

I-243 – ANÁLISE ECONÔMICO FINANCEIRO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO ESTÁDIO NACIONAL MANÉ GARRINCHA

Will Robson Lima Sampaio⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia do Centro Universitário do Distrito Federal (UDF, 2014).

Nome do Autor

Mauro Roberto Felizatto

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU, 1985). Mestre e Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (UnB, 2000). Analista de Sistema de Saneamento III (Eng^o Sênior) da CAESB, atualmente Coordenador de Operação do Sistema Alagado, Santa Maria e Gama.

Nome do Autor

Engenheiro Sanitarista Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT, 2007). Mestre em Recursos Hídricos pela mesma Universidade (UFMT, 2010). Especialista em Gestão de Projetos em Engenharia e Arquitetura pelo Instituto de Pós-Graduação - IPOG/DF e Estatística Aplicada pela Universidade Cruzeiro do Sul. Atua na CAESB na coordenadoria de tecnologia e pesquisas aplicadas. Professor do Centro Universitário do Grupo Cruzeiro do Sul - UDF na área de gerenciamento da construção civil.

Endereço⁽¹⁾: Rua 36 Norte Lote 07 – Águas Claras – Distrito Federal - DF - CEP: 71919-180 - Brasil - Tel: (61) 8161-5190 - e-mail: willwidth@gmail.com

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi apresentar estudo de viabilidade econômico financeiro do Sistema de Aproveitamento das águas Pluviais no Estádio Nacional Mané Garrincha. Quanto aos aspectos técnicos, foram realizados levantamento das características técnicas do projeto, compreendendo: a) alternativas técnicas avaliadas para a implantação do projeto (inclusive a fim de reduzir custos e minimizar os impactos ambientais); b) Descrição técnica do projeto; e c) Vida útil estimada para o empreendimento. O método de análise financeira foi aplicado a partir das estimativas de fluxo de caixa relevantes e informam ao tomador de decisão se o projeto é viável ou não para a organização. Através do site do INMET obteve-se a série histórica dos últimos 25 anos das precipitações pluviométricas na região de Brasília, utilizou-se estas precipitações para o dimensionamento do reservatório através do método de Monte-Carlo, o volume total encontrado foi de 10.257m³ de água aproveitado da chuva, porém utilizou-se para fins de análise econômicos financeiros o volume real executado no ENMG considerado pelo projetista. As três técnicas mais utilizadas no ambiente empresarial são: Payback, VPL e TIR, através da utilização destas técnicas usando-as como métodos de cálculos financeiros concluiu-se que o investimento feito no Sistema de captação de águas pluviais implantado no Estádio Nacional Mané Garrincha não é viável economicamente falando, já que para este sistema o período máximo considerado para um retorno favorável foi de 30 anos e o resultando do Payback ultrapassou esse tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento, Águas pluviais, Estádio Nacional, Viabilidade econômica.

INTRODUÇÃO

A água é um elemento da natureza de importância vital e fundamental para a existência do homem, na utilização para abastecimento público, industrial, agropecuário, na preservação da vida aquática, na recreação e no transporte.

Ao longo do tempo, a humanidade vem se defrontando com vários problemas globais, dentre eles os ambientais, que vêm adquirindo especial importância, em função do aumento das demandas por causa do impacto do desenvolvimento industrial, crescimento demográfico e ocupação do solo de forma intensiva e acelerada e maior uso dos recursos naturais, imposto pelos padrões de conforto e bem-estar modernos, com a consequente suscetibilidade de contaminação e aumento do risco de doenças de transmissão hídrica.

Entende-se por poluição das águas “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas, capaz de por em risco a saúde, a segurança e o bem-estar das populações ou que possa comprometer a fauna ictiológica e a utilização das águas para fins agrícolas, comerciais, industriais e recreativos”, ou seja, que prejudique qualquer dos seus usos múltiplos.

A água é um bem indispensável à vida. Portanto, para que a vida se perpetue e que não haja proliferação de alguns tipos de doenças se faz necessário que toda pessoa possa desfrutar de água potável, tanto para beber, quanto para preparar alimentos, ou mesmo para a higiene pessoal. Para que isso aconteça é necessário que ações de educação ambiental, voltadas à manutenção da qualidade da água sejam inseridas na sociedade, principalmente nas escolas (CLARK; KING, 2005).

Segundo informam Clark e King (2005) o volume de água doce na superfície da Terra é fixo, não podendo aumentar nem diminuir. Desse modo, à medida que a população cresce, e as aspirações dos indivíduos aumentam, há cada vez menos água disponível por pessoa.

Clark e King (2005) apresentam uma realidade chocante, ao afirmarem que em boa parte do mundo muitas pessoas já estão enfrentando a escassez de água. Por volta de 2050, estima-se que mais de 4 bilhões de pessoas – quase a metade da população mundial – estarão vivendo em países com carência crônica de água. Sendo assim, cabe a população conscientizar-se da necessidade da preservação desse recurso indispensável para a vida.

De acordo com Day (2007) os rios e mares estão se tornando cada vez mais poluídos por pessoas e indústrias que lançam altos níveis de substâncias nocivas no meio ambiente. Quase tudo o que se derrama, joga-se fora, queima-se ou enterra-se encontrará seu caminho nas águas. A água é um recurso essencial para a vida, mas não tem sido tratada com o devido respeito pelo homem, que tem degradado os recursos hídricos através do lançamento de esgoto doméstico na natureza, deposição inadequada do lixo, contaminação por agrotóxico, etc., diminuindo, assim, consideravelmente a qualidade da água disponível.

A captação da água, para aproveitamento e utilização era visto como uma opção utópica até alguns anos atrás, no entanto, hoje é uma alternativa que não pode ser ignorada, o tratamento de água deve ser visto como um meio de purificar a água e atualmente, várias construções sustentáveis estão surgindo já com os sistemas de captação da água, como o caso de um grande empreendimento como o Estádio Nacional Mané Garrincha. Onde será efetuada a pesquisa de viabilidade econômico financeiro deste trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho é apresentado o método de pesquisa quantitativa. Staw, (1977, p.131, apud ROESCH, 1999.) Conceitua pesquisa quantitativa “é apropriada para avaliar mudanças em grandes organizações. Quando se trata de programas abrangentes como reestruturação do trabalho, sistema participativo, é interessante introduzir mudanças numa base experimental” (Openheim apud Roesch, 1999, p.21) o propósito do projeto de pesquisa ou delineamentos analíticos “são menos orientados para a representatividade e mais para a predição. Exemplos são os estudos de caráter experimental que incluem estudos longitudinais, seja através de testes antes e depois, seja através de estudos de series temporais”

Quanto aos objetivos

Conforme Roesch (1999) a pesquisa é descritiva, quando se analisa, observa-se, registra-se e se correlacionam aspectos envolvendo fatos ou fenômenos. Esta se apresenta do tipo documental. De acordo com as características da pesquisa descritiva pode-se destacar esta como espontânea, no sentido de que o pesquisador não interfere na realidade, apenas observa as variáveis que espontaneamente, estão vinculadas ao fenômeno.

Quanto ao procedimento na coleta de dados

A Tabela 1 contém os procedimentos na coleta de dados da pesquisa bibliográfica, onde se procura nos livros relevantes ao assunto à criação de uma base sólida de fundamentação.

Tabela 1: Fonte de dados. Fonte: Azevedo (2006).

FONTES PRIMÁRIAS	FONTES SECUNDÁRIAS
Documentos oficiais	Livros
Publicações administrativas	Monografias. Teses e dissertações
Arquivos particulares	Pesquisas Bibliográficas

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO

Para que os objetivos deste presente trabalho possam ser alcançados, alguns levantamentos de dados serão realizados.

Quanto aos aspectos técnicos, onde foi feito o levantamento das características técnicas do projeto, compreenderam-se:

- Alternativas técnicas avaliadas para a implantação do projeto (inclusive a fim de reduzir custos e minimizar os impactos ambientais);
- Descrição técnica do projeto; e
- Vida útil estimada para o empreendimento.

Quanto à análise financeira está deve ser direcionada de forma a demonstrar as despesas e receitas financeiras derivadas do projeto e que afetam o setor estudado.

Em toda esta seção, o horizonte temporal a ser considerado deve ser, no mínimo, igual ao tempo em que o empreendimento está em operação e, no máximo, igual à vida útil estimada para o empreendimento (informada no subitem c, item Características técnicas, seção Aspectos técnicos).

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{L_t}{(1+p)^t} \text{ e } t = 0,1,2,3 \dots n \quad (1)$$

O método de análise financeira escolhido para o estudo apresenta como indicadores para análise de investimentos as técnicas de orçamento de capital, que são aplicadas a partir das estimativas de fluxo de caixa relevantes e informam ao tomador de decisão se o projeto é viável ou não para a organização. As três técnicas mais utilizadas no ambiente empresarial são:

$$VAL = \sum_{n=0}^N \frac{B_n}{(1+i)^n} - \sum_{n=0}^N \frac{C_n}{(1+i)^n} = 0$$

a) Payback.

Investimento inicial

Entrada anual de caixa = Período de Payback

b) VPL – Valor presente Líquido.

Equação (1) VPL Fonte: Noronha (1987)

c) TIR – Taxa Interna de Retorno.

i = TIR Equação (2) TIR Fonte: Pereira (2008)

MATERIAL

A área de captação de águas pluviais da cobertura é composta por três tipos de materiais conforme mostrado na Figura 1 na seguinte forma: a área 1 parte que está mais na extremidade foi construído em concreto armado conhecida como anel de compressão, a segunda parte área 2 é composta por uma membrana fotocatalise que além de servir para o escoamento da água de chuva ela também foi projetada com capacidade auto limpante e ainda tem capacidade de capturar poluição de veículos automotores, já a terceira e última parte da cobertura área 3 que fica localizada mais ao centro da cobertura mostrada na Figura 3, tem como função cobrir a parte da arquibancada inferior e foi executada em material de polietileno, a soma das áreas total é de 67.505,64m², todas com área de escoamento aproveitado para o aproveitamento de águas pluviais. As águas pluviais provenientes da cobertura são captadas por meio de tubos de queda e em seguida estes tubos são conduzidos ao piso do 1º subsolo, onde caminharão através de tubulações, até o lançamento em cisternas inferiores com capacidade total de 1.400 m³, divididos em 4 cisternas com um volume de 350m³ cada, com sistema de extravasão, para posterior lançamento em rede pública.

A Figura 2 mostra uma foto a área do Estádio Nacional Mané Garrincha, onde pode ser visto a área útil para o escoamento da água pluvial a ser aproveitado.



Figura 1: Foto aérea da Cobertura do Estádio Nacional Mané Garrincha.

A cobertura do ENMG é composta por dois anéis de calhas uma mais à extremidade e outra mais ao centro, conforme mostra a figura 1, a figura 2 é possível enxergar um corte da calha interna onde a água escoada na área 2 e área 3, é direcionada para estas calhas, elas foram projetadas com altura o suficiente para que seja possível acontecer o evento sifônico que faz com que a água adentre no captador sem a formação de vórtice como mostra a figura 4.



Figura 2: Perspectiva da calha interna onde recebe água de chuva da área 1 e área 2.

As calhas foram fabricadas em módulos afim de facilitar a montagem e execução, a figura 3 é possível visualizar o resultado da execução dos módulos de das calhas.



Figura 3: Lado inferior das calhas.

Captador EPAM:

O sistema instalado no estádio usa o captador EPAM, sendo um produto patentado da Empresa Saint Gobain, com sistema sifônico que tem como objetivo principal trabalhar o anti vórtice, que proporciona o enchimento total dos tubos, impossibilitando a entrada de ar nas tubulações gerando assim uma sub pressão negativa no interior da canalização e consequentemente um efeito de sucção fazendo que a tubulação funcione em seção plena. Para um mesmo índice pluviométrico e superfície de telhado, reduz-se sensivelmente os diâmetros das colunas e trechos de tubulação. Além disso não é necessário considerar declividade nas instalações. Utilizou-se um total de 192 unidades de captadores em toda cobertura do E.N.M.G.

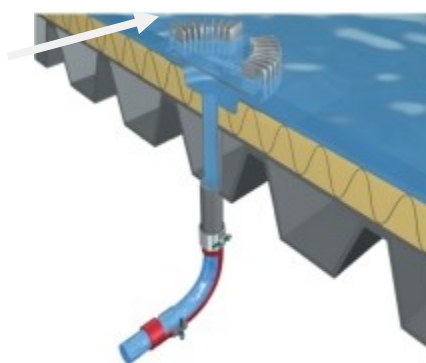


Figura 4: Detalhe do Captador EPAM trabalhando em seção plena e eliminando o vórtice da água.

Fonte: Manual de instrução para instalação dos Captadores EPAMS.

Tubos e conexões: As águas pluviais provenientes da cobertura são captadas por meio de tubos de queda e em seguida estes tubos serão conduzidos ao piso do 1º subsolo, onde caminharão através de tubulações, na figura 5 é possível ver os coletores horizontais e colunas de queda fixados nos suportes verticais e horizontais que irão descer ao encontro das cisternas localizadas no 1º subsolo, com capacidade total de 1.400,00m³, com sistema de extravasão, para posterior lançamento em rede pública.



Figura 5: Coletores horizontais e verticais para o transporte da água pluvial situados logo abaixo da cobertura, transição dos tubos executados com suportes e abraçadeiras.

As conexões são compostas da seguinte forma: Nos pontos de ligação das conexões aos tubos, as mesmas são ligadas por abraçadeiras de inox mostrada na figura 5, antes mesmo de instalar a abraçadeira de inox, existe um anel de borracha que irá trabalhar na vedação evitando o vazamento de fluido, já nas curvas onde sofre maior impacto e pressão do fluido, foram instaladas as abraçadeiras dentadas que tem como função reforçar mecanicamente as curvas, como mostra a figura 6.

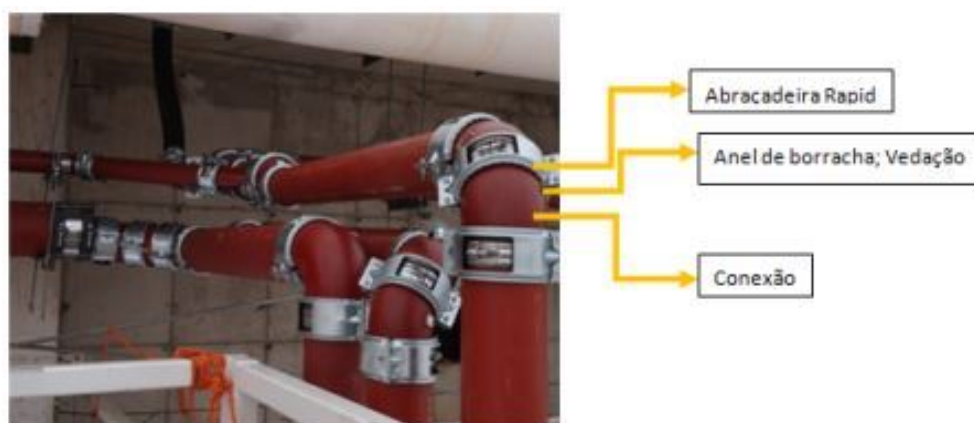


Figura 6: Conjunto de conexões, abraçadeiras e anéis de vedação utilizados para transição, fixação e vedação das tubulações que transportam a água de chuva.

Suportes: Foram projetados e executados diversos tipos de suportes para garantir o apoio, fixação e o caminhamento dos tubos e conexões, que por sua vez transportam a água ao seu destino. Os tipos de suportes são: Suportes em cantoneira e vergalhão, mostrados na figura 7. Os tubos que correm na horizontal no sentido circular logo após as saídas das calhas receberam esse tipo de suporte que garante a segurança e o bom funcionamento do sistema de captação de águas pluviais.



Figura 7: Suportes em vergalhão e cantoneiras em aço maciço projetados e fabricados para apoio dos tubos instalados no sentido horizontal.

Para alguns pontos em especial foi necessário a fabricação de suportes tipo ponte mostrado na figura 8, também em cantoneiras de aço maciço, estes suportes foram necessários para garantir que os tubos fossem apoiados com a segurança de que naqueles pontos não houvesse a possibilidade de queda dos mesmos, devido a carga do tubo cheio de água, e por se tratar de pontos onde as extremidades do tubo com comprimento de 3m não alcançassem um apoio fixo.

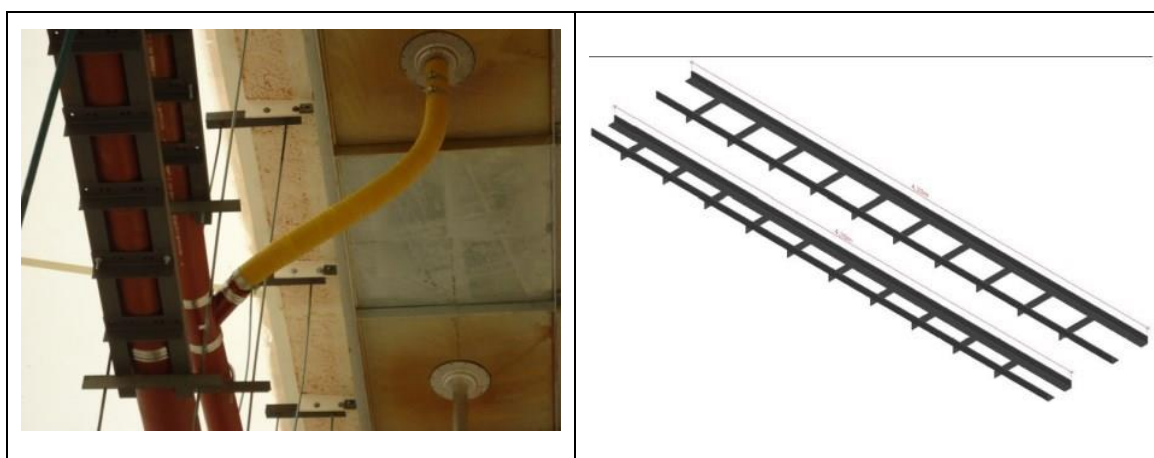


Figura 8: Suporte tipo ponte que garante o total apoio do tubo e resistência a carga aplicada da tubulação cheia de água.

Os suportes Ponte de drenagem tipo “T” mostrado na figura 9, estes suportes foram divididos em 4 unidades iguais por se tratar da situação em que toda a instalação da cobertura foi projetada e dividida em 4 partes iguais, conforme pode-se visualizar umas das 4 partes na figura 10, nesta mesma imagem é possível visualizar os 6 tubos de 250mm posicionada dentro da ponte tipo “T”.

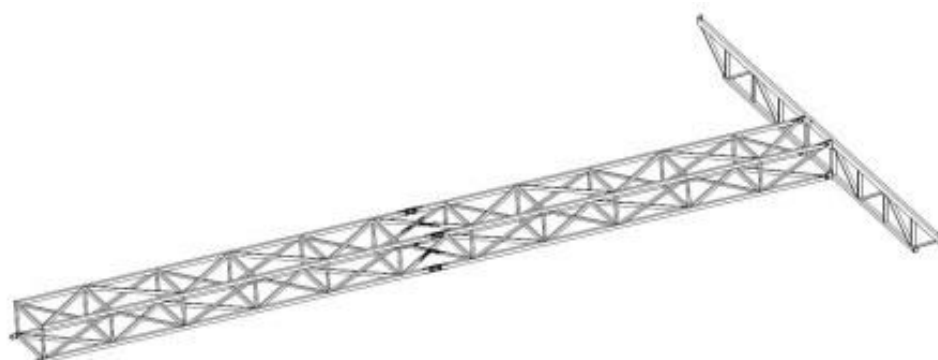


Figura 9: Detalhe do projeto da ponte de drenagem em “T” para passagem de 6 tubos DN 250mm.

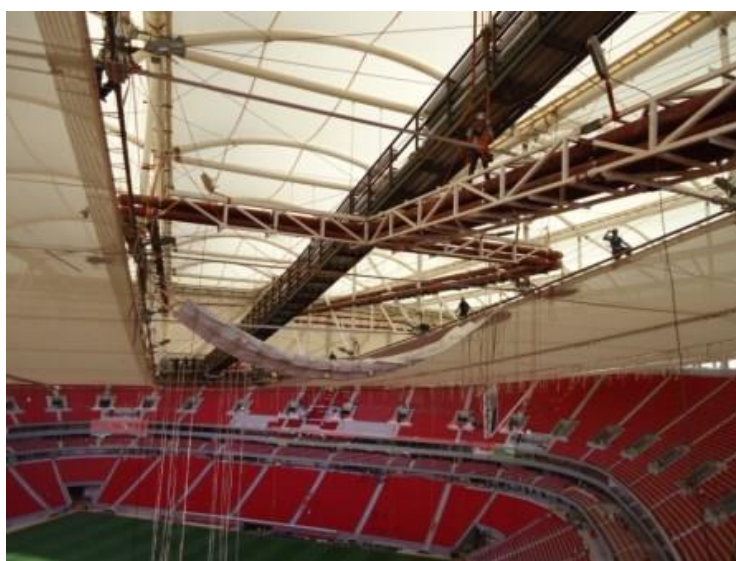


Figura 10: Ponte de drenagem em “T”, projetado para o caminhamento de 6 tubos DN 250mm.

Na figura 11 é mostrado o detalhe dos suportes em aço projetado para transição horizontal por trás do topo das arquibancadas que posteriormente irão descer para os suportes locados nos pilares da arquibancada superior, foram fabricados e instalados 24 unidades deste tipo de suportes.

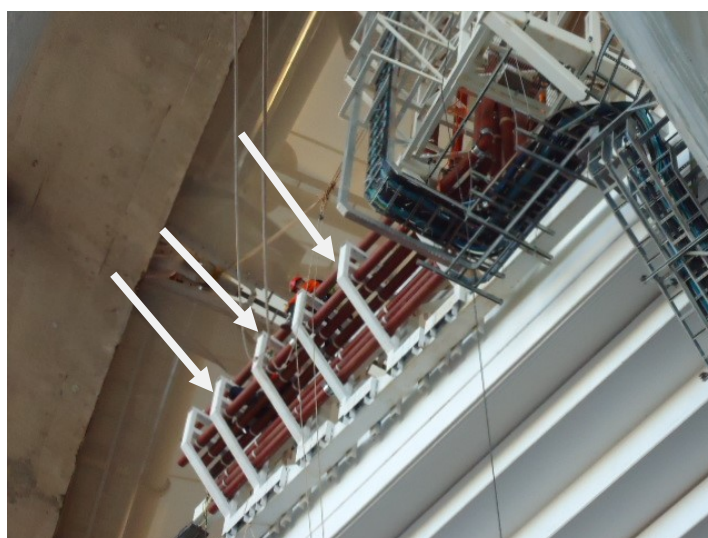


Figura 11: Suportes em aço para transição dos tubos que correm no sentido horizontal localizados no topo da parte externa da arquibancada superior.

Os suportes em módulos retangulares foram fabricados e instalados nos pilares das arquibancadas superior conforme podemos visualizar na figura 12. Estes por sua vez tem a função de suportar os tubos no sentido diagonal e vertical. Fabricou-se estes suportes em aço para as descidas de tubos na vertical e diagonal, somando um total de 28 módulos e instalados 7 (sete) em cada um dos 4 (quatro) pilares, para cada suporte foram fabricados juntamente com eles 4 chapas de aço com quatro furos cada, sendo um total de 16 parafusos de 1/2" fixados com chumbadores químicos, os chumbadores são utilizados hoje no mercado como solução ideal para fixação de aço em concreto, vergalhões e barras roscadas. (Catálogo chumbadores químicos 2009-Fischer).



Figura 12: Suportes em aço para as descidas de 9 tubos DN100mm no sentido vertical e no sentido diagonal.

Filtro de areia: Os filtros FM100 mostrados na figura 13, são construídos em tanque de polietileno, totalmente à prova de corrosão, sem emendas e monobloco. Foram utilizados 4 conjuntos de filtros, um para cada reservatório de água com um volume de 350m³.



Figura 13: Filtro de areia locado nos reservatórios que recebe água diretamente da cobertura.

Reservatórios: Foram construídos 4 tipos de reservatórios para o sistema de águas pluviais. Tipo 01, tipo 02, tipo 03 e tipo 04. O reservatório tipo 01 mostrado na figura 14 e 15, formam as quatro cisternas localizadas no 1º subsolo do E.N.M.G. Para este reservatório foi utilizado concreto de 40Mpa devido o mesmo ser sob o solo. Característica do reservatório tipo 01: Foram construídos 4 unidades com capacidade para 350m³ com um total de 1.400m³, com área de 235m² cada e Hu 1,50m como mostra a figura 18 e 19.

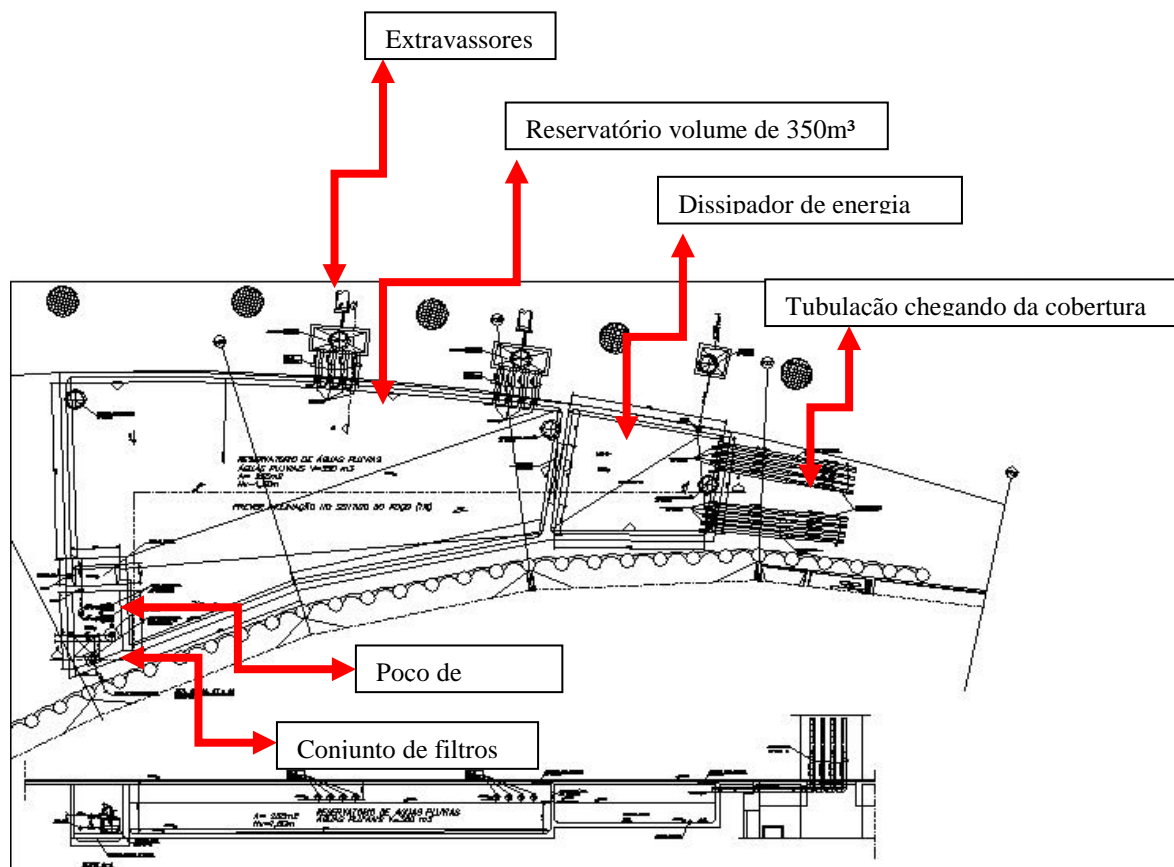


Figura 14: Cisterna sob o PISO do 1º subsolo que recebe a água proveniente da cobertura.



Figura 15: Imagem da construção de um dos 4 reservatórios de 350m³.

Reservatório 02: A partir do reservatório tipo 01 a água é direcionada por gravidade ao 2º subsolo onde ficam o reservatório tipo 02. O Reservatório tipo 02 é onde fica a reserva técnica de incêndio, para Hidrante e Sprinklers, é neste reservatório que fica o barrilete contendo sistema de bombeamento que conduz a água aos reservatórios superiores. O reservatório tipo 2 tem um volume total de 273,39m³, sendo 186,43m³ para o sistema de combate a incêndio com Hidrantes, e 80,41m³ para o sistema de combate a incêndio com Sprinklers. Considerando que este volume é multiplicado por dois reservatórios, teremos um total de 546,78m³ conforme mostra a figura 16.

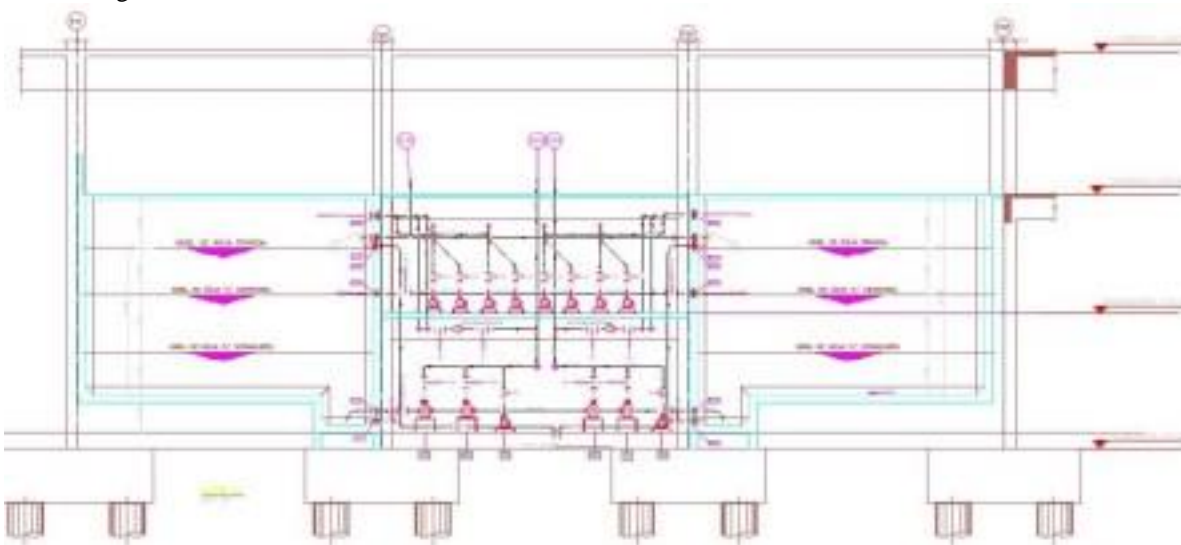


Figura 16: Reservatório inferior de água tratada.

.Reservatório tipo 3 para irrigação: A partir do reservatório tipo 01 a água também é direcionada por gravidade ao 3º subsolo onde fica o reservatório tipo 03 que armazena a água de irrigação, O volume total deste é de 300m³ para irrigação e 280m³ para drenagem do campo mostrada na figura 17.

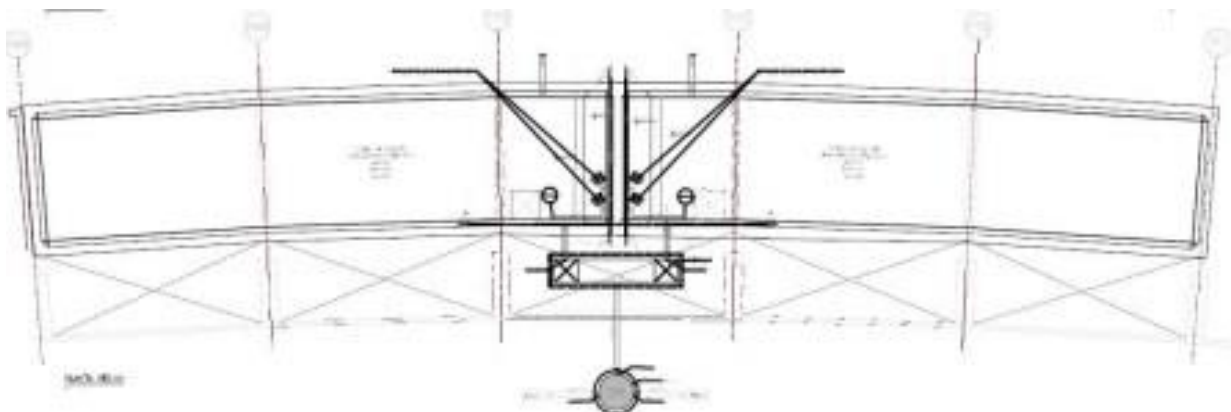


Figura 17: Planta baixa do reservatório de irrigação.

Sistema de Bombeamento: O Barrilete de bombeamento foi locado nos reservatórios tipo 02, onde será feito o recalque de água tratada para os 04 (quatro) reservatórios superiores conforme mostra a figura 18.



Figura 18: Sistema de recalque de água tratada com um conjunto de 8 unidade de moto bombas para o recalque da água tratada, sendo sempre uma reserva da outra.

Reservatório tipo 4: Os reservatórios tipo 04 são os que ficam elevados, localizados sobre a laje do 2º pavimento, é a partir destes reservatórios que a água é direcionada por gravidade aos sanitários. Existem 04 Unidades deste

tipo de reservatórios cada um com volume de 73,22m³ chegando a um volume total de 292,88m³, como mostra a figura 19.

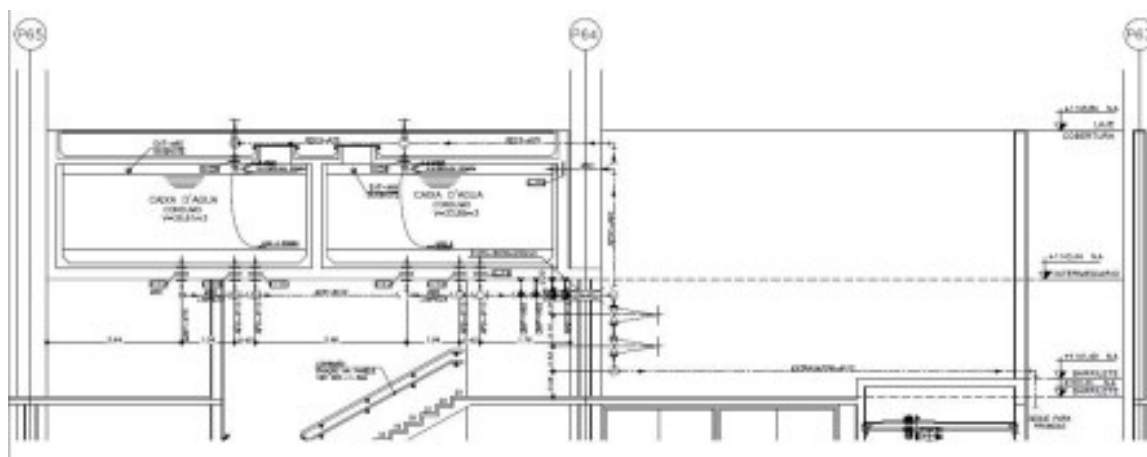


Figura 19: Corte esquemático de um dos 04 reservatórios elevados, localizados na laje do 2º pavimento.

PROCESSO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL PELO SISTEMA ANTI VÓRTICE.

A água de chuva é captada através da cobertura com uma área de 67.505,64m², a cobertura é composta por duas calhas que fecham uma circunferência, uma mais ao centro do estádio e outra mais na extremidade, conforme a Figura 01.

Nas calhas existe os captadores que funcionam com um sistema anti-vórtice que fará com que a tubulação trabalhe sem a entrada de ar, favorecendo no quesito de aproveitar ao máximo a seção do tubo, ou seja, a tubulação trabalhará em seção plena sem a presença de ar, distinguindo-se das instalações de captação de águas executado tradicionalmente.

Todo captador é dimensionado para “sugar” um volume de água previamente estabelecido no projeto, independentemente do caimento de laje utilizado. A NBR 9575 - Impermeabilização cita uma inclinação mínima de 1% em lajes e 0,5% em calhas, o que não restringe o uso de valores mais elevados. Um caimento maior somente influencia na velocidade em que a água chega aos captadores, e quanto maior a velocidade, mais rápida será a drenagem dessa cobertura. (Manual de instrução para instalação dos Captadores EPAMS).

2) A utilização do Sistema EPAMS se torna vantajosa pela capacidade de drenagem dos captadores e consequente redução do nº de colunas e diâmetros das tubulações. (Manual de instrução para instalação dos Captadores EPAMS).

3) Um captador deve ser assentado em um espaço mínimo de 40 cm e seu cálice com 19,2 cm de diâmetro. O tubo possui um comprimento de 40 cm, mas é variável de acordo com a situação, respeitando um mínimo de 25 cm, de acordo com a figura 20. (Manual de instrução para instalação dos Captadores EPAMS).

Além disso, os captadores possuem uma chapa de aço inox de 50x50 cm, que serve para facilitar o assentamento e, principalmente, ajudar na impermeabilização. Em caso de áreas reduzidas, esta chapa pode ser diminuída ou cortada, pois não altera em nada o funcionamento do sistema.

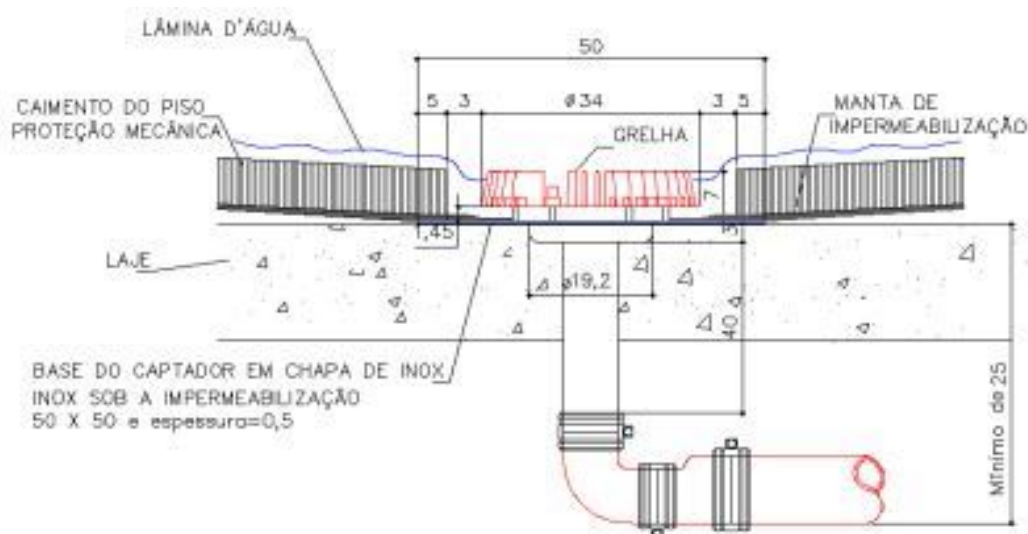


Figura 20: Corte esquemático mostra como deve ficar o resultado do captador EPAM instalado.
Fonte: Manual de instrução para instalação dos Captadores EPAMS.

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

O site Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP-INMET apresentam dados históricos da precipitação pluviométrica nos últimos 25 anos. Conforme dados expostos na Tabela 2.

Tabela 2: Dados pluviométricos mensais em mm nos últimos 25 anos em Brasília no período de 1989 a 2014.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1989	243,6	279,4	176,8	49,4	0	4,5	15	59,1	119,2	191	211,9	454,9
1990	209	174,1	80,9	101,1	84,9	0,3	95,3	26,9	98,9	164,2	196,8	86,9
1991	361,3	227,7	241,5	236,9	6,9	0	0	0	25,8	189,3	408,4	250,5
1992	171,6	313,8	135,8	297,9	4,5	0	0	19,5	95,4	202,8	339	256,7
1993	114,6	258,1	75,1	93,7	24,1	6,7	0	37,1	75,1	75,1	225	296,5
1994	166,8	134,8	324,4	143,1	69,4	12	4	0	0	50	268,9	194
1995	204,6	158,3	253,1	140,3	38,4	0	0,1	0	0,6	144,3	191,9	244,2
1996	84,7	91,1	204	88,7	16,6	0	0	38,2	24,8	107,3	250,9	250,8
1997	315,4	68,9	371,9	135,9	60,7	23,9	0	0	85,2	104,3	188,5	157,3
1998	246,3	128,1	263,1	67	38,8	7,4	0	9,7	20,7	125,8	300,5	167,8
1999	70,8	108,6	228,1	60,9	8,9	3,3	0	0	59,9	200,1	289,8	206,3
2000	130	168,3	229,6	98,8	0	0	0,2	56,3	105,3	201,8	231,7	155,3
2001	179,4	105,9	191,5	145,4	36,2	0	14,6	38,5	50,5	132,5	199,6	191,4
2002	208,3	233	133,8	90,1	18,2	0	16,5	17,8	67,8	57,5	175,1	371,4
2003	229,4	164,3	208,2	70,2	8,7	0	0	62,4	11,3	64,8	276,4	191,5
2004	344,4	422,3	266,8	171,2	11,6	0	0,5	0	0	172,3	103,9	126
2005	245,2	264,7	398,6	28	17	5,4	0,2	39,1	55,9	57,3	226,5	422,2
2006	123,1	191,4	257,9	141,7	35,1	0,9	0,1	52,8	40,3	526,4	195,6	182,1
2007	269,6	265,9	35,7	50,1	7,5	0	0	0	0	38,3	224,9	275
2008	201	227,6	234,6	210,2	0	0	0	2,7	79,9	38,7	271	323,4
2009	205	134,8	81	375,9	61,2	9,3	0	72,5	50,5	295,8	199,1	307,8
2010	121	37,2	244,7	238,8	27,5	0	0	0	0	189,9	254,5	318
2011	126,8	172,4	243,2	69,5	13,9	3,8	0	0	7	263,9	333,8	324,5
2012	269,9	114,9	196,9	121,3	44,4	2,4	0,2	0	32,9	109,8	444,6	141,9
2013	491,8	190,1	190,3	95,4	22,2	6,2	0,3	0	65,9	106,7	278,8	353,6
2014	153	139,2	359,6	249,3	2,8	10	0					
Media	211,02	183,65	216,43	137,34	25,37	3,70	5,65	21,30	46,92	152,40	251,48	250,00
Desvio padrão	94,51	84,67	90,83	84,98	23,29	5,54	18,95	24,68	37,52	104,58	74,43	94,29
Fonte:	BDMEP – INMET (2014)											

Os dados da tabela 2 podem ser melhor visualizados na figura 27.

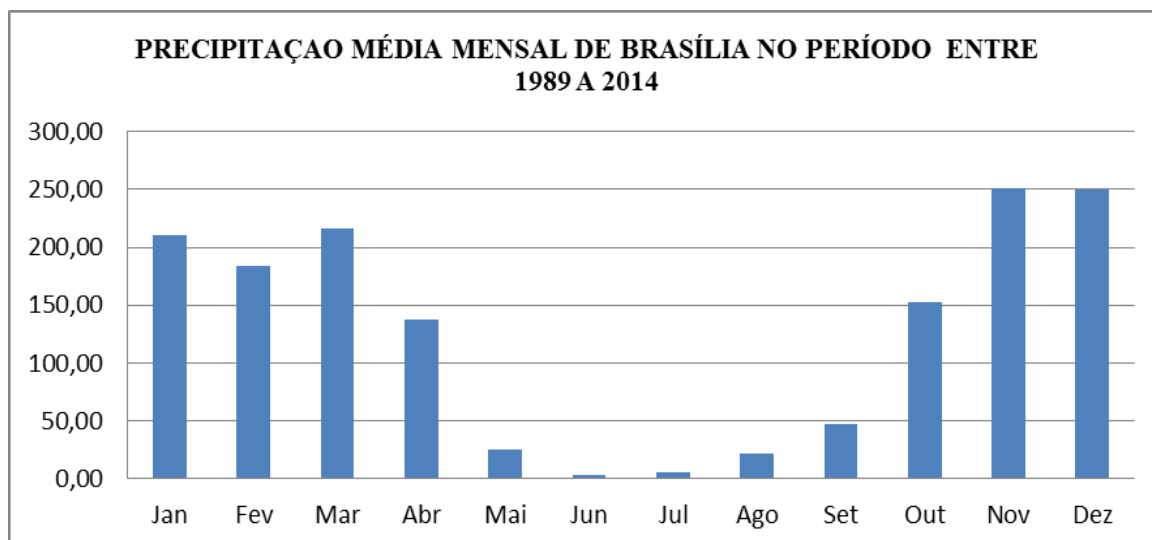


Figura 27. Precipitação média mensal de Brasília no período de 1989 a 2014

A tabela 3 apresenta os dados das precipitações mensais de Brasília – DF, com probabilidades de 75%; 85%, 90%, 95% e 100%.

Tabela 3: Precipitações mensais de Brasília com probabilidade de 75%, 85%, 90%, 95% e 100%. Fonte: BDMEP – INMET (2014).

Mês	Prob. 75%	Prob. 85%	Prob. 90%	Prob. 95%	Prob. 100%
Jan	136	123	117	91	71
Fev	130	108	99	74	37
Mar	180	121	81	77	36
Abr	75	65	56	50	28
Mai	8	4	1	0	0
Jun	0	0	0	0	0
Jul	0	0	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0
Set	11	0	0	0	0
Out	75	57	53	41	38
Nov	199	194	190	178	104
Dez	182	157	147	129	87
Média	83	69	62	53	33

Para dimensionamento do reservatório estimou-se os seguintes dados:

- Área da cobertura: 67.505,64 m² (considerar taxa de aproveitamento de 95%);
- Populações: - Torcedores: 45.000 consumindo 3 litros por jogo; (4 jogos por mês); - Funcionários e jogadores: 315 pessoas consumo de 12 litros / dia;

Para atender a demanda da população de torcedores calculou-se e foram obtidos o volume de 540 m³/ mês, e para atender a demanda dos funcionários e jogadores encontrou-se volume de 90,72 m³/ mês.

O somatório dos consumos da população, funcionários e jogadores foi de 630,72 m³/ mês.

Para a demanda de irrigação foram apresentados métodos utilizados nos estudos de Tomaz (2003), onde ele apresenta que, para irrigação de jardins na Alemanha adota-se 10m³/ ano/ 100m²: Baseados nos dados apresentados por Tomaz (2003) obteve-se 714m³/ano para área do campo de futebol 7.140m².

Outro método utilizado foi o apresentado pela Resolução ADASA nº.04, 24 de junho de 2005, onde ela estabelece que a irrigação por Aspersão Convencional/ Pivô Central (estimativa de consumo de água em 1 ha) é de 48m³/ha dia para gramíneas.

Baseados na resolução nº. 4 da ADASA foram calculados 7.539,80m³/ano para uma área de 7.140m².

Conforme dados extraídos do consumo real de irrigação do campo de futebol fornecido pelo Estádio Nacional Mané Garrincha a irrigação do campo funciona por meio de 35 aspersores de 3,72m³/hora. Em dia comum funciona de 2 a 4 vezes ao dia sendo 25 aspersores durante 10 minutos e 10 aspersores durante 8 minutos na média tem-se 9,4 minutos para os 35 aspersores. A vazão foi encontrada por meio da equação 3, onde Q é igual a vazão:

$$Q = 9,4 \times 35 \times \frac{3,72}{60} = 20,39m^3$$

Equação (3)

O volume encontrado foi de 60m³/dia, considerou-se 20 dias de irrigação por mês, somando um volume de 1.200m³/mês. Para o dimensionamento do reservatório considerou-se o volume obtido de 1.200m³/mês.

A tabela 4 apresenta o dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl para demanda constante de 2.000 m³/mês com área de captação de 67.505,64 m² sendo usadas as chuvas médias mensais de Brasília. (TOMAZ, 2003).

Tabela 4: Cálculo do volume necessário para armazenamento de água de chuva do reservatório. Fonte: Adaptado de Tomaz (2003).

Mês	Chuva média (mm) 95%	Demanda mensal constante (m3)	Área de captação (m2)	Volume de chuva C=0,80 (m3)	Diferença entre os volumes da demanda - vol. de chuva Col3-col.5	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos
Jan	81,98	2000	67505,64	4427,29	-2427,29	-1417
Fev	75,98	2000	67505,64	4103,26	-2103,26	
Mar	76,18	2000	67505,64	4114,06	-2114,06	
Abr	32,28	2000	67505,64	1743,27	256,73	257
Mai	0	2000	67505,64	0,00	2000,00	2257
Jun	0	2000	67505,64	0,00	2000,00	4257
Jul	0	2000	67505,64	0,00	2000,00	6257
Ago	0	2000	67505,64	0,00	2000,00	8257
Set	0	2000	67505,64	0,00	2000,00	10257
Out	40,39	2000	67505,64	2181,24	-181,24	10075
Nov	114,61	2000	67505,64	6189,46	-4189,46	5886
Dez	127,32	2000	67505,64	6875,85	-4875,85	1010
Total	548,74	24000		29634,44		

Conforme verificado, na Tabela 4 o volume máximo obtido pelo método de Rippl é de 10.257,00 m³. Sendo assim, o reservatório para atender a demanda constante de 2.000,00 m³/ mês, deverá ter capacidade de 10.500,00 m³.

DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIO PARA DEMANDA MENSAL DE 4.384,71 m³/mês CONSIDERADO PELO PROJETISTA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS DO ESTÁDIO NACIONAL MANÉ GARRINCHA.

O cálculo de consumo d'água foi feito com bases nos critérios e estimativas fornecidos pela concessionária local de água, os quais especificam valores variados em face dos diferentes consumos (estes valores estarão descritos a seguir neste documento). Os dimensionamentos dos reservatórios foram baseados nos seguintes valores.

Capacidade do Estádio: 70.000 pessoas – Consumo por pessoa: 2 lts/dia. Consumo Sistema de Irrigação (Água de Reuso): 60.000 l/dia.

Consumo Diário: 1.020 bacias x 6 lts / descarga x 30 acionamentos / dia): Consumo Diário Total Aproveitamento (estimado): 184.320 litros/dia. Na tabela 5 e 6 mostra os dados utilizados para os cálculos.

Tabela 5: Estimativa de consumo - Fonte: Memória de cálculo do projetista.

LOCAL DE CONSUMO	VOLUME (m³)
CONSUMO	627,19
BACIAS	184,32
IRRIGAÇÃO	160,00
SPRINKLERS	120,00
HIDRANTES	230,00
TOTAL	1.321,51

O projetista considerou na época a área de cobertura de 44.451,64m², porém a área real é de 67505,64m². O coeficiente utilizado pelo projetista foi de 0,3 já o pesquisador utilizou de 0,8 conforme coeficiente de Runnoff (TOMAZ, 2003),

Observou-se que o projetista utilizou a (ABNT-10844 - GOIANIA (21): com a precipitação de 129mm/h, pois trata-se de uma precipitação próxima a de Brasília, mostrada na Tabela 7, porém para uma melhor precisão foi utilizado pelo pesquisador dados obtidos através do BDMEP - INMET mostrado na (Tabela 2) que mostra um período histórico de 01/01/1989 a 01/10/2014 da precipitação em Brasília.

Tabela 6: Resumo dos dados pluviométrico considerados pelo projetista para dimensionar o reservatório. Fonte: Memória de cálculo do projetista.

ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO:	44.451,64
COEFICIENTE DE DEFLUVIO	0,3
INDICE PLUVIOMETRICO MAIORES RECIPITAÇÕES)	204
PRECIPITAÇÃO MÉDIA	129

CÁLCULO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO (ABNT 15527:2007)

Volume = $0,042 \times P \times A \times T$

Volume = 1.204.194,93 litros

X (chuva anual) = 1.500mm ou 1.5

Y (área do telhado) = 300m²

W (eficiência do telhado) = 85%

Z (eficiência do filtro) = 90%

Potencial = $1.5 \times 300 \times 85\% \times 90\% = 344\text{m}^3/\text{ano}$ ou 344.000 litros por ano.

Tabela 7: Cálculo do volume do reservatório.

P=	34.007,03	m³/ano
34.007.026,60	Litros por ano.	
Vol. Adotado:	1.400.000,00	Litros
Nº Cisternas:	4	
Vol. Individual:	350.000,00	Litros
Vol. Adotado	350	m³

O Projetista encontrou um consumo 37.007.026,60 litros por ano. O volume adotado pelo projetista para o dimensionamento dos reservatórios foi de 1.400,00m³ divididos em 4 reservatórios de 350m³. Já o volume encontrado pelo pesquisador através do método de Rippl (TOMAZ) foi de 10.257,00m³. Conforme mostrado na tabela 4.

ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.

As estimativas de consumo visam demonstrar o custo com energia elétrica do projeto de captação de águas pluviais do E.N.M.G. são apresentados dados coletados pelo pesquisador e dados utilizados para a construção do projeto.

O consumo de energia investigado pelo pesquisador utilizou o custo de energia de bombeamento que é dado em função da energia requerida pela elevatória (E) e o custo utilitário da energia (p).

$$C_{energia} = E \times p$$

A energia requerida, em kWh, foi obtida diretamente na Equação 4:

$$C_{energia} = \frac{V \cdot \rho \cdot g \cdot H}{3,6 \times 10^6 \cdot \eta} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde: V = Volume total - Volume irrigação

$$V = 29.634,44 - 12.000,00 \quad V = 17.634,44$$

$$C_{energia} = 2.883,23$$

Consumo = 2.883.23 x 0.36 R\$, portanto, o consumo de energia é de R\$ 1.037,96 ao ano.

Segundo Júnior et al (2008) onde V é o volume de água aproveitado em metro cúbico por ano, ρ é o peso específico da água, igual a 1.000 kg/m³, g, a aceleração da gravidade, igual a 9,81 m/s², H, a altura manométrica (foi considerando diferentes valores para os diversos padrões de moradia. Para o popular, a altura manométrica utilizada foi 30,00 m; para o projeto do ENMG mostrada na Figura 28, e η , o rendimento do conjunto motor/bomba. Segundo Macintyre (1990) apud Júnior et al (2008), o valor de η varia de 30% a 80%. O rendimento considerado do conjunto foi de 50%.

Assim, o custo anual da energia de bombeamento será: o custo unitário da energia, em unidades monetárias por quilowatt-hora, é estabelecido em conformidade com as tarifas cobradas pelas empresas concessionárias de energia elétrica.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2006), as tarifas cobradas dos consumidores finais estruturam-se tanto por nível de tensão como por classe de consumo. Para consumidores do grupo A em Brasília, o custo da energia, incluindo os impostos, é de R\$ 0,36 por quilowatt, tomando como referência o período compreendido de setembro a novembro de 2014.

INDICADORES ECONÔMICOS

Os custos diretos foram obtidos por meio do levantamento quantitativo dos equipamentos no local da edificação, os preços praticados foram baseados nos preços de mercado.

Para o custo de R\$ 9.573.944,19 do sistema de captação águas pluviais da cobertura, é possível verificar o custo dos itens envolvidos, tais como tubulações, conexões, calhas e demais listados na Tabela 8.

Tabela 8: Custo do sistema de captação da cobertura.

Item	Descrição	Valor
01.01	Tubulações EPAMS	R\$ 1.384.724,23
01.02	192 captadores EPAMS	R\$ 643.977,50
01.03	Conexões EPAMS	R\$ 721.355,22
01.04	Suportes	R\$ 2.630.087,24
01.05	Calhas	R\$ 1.952.280,00
01.06	Torres de acesso	R\$ 1.429.120,00
01.07	Mão-de-obra especializada para execução do sistema	R\$ 812.400,00
Subtotal		R\$ 9.573.944,19

Para o custo das 04 cisternas com um volume de 350 m³ cada foi levantado o custo deste considerando por itens e mão de obra foi considerado o preço de mercado obtidos através da Tabela do SINAPI, as informações do SINAPI são públicas e podem ser acessadas no site da Caixa econômica Federal. De todos os reservatórios executados estes foram o que mais demandou custo, ficando em R\$ 1.253.071,68 conforme pode ser vistos na tabela 9.

Tabela 9: Custo da Estrutura do reservatório de águas pluviais.

Item	Descrição	Valor
02.01	Forma	R\$ 308.448,36
02.02	Armação	R\$ 643.360,42
02.03	Concreto	R\$ 204.773,30
02.04	Impermeabilização	R\$ 96.489,60
Subtotal		R\$ 1.253.071,68

O custo dos reservatórios de irrigação mostrado na tabela 10 ficou em R\$ 540.036,45 para o cálculo do custo destes foram realizados o levantamento quantitativo dos reservatórios e utilizados as informações do SINAPI para a obtenção o custo final.

Tabela 10: Custo estrutura do reservatório para irrigação.

Item	Descrição	Valor
03.01	Forma	R\$ 169.584,23
03.02	Armação	R\$ 232.600,28
03.03	Concreto	R\$ 96.280,00
03.04	Impermeabilização	R\$ 41.571,94
Subtotal		R\$ 540.036,45

Na tabela 11 é possível ver também o custo dos reservatórios superiores, para estes utilizou-se o mesmo método de cálculos financeiros onde obteve-se um custo de R\$ 727.698,09, na execução.

Tabela 11: Custo estrutura dos reservatórios superiores.

Item	Descrição	Valor
04.01	Forma	R\$ 286.084,00
04.02	Armação	R\$ 280.932,90
04.03	Concreto	R\$ 105.649,00
04.04	Impermeabilização	R\$ 55.032,19
Subtotal		R\$ 727.698,09

Na tabela 12 é possível ver também o custo dos reservatórios inferiores, para estes utilizou-se o mesmo método de cálculos financeiros onde obteve-se um custo de R\$ 613.560,58, na execução dos mesmos.

Tabela 12: Custo da estrutura dos reservatórios inferiores.

Item	Descrição	Valor
05.01	Forma	R\$ 217.322,98
05.02	Armação	R\$ 231.064,65
05.03	Concreto	R\$ 115.520,63
05.04	Impermeabilização	R\$ 49.652,32
Subtotal		R\$ 613.560,58

Na tabela 13 estão listados todos os equipamentos como bombas, filtros e instalações elétricas utilizados no sistema de captação de águas pluviais, para estes chegou-se a um custo de R\$ 1.677.508,64.

Tabela 13: Custo do sistema de reaproveitamento e tratamento de água da chuva.

Item	Descrição	Valor
06.01	Inserts para reservatórios	R\$ 16.200,00
06.02	Tubulações, conexões, caixas	R\$ 1.146.650,38
06.03	Bombas para água tratada (10)	R\$ 64.000,00
06.04	Filtros	R\$ 26.323,69
06.06	Bombas instalação elevatória águas pluviais	R\$ 263.000,00
06.07	Quadros para as bombas de drenagem do campo	R\$ 31.002,39
06.08	Quadros para as bombas de recalque águas pluviais	R\$ 20.562,99
06.09	Quadros para as bombas de recalque água tratada	R\$ 16.210,95
Subtotal		R\$ 1.677.508,64

Na tabela 14 é possível ver os subtotais e o total final de R\$ 14.385.819,63 para a implantação do Sistema de Captação de Águas Pluviais executado no Estádio Nacional Mané Garrincha.

Tabela 14: Custo Resumo Total por itens.

Item	Descrição	Valor
1	Sistema de captação da cobertura	R\$ 9.573.944,19
2	Estrutura do reservatório de águas pluviais	R\$ 1.253.071,68
3	Estrutura do reservatório para irrigação	R\$ 540.036,45
4	Estrutura dos reservatórios superiores	R\$ 727.698,09
5	Estrutura dos reservatórios inferiores	R\$ 613.560,58
6	Sistema de reaproveitamento e tratamento de água da chuva	R\$ 1.677.508,64
Total	Custo final	R\$ 14.385.819,63

Os resultados foram obtidos utilizando a planilha do Software Excel. O custo de operação e manutenção foi obtido através de informações coletadas com a equipe responsável pela manutenção.

Na tabela 15 foram obtidos os custos com operação e manutenção onde estimou-se uma média de R\$500,00 mensal, e o valor encontrado para o custo de energia elétrica foi encontrado através da equação 4.

Tabela 15: Resumo do custo anual em operação e manutenção e do consumo de energia elétrica.

Custo	R\$ /ano
Energia	R\$ 1.037,96
Operação e manutenção	R\$ 6.000,00
Total	R\$ 6.037,96

A tabela 16 foi retirada no site da concessionária responsável pela cobrança de alíquota do consumo de água de Brasília, a CAESB. Com esse dado foi possível calcular o custo de água que foi economizado com a implantação do Sistema de captação de águas pluviais.

Tabela 16: Tarifa de irrigação. Fonte Caesb <http://www.caesb.df.gov.br/tarifas-e-precos.html>.

Tarifa irrigação / CAESB			
Faixa m3		Vol. Faixa	Alíquota (R\$)
			Preço p/ m3
1)	0 a 10	10	12,05
2)	> 10		18,86
Comercial e pública / CAESB			
Faixa m3		Vol. Faixa	Alíquota
			Preço p/ m3
1)	0 a 10	10	5,64
2)	> 10		9,31

Com a utilização dos dados de consumo e os dados da tabela 17, foi possível calcular o custo de água economizado tanto para o consumo de sanitários quanto para o consumo de irrigação, mostrado na Tabela 15.

Tabela 17: Resumo do consumo de água.

Economia anual com abastecimento de água pela Caesb	
Consumo de água para consumo de sanitários	R\$ 178.750,00
Consumo de água para irrigação	R\$ 122.892,00
Total	R\$ 301.642,00

Entrada anual de caixa descontando o custo de operação e manutenção foi de R\$ 295.604,04.

Custos de investimento indireto

A taxa de juros de 6,51% utilizada na análise econômica foi calculada mediante a média da variação de reajuste histórico da taxa de juros entre os anos de 2001 e 2014 da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb) conforme mostra a tabela 18.

Tabela 18: Histórico dos reajustes tarifários da CAESB no período 2001 – 2014. Fonte Caesb.

HISTÓRICO DOS REAJUSTES TARIFÁRIOS DA CAESB NO PERÍODO 2001 - 2014			
Ano	Proposta CAESB (%)	Reajuste Aplicado (%)	Inflação (IPCA) (%)
2001	-	9,48	6,27
2002	-	16,58	7,51
2003	-	16,56	15,85
2004	-	20	6,69
2005	-	27,54	7,39
2006	16,4	14,87	5,51
2007	8,12	2,97	3,02
2008	5,28	5,78	4,66
2009	8,11	6,29	5,77
2010	-	4,31	4,31
2011	-	7,23	5,91
2012	13,4	11,2	6,5
2013*	-	9,5	5,84
2014	37,1	7,39	5,91

* Em 2013 o Reajuste de 9,50% é composto por: a) 6,58% referente ao IRT-2013 e b) 2,92% referente às compensações financeiras da 1ª RTP

O custo financeiro é dado pela taxa de juros de longo prazo (TJLP) e tem período de vigência de um trimestre conforme determina o banco nacional de Desenvolvimento (BNDES).

4.5.3 Indicadores econômicos do sistema de aproveitamento de águas pluviais

Foram calculados para os valores considerados da capacidade do reservatório de acumulação, os indicadores econômicos valor presente líquido (VPL) e razão benefício/custo (B/C), para uma vida útil do sistema de 30 anos considerando que decorreram 30 anos para houvesse uma reformar do antigo E.N.M.G e se obter um estádio nos padrões da Federação Internacional de Futebol - FIFA

Assim como o período de retorno (PR), os indicadores da análise econômica do sistema de aproveitamento de água pluvial são apresentados a seguir.

Para o cálculo do Payback, VPL e TIR foi utilizado o software Excel, com suas funções mostrada a seguir: VPL (taxa, valor1, valor2; ...)

Taxa é a taxa de desconto sobre o intervalo de um período. Valor1; valor2; ... São argumentos de 1 a 29 que representam os pagamentos e a receita.

- valor1; valor2;... devem ter o mesmo intervalo de tempo entre eles e ocorrer ao final de cada período.
- VPL utiliza a ordem de valor1; valor2;... para interpretar a ordem de fluxos de caixa. Certifique-se de fornecer os valores de pagamentos e receita na sequência correta.
- Argumentos que são números, células vazias, valores lógicos ou representações em forma de texto de números são contados; os argumentos que são valores de erro ou texto que não podem ser traduzidos em números são ignorados. Se um argumento for uma matriz ou referência, apenas os números da matriz ou referência serão contados. Células vazias, valores lógicos, valores de texto ou de erro na matriz ou referência são ignorados.
- VPL também está relacionado à função TIR (taxa interna de retorno). TIR é a taxa para qual VPL é igual a zero: $VPL(TIR(...); ...) = 0$.

O Payback simples descontado foi de 75 anos e 6 meses, e neste ano o VPL foi de R\$ 92.767,85 a uma TAXA TIR de 7%.

Considerando que para uma vida útil do sistema de 30 anos, o sistema de captação de águas Pluviais no E.N.M.G não é economicamente viável. Mas no ponto de vista sócio ambiental o sistema é totalmente viável, pois trata-se da preservação do bem mais precioso para a vida humana, a água.

Verificou-se através desta análise que o Sistema de Captação de Águas Pluviais no Estádio Nacional Mané Garrincha teve um custo total de R\$ 14.385.819,63 (quatorze milhões trezentos e oitenta e cinco mil e oitocentos e dezenove e sessenta e três centavos), conforme mostrado na planilha de viabilidade econômico financeiro.

Tomaz (2003) afirma que o maior custo de um sistema de captação de águas pluviais é na execução dos reservatórios, porém no caso da pesquisa em questão o somatório do custo dos reservatórios ficou em R\$3.134.366,80 cerca de 21,79% do custo total da implantação do sistema, para o estudo de caso em questão o restante 78,21% do custo das instalações do Sistema de Captação de águas Pluviais do Estádio Nacional Mané Garrincha estão incluso todo o resto de materiais e equipamento como por exemplo, captadores Epam, tubos, conexões, calhas suportes, bombas e quadros elétrico conforme mostrado nas tabelas de custos.

Analizou-se por meio dos cálculos financeiros mencionados nos resultados que, o período de retorno ex: PAYBACK foi de 48 anos 7 meses e 30 dias¹ (onde somente neste período é que o fluxo de caixa chegou aos

valores positivos de R\$ 98.778,332, considerando o PAYBACK encontrado de 48 anos, verificou-se através dos cálculos financeiros mostrados na metodologia adotada que o investimento feito para este sistema mostra um resultado não viável economicamente, já que para este sistema o período máximo considerado para um retorno favorável foi de 30 anos.

Verificou-se que no fluxo de caixa, as entradas de capital não são o suficiente para um retorno em tempo ágil, apesar de gerar uma boa economia mensal com o custo de água, este custo é a água economizada do abastecimento que seria feito pela concessionária Caesb, o valor economizado com as despesas são de aproximadamente R\$295.604,04 anual, conforme mostrado nas planilhas de consumo.

Já quanto ao benefício social, entende-se que o novo sistema de aproveitamento das águas pluviais pelo Estádio Nacional Mané Garrincha traz uma nova forma de sustentabilidade para os edifícios de grande porte, nova no sentido de ser implementada, de aceitar o desafio, apesar dos grandes custos para realização do projeto.

Segundo informação da Revista Iniciativas Inspiradoras (2014) o Estádio está em processo de certificação e poderá ser o único no mundo a obter nível Platinum da Certificação LEED, índice máximo de sustentabilidade pelo U.S. Green Building Council (USGBC).

CONCLUSÃO

Sem as informações quantitativas adequadas sobre os recursos hídricos da Terra, seu uso e desenvolvimento se tornam uma incerteza econômica e uma aposta de engenharia. A coleta dos dados pertinentes é, portanto, uma grande responsabilidade social que geralmente é assumida pelo governo. Dos diferentes parâmetros hidrológicos, a precipitação anual é uma medida da renovação anual máxima do recurso hídrico de uma determinada região. Cerca de 25% a 33% da água que precipita sobre as áreas continentais chegam aos oceanos como escoamento. O equilíbrio é devolvido à atmosfera por meio da evaporação e da transpiração.

O fenômeno da escassez de água que vive hoje o estado de São Paulo, mais populoso do país, experimenta conflitos de usos da água e sofre restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida. O aproveitamento das águas pluviais, essa condição poderia ter sido evitada se no passado houvesse planejamento quanto ao aproveitamento das águas pluviais e demais fontes de recursos hídricos.

A iniciativa do Estádio Nacional Mané Garrincha tem como ponto central, não apenas a economia quanto ao consumo de água, mas também a questão social e ambiental. Promovendo assim, iniciativas inspiradoras e apresentando que é possível criar projetos que possam ser de fundamental importância para um futuro sustentável da sociedade.

Os dados da pesquisa demonstraram que o projeto de captação das águas pluviais pelo ENMG só irá se pagar daqui a 70 anos, no entanto, o custo-benefício, esse se paga em menos tempo. Essa experiência já pode ser vista em países como Japão, Austrália e Alemanha, são grandes o número de sistemas instalados para aproveitamento das águas pluviais em áreas urbanas para fins residenciais.

No Brasil esta prática de captação, armazenamento e utilização para fins residenciais está restrito à região do semiárido, cuja população encontra nessa prática recente uma forma de convivência com as condições hidrológicas locais.

Para futuros trabalhos sugere-se o tema sobre captação das águas pluviais no meio urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CLARK, Robin; KING, Jannet. O Atlas da água. Trad. Anna Maria Quirino. São Paulo. Publiofolha, 2005.
2. DAY, Trevor. Água. Trad. Cláudia Cabilio. São Paulo. DCL. 2007.
3. JÚNIOR, Gilson Barbosa Athayde et al. Viabilidade econômica e aceitação social do aproveitamento de águas pluviais em residências na cidade de João Pessoa. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 85-98, abr./jun. 2008.
4. NORONHA, J. F. Projetos Agropecuários: Administração Financeira, Orçamento e Viabilidade Econômica. Editora Atlas S.A. 2ª Edição. São Paulo - 1987.
5. PEREIRA, L.G. Síntese dos métodos de pegada ecológica e análise energética para diagnóstico da sustentabilidade de países - o brasil como estudo de caso. 183f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 2008
6. ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração: Guia para Estágios, Trabalhos de Conclusão, Dissertações e Estudos de Caso. 2 ed. São Paulo: 1999.
7. TOMAZ, Plinio. Aproveitamento de água de Chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo. Ed. Hermano & Bugelli Ltda, 2003.