dos reservatórios mostram que a possibilidade de melhor atendimento da demanda depende de uma reservação bem maior do que a demanda, como pode ser observado nas Figuras 3 e 4, em que a confiabilidade varia de 50 a 92% para volumes de reservação da metade até 5 vezes os valores de demanda.

CONCLUSÃO

O CCTA apresenta potencial de aproveitamento de água de chuva muito dependente do volume de reservação, em que a demanda ao longo do ano só será atendida plenamente se o volume de reservação for maior do que 5 vezes a demanda, devido a grande variabilidade pluviométrica.

BIBLIOGRAFIA

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

SCHERER, F. A. **Uso Racional da Água em Escolas Públicas: Diretrizes Para Secretarias de Educação**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis**. ed. São Paulo: Navegar, 2005. 180 p. (Série Tecnologia)

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo: Navegar Editora, 2003.