



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS - CTRN
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL – UAEC

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ESTAGIÁRIO: RODOLFO LUIZ BEZERRA NÓBREGA - 20411181
SUPERVISOR: PROF. CARLOS FERNANDES DE MEDEIROS FILHO
EMPRESA: PRONTA OBRA CONSTRUÇÕES LTDA.

CAMPINA GRANDE - 2007



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

RODOLFO LUIZ BEZERRA NÓBREGA

(ALUNO ESTAGIÁRIO)

CARLOS FERNANDES DE MEDEIROS FILHO

(SUPERVISOR)

CAMPINA GRANDE - PB

OUTUBRO/2007

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	1
1.1 - AÇÕES PRELIMINARES.....	1
1.2 - AMBIENTE DE TRABALHO	1
1.3 - CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA	2
CAPÍTULO 2.....	4
2.1 - SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA	4
2.1.1 - Área de Contribuição (ou Captação)	4
2.1.2 - Índice Pluviométrico.....	4
2.1.3 - Período de Retorno	5
2.1.4 - Vazão de Projeto	5
2.1.5 - Calhas e Condutores	6
2.1.6 - Dispositivo para desvio das primeiras chuvas (by pass).....	7
2.1.7 - Reservatório (Cisterna)	8
CAPÍTULO 3.....	9
3.1 - CANTEIRO DE OBRAS.....	9
3.2 - EXECUÇÃO DOS PROCESSOS.....	10
CAPÍTULO 4.....	11
4.1 - PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA.....	11
4.2 - LOCAÇÃO E QUANTIDADE DAS CISTERNAS	11
4.3 - VOLUME E CONSTRUÇÃO DAS CISTERNAS	11
4.4 - PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA.....	11
4.5 - CÁLCULO DO VOLUME CAPTADO E GARANTIA ATENDIMENTO DA DEMANDA	11
4.6 - CUIDADOS SANITÁRIOS COM A ÁGUA DA CISTERNA	11
CAPÍTULO 5.....	11
5.1 - OUTROS SERVIÇOS ACOMPANHADOS	11
CAPÍTULO 6.....	11
6 - CONCLUSÕES.....	11
CAPÍTULO 7.....	11
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
ANEXOS.....	11

APRESENTAÇÃO

Este relatório descreve o acompanhamento do estágio supervisionado do aluno Rodolfo Luiz Bezerra Nóbrega, matriculado no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grandes sob supervisão do professor Carlos Fernandes de Medeiros Filho.

O estágio teve início no dia 13/03/2007 e finalizou no dia 14/09/2007, tendo disponibilizado uma carga horária de 4 horas diárias, totalizando um total de 560 horas.

As atividades do estágio foram realizadas no escritório da construtora Pronto Obra Ltda. e em uma obra de edificação residencial localizada no centro urbano da cidade de Monteiro – PB, de responsabilidade da mesma construtora.

O propósito técnico principal deste estágio foi de prestar apoio às atividades relacionadas à construção de sistema de captação de água de chuva para a obra acompanhada.

A partir deste ponto o relatório está organizado em capítulos que abordam os seguintes itens: ações preliminares, sistemas de captação de água de chuva, condições de trabalho e execução, levantamento da estrutura existente, estudo de otimização do projeto de captação de água de chuva, outras atividades, conclusões e referências bibliográficas. Em todos os itens procurou-se sempre fazer uma interface entre aquilo que havia sido proposto no Plano de Trabalho e o que foi possível desenvolver, destacando-se que nas conclusões justificam-se os limites atingidos pelo trabalho durante o período de estágio.

CAPÍTULO 1

1.1 - AÇÕES PRELIMINARES

A concepção de um edifício envolve diversas atividades preliminares que são de primordial importância para todo o andamento da obra. Essas atividades quando realizadas corretamente e unindo-se a um estudo preliminar que focaliza os aspectos sociais, técnicos e econômicos unem-se e têm como resultado uma obra segura, sadia e com todos os envolvidos, desde operários aos futuros moradores, com total satisfação.

Para este estágio foram necessárias algumas medidas preliminares para que o trabalho fosse desenvolvido, entre eles são destacados:

→ Necessidade do estagiário se ambientar com a equipe da empresa em seu escritório de atendimento de clientes e desenvolvimento de projetos;

→ Alocar e planejar o tempo para que fossem viabilizadas as viagens para conhecer e acompanhar a obra, visto que estava sendo realizada em outro município (em torno de 180 km de Campina Grande);

→ Pesquisar, estudar e avaliar as técnicas, processos, dados e produtos existentes quanto ao assunto que foi pretendido abordar no projeto (a captação de água de chuva).

1.2 - AMBIENTE DE TRABALHO

O ambiente de trabalho na empresa (figura 1a e 1b) foi fator determinante para que as atividades tivessem um bom andamento. Neste, foi possível conhecer a maior parte da equipe empresa.

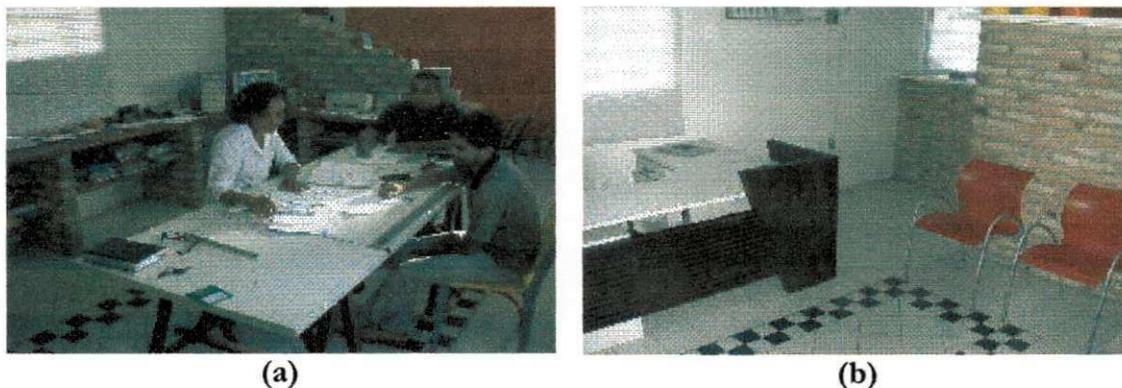


Figura 1 – (a) ambiente de reuniões e desenvolvimento de projetos; (b) ambiente de recepção de clientes.

1.3 - CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

A importância do abastecimento de água é dos mais ponderáveis. Sua falta traz um conjunto de problemas de caráter político-sócio-econômico.

O grande período de estiagem em toda região semi-árida brasileira em frente ao grande problema de recursos hídricos na região leva à necessidade de investimentos em tecnologias alternativas para o abastecimento. A Captação de Água Pluvial (CAP) tem a vantagem de não impactar as reservas naturais de água.

Segundo o Jornal do Encanador (2004), as previsões são sombrias: no futuro a água será muito mais cara e a escassez será motivo de fortes disputas entre os países. Isso se nada for feito para racionalizar o consumo de água.

A chuva é uma fonte de água de fácil acesso. Não é viável jogá-la na rede de drenagem, pois aproveitar essa água é uma das medidas contra o racionamento. Pode-se dizer que a CAP é uma prescrição para a crise da água do mundo, indo ao encontro das políticas de segurança hídrica.

De acordo com SILVA (2003), Campina Grande na Paraíba, é uma dentre as centenas de outras cidades nordestinas e paraibanas que enfrentam freqüentemente uma grave crise de abastecimento de água potável, provocada pelo baixo nível do volume de água do açude Presidente Epitácio Pessoa (o Boqueirão), único manancial que abastece a cidade.

É conhecido que o conceito de precipitação - escoamento - coleta - uso fica independente do tamanho e pode ser aplicado a qualquer tipo de projeto de água. A cisterna, conhecida por diferentes povos há milênios, é direcionada à captação e ao armazenamento de água para suprir a demanda da família, principalmente durante o período de estiagem.

O armazenamento da água de chuva, além de ser um fator de economia em que se poupa água encanada proveniente de empresas de abastecimento, dentro deste contexto também será uma forma de preservação dos mananciais e de colocar em uso as cisternas, uma vez já abandonadas, para o aproveitamento desta água. Esse armazenamento se consiste num meio simples e eficaz para se atenuar o grave problema ambiental da crescente escassez de água para consumo, que atualmente devido a chuvas atípicas está amenizado, mas que será inevitável.

A água de chuva é uma ótima alternativa para combater os efeitos da estiagem, por

ter um nível tecnológico apropriado de pequena escala, os custos são acessíveis, a capacidade de produzir resultados imediatos e o fato de ser baseado em técnicas de armazenamento de águas pluviais (Albuquerque, 2004).

O mercado para essa tecnologia se apresenta promissor, já existindo multinacionais que exportam e representam suas soluções para o Brasil. Tendo em vista isto, é imprescindível a busca pelo desenvolvimento de alternativas próprias e adequadas, para que a indústria local esteja cada vez mais preparada à crescente demanda.

CAPÍTULO 2

2.1 - SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Ultimamente, a exemplo das áreas rurais, o uso de armazenamento de águas pluviais é retomado em áreas urbanas, principalmente em áreas em que o abastecimento de água depende de reservatórios distantes (Albuquerque, 2004).

Segundo MEIRA FILHO (2004), no contexto da captação da água da chuva, todas as partes constituintes do sistema de abastecimento de água, com exceção do manancial e da instalação predial, são integradas em uma unidade, denominada Sistema de Captação de Águas Pluviais. Este sistema é composto de: a) área de captação ou área de contribuição (telhado), b) subsistema de condução (calhas e dutos), c) dispositivo para desvio das primeiras chuvas (by pass), d) reservatório (cisterna), e) tratamento, f) meio elevatório (balde com corda, sarilho com manivela, bombas hidráulicas) e g) reservação (caixa d'água).

Cada um destes possui sua importância, e o mal rendimento individual comprometerá a eficiência do sistema como um todo.

2.1.1 - Área de Contribuição (ou Captação)

É a área que consiste na projeção horizontal da região em que as águas que nela se precipitam se dirigem para um mesmo ponto. Para seu cálculo são considerados: a cobertura, os incrementos devido à inclinação e às paredes que interceptam a água de chuva.

Para um mesmo sistema pode haver diferentes áreas de contribuições, as quais serão mensuradas separadamente e terão suas próprias vazões de projeto, tendo efeito aditivo somente para os condutores verticais.

Para o cálculo da área de contribuição (A), é calculada a projeção horizontal da área de captação desejada.

2.1.2 - Índice Pluviométrico

Para o ideal dimensionamento dos componentes do sistema foi preciso conhecer os respectivos índices pluviométricos da região como também seu regime, o que expressa sua distribuição durante os meses e anos.

Essas informações serão importantes para que não sejam projetados condutores, que fiquem próximos ao limite de extravasamento, e reservatórios que consigam armazenar

a melhor quantidade de água sem que haja um super dimensionamento, o que oneraria o orçamento.

Pelo fato da região em estudo estar inserida no semi-árido, lidaremos com baixas precipitações e longos períodos de estiagem (de 5 a 11 meses), deixando o projeto com certas particularidades que serão vistas mais a seguir.

Uma destas particularidades é a variabilidade das chuvas entre os mesmos meses em diferentes anos, o que faz com que os cálculos necessitem de um método que consiga sintetizar dados que dêem uma maior confiabilidade.

Foram coletados dados pluviométricos (anexo 1) e de evaporação na Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), para o posto pluviométrico localizado na sede municipal de Monteiro. Estes compreendem o período de observação entre 1994 e 2005.

2.1.3 - Período de Retorno

Conceituando o termo Período de Retorno, podemos dizer que é o número de anos em que, para uma mesma duração de precipitação, uma dada intensidade é igualada ou ultrapassada apenas uma vez.

Segundo a NBR 10844/89, o período de retorno a ser adotado deve ser de:

- 1 ano, em áreas onde empoçamentos possam ser tolerados;
- 5 anos, em coberturas e terraços;
- 25 anos, em coberturas e áreas onde empoçamentos e extravasamentos são intoleráveis.
-

2.1.4 - Vazão de Projeto

A Vazão de Projeto é a quantidade de água que vai ser destinada a um mesmo ponto de escoamento. Assim, várias áreas de contribuição podem fazer parte de um conjunto que dará uma só vazão de projeto, como também uma mesma calha pode ter vários pontos de escoamentos diferentes, o que resultará varias vazões.

Para o cálculo da vazão de projeto a NBR 10844/89, dita:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (1)$$

Onde:

Q é a Vazão do projeto (Litros por Minuto, l/min)

A é a Área de Contribuição (Metros Quadrados, m²)

I é a Intensidade Pluviométrica (Milímetros por Hora, mm/h)

2.1.5 - Calhas e Condutores

As calhas e dutos condutores são responsáveis pelo transporte da água captada pela área de contribuição até o reservatório (cisterna).

Esses elementos são os pontos fracos do sistema, pois é observado que uma falha na instalação e na escolha dos materiais faz com que o rendimento total caia extremamente.

Segundo a norma regulamentadora NBR 10844/89 a declividade mínima para estes deverá ser 0,5%.

O material de fabricação das calhas deve ser resistente à corrosão, ter longe durabilidade, não deve ser afetado por mudanças de temperatura, liso, leve e rígido, podendo ser de chapas galvanizadas, liga de alumínio e plásticos (Tomaz, 2003).

Para o dimensionamento de calhas, a mesma norma já citada adota a fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = \frac{K \cdot S \cdot \sqrt[3]{R_H^2} \cdot \sqrt{i}}{n} \quad (2)$$

Onde:

Q é a Vazão da Calha (Litros por Minuto, l/min);

S é a Área da Seção Molhada (Metros Quadrados, m²);

n é o Coeficiente de Rugosidade;

i é a Declividade (Metro por Metro, m/m)

P é o Perímetro Molhado (Metro, m);

R_H é o Raio Hidráulico = S/P (Metro, m);

K é o Valor 60.000

Para os condutores verticais de seção circular o diâmetro interno mínimo é de 70 mm.

A NBR 10844/89 aconselha que a drenagem de ser feita por mais de uma saída.

2.1.6 - Dispositivo para desvio das primeiras chuvas (by pass)

Este dispositivo faz parte do conjunto de etapas para se manter a segurança sanitária e tem a função de desviar as primeiras chuvas, que por sua vez são responsáveis pela limpeza da área de captação, acumulando impurezas.

ANDRADE NETO (2003) depois de analisar vários dispositivos para esta função, mostrou o seguinte (Figura 2) como mais eficaz e simples.

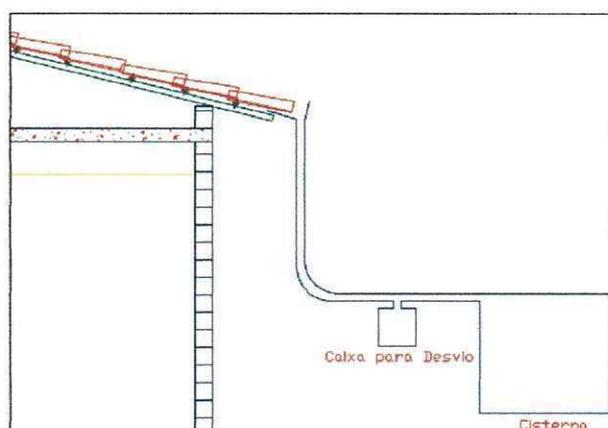


Figura 2 – Esquema simplificado do dispositivo de desvio das primeiras águas

É apenas um tanque que precede a entrada da cisterna, para o qual são desviadas automaticamente as primeiras águas de cada chuva, simplesmente utilizando-se um “T” intercalado na tubulação de entrada da cisterna, que deriva este pequeno tanque as águas de lavagem da superfície de captação. Como o tanque de desvio permanece todo fechado, quando o telhado está lavado ele enche e só então é que a água de melhor qualidade vai para a cisterna.

O fecho hídrico dispensa bóias ou outros artifícios. Depois da chuva, e antes que se acumule sujeira na superfície captação, o tanque de desvio deve ser esvaziado, por meio de uma tubulação de descarga, que novamente fechada deixa o dispositivo pronto para o desvio automático das primeiras águas da próxima chuva. O tanque de desvio é pequeno (cerca de $0,001 \text{ m}^3$ por m^2 de área de captação) e, portanto, perde-se muito pouco água, que aliás pode ser empregada em usos menos exigentes, e ganha-se muito em qualidade.

O autor ainda cita que em alguns casos ainda podem ser utilizadas grades ou peneiras autolimpantes, que não desperdiçam água e removem as sujeiras da linha de fluxo, mas são relativamente caras e requerem manutenção. Também podem ser utilizados filtros

de areia externos ou internos, mas eles não são muito eficientes, a não ser que sejam razoavelmente grandes, porque não removem as sujeiras da linha de fluxo e requerem limpezas periódicas.

2.1.7 - Reservatório (Cisterna)

É considerado o elemento mais importante do sistema, pois além de ser a de custo maior, é onde a água ficará reservada para uso.

Podem estar apoiado, enterrado ou elevado. Podem ser de concreto armado, alvenaria de tijolos comuns, alvenaria de bloco armado, plásticos, poliéster, etc. (Tomaz, 2003).

Vários modelos de cisternas foram analisados por GNADLINGER (1999), focalizando suas vantagens e aspectos negativos, e foi observado que a seleção de um determinado modelo vai depender de diversos fatores como materiais, mão-de-obra especializada, tempo, financiamento, etc.

Os dois tipos de cisternas de construção mais freqüente no ambiente em estudo foram as cisternas de alvenaria (zona urbana) e as cisternas de placas (zona rural). Foram então estas escolhidas para dimensionamento, seleção de materiais e elaboração de processos.

CAPÍTULO 3

3.1 - CANTEIRO DE OBRAS

Uma característica essencial de uma edificação consiste em sua organização. Para isso, o planejamento do canteiro de obras é uma etapa decisiva para se obter esse objetivo. A preparação e organização do canteiro de obras além de dar condições adequadas de trabalho visam uma melhor relação entre o trabalhador e a empresa, mostrando que a mesma se preocupa com o bem estar do funcionário.

O canteiro de obras é preparado de acordo com o tipo da edificação, dependendo de vários fatores como espaço que a obra ocupa, tempo de duração, quantidade de funcionários, dentre outros, podendo ser realizado de uma só vez ou em etapas independentes, de acordo com o andamento da obra.

O canteiro de obras (figura 3) referente à execução do projeto presente era um anexo da própria residência do cliente da empresa empreiteira, possuindo deste modo todas as instalações hidráulica e elétricas já necessárias para seu funcionamento.



Figura 3 – Visão parcial do canteiro de obras

3.2 - EXECUÇÃO DOS PROCESSOS

Após todo o processo inicial, ou seja, contando já com todo o conjunto de fatores que proporcionarão condições para o desenvolvimento sadio de uma obra, passamos para mais uma etapa de suma importância nessa caminhada: a execução. De posse dos projetos, onde os mesmos foram cuidadosamente estudados, para que nenhum detalhe pudesse passar despercebidos e alcançando o objetivo de se realizar literalmente a construção civil, que tem como significado a ciência que estuda as disposições e métodos seguidos na realização de uma obra sólida, útil e econômica.

Um fator de suma importância quando tratamos da execução é o desperdício, o que muitas vezes acontece é que o orçamento real supera o planejado inicialmente, isso é um acontecimento praticamente regra no Brasil. Para isso é que se deve ter uma atenção redobrada no fator “gastos”, uma vez que o mesmo de certa forma rege todo andamento da obra.

Para evitar desperdícios além do previsto, as quantidades de materiais utilizados foram devidamente calculados por meio do projeto estrutural e do traço do concreto utilizado, levando em consideração um desperdício que pode ocorrer normalmente em uma obra, como por exemplo, durante a moldagem das ferragens pode ocorrer que sobras.

CAPÍTULO 4

4.1 - PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

No contexto geral da edificação que foi proposta a ser praticada, a construção de cisternas para o armazenamento de água de chuva foi uma idéia inovadora que teve que ser discutida de modo a se tornar uma alternativa viável.

Diante disto, vários fatores e propostas foram submetidas e adaptadas ao longo da obra, tais como: número e locação das cisternas, fins de utilização da água nelas armazenada, volume dos reservatórios, áreas de captação, entre outros.

4.2 - LOCAÇÃO E QUANTIDADE DAS CISTERNAS

Um ponto que gerou bastante discussão foi o local onde seriam construídas as cisternas, pois o ambiente era contemplado por um projeto paisagístico que não poderia ser deturpado.

Visando conciliar o planejamento já idealizado para o jardim, foram locados três espaços onde poderiam ser construídas as cisternas. Com isso foi realizada uma avaliação visual dos pontos onde seriam mais viáveis de acordo com a distancia das áreas de captação e quais destas áreas poderiam dar uma maior contribuição. Outro ponto importante é que as cisternas deveriam ser totalmente subterrâneas, para não interferir muito no paisagismo.

Visando esses critérios foram selecionados dois locais (ver Anexo 2). Deste modo cada cisterna irá armazenar água de apenas uma água do telhado.

4.3 - VOLUME E CONSTRUÇÃO DAS CISTERNAS

Foram propostos métodos de cálculo para a construtora de modo a otimizar o volume de armazenamento, porém o cliente exigiu que, diante do espaço limitado para construção das cisternas, fosse explorado todo o espaço disponível para construção desses reservatórios.

Após esta etapa se deu início seqüência da construção das cisternas (ver etapa da primeira cisterna na figura 4 e a segunda concluída na figura 5). A profundidade foi limitada pela profundidade da camada rochosa (em torno de 2 metros e meio) e as outras dimensões pelas outras estruturas existentes no local.

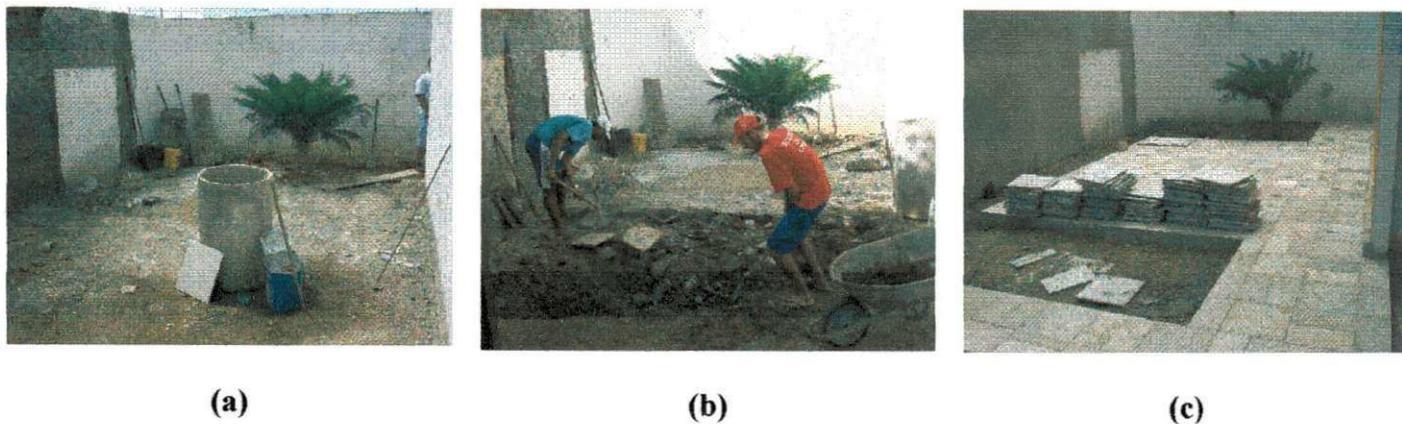


Figura 4 – (a) local da construção antes das atividades; (b) início da escavação; (c) finalização da construção e acabamento.



Figura 5 – Visão da segunda cisterna (esquerda da foto)

4.4 - CÁLCULO DA ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ÁGUA

Já que o consumo de água previsto foi para atender a demanda hídrica do jardim, foi necessário um estudo especial para estimar a demanda de água que as espécies, de acordo com o projeto paisagístico, iriam necessitar.

De acordo com as especificações paisagísticas, foram identificadas as espécies de plantas propostas para o paisagismo da área verde residencial (tabela 1), localizada na cidade de Monteiro – PB.

Tabela 1. Paisagismo proposto para a área verde

Nome Comum	Nome Científico
Abacaxi Ornamental	-
Agave-de-Borda-Amarela	<i>Agave angustifolia</i>
Alamanda-Amarela	<i>Allamanda cathartica</i>
Areca-Bambu	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>
Banbusa ou Padocarpus	-
Bromélia	<i>Quesnelia quesneliana</i>
Camarão Amarelo	-
Dracena-Tricolor	<i>Dracaena tricolor</i>
Espada-de-São-Jorge	<i>Sansevieria sp</i>
Gramma Esmeralda	<i>Wild zoysia</i>
Helicônia	<i>Heliconia acuminata</i>
Íxora-Arbustiva	<i>Ixora duffi</i>
Jasmim	<i>Murraya exótica</i> Linn
Lança-de-São Jorge	<i>Sansevieria cylindrica</i>
Moreia	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>
Palmeira Cica	<i>Cycas circinalis</i> Linn.
Palmeira Phenix	<i>Phoenix sylvestris</i>

4.4.1 – DADOS PARA O CÁLCULO

Observa-se que quando não se tem precipitações naturais, deve ser feita a irrigação no paisagismo, desta forma foi estimada a demanda de água mensal e anual requerida ao respectivo projeto. Os dados necessários ao cálculo da necessidade hídrica, são: precipitação média mensal (mm/mês) e evaporação mensal (mm/mês) – Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios mensais de evaporação e precipitação em Monteiro

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
E (mm/mês)	248,45	214,53	223,43	172,32	171,28	122,2	129,25	174,91	188,62	254,07	240,22	246,84
Pméd (mm/mês)	62,32	60,47	120,59	61,72	78,08	42,17	36,66	15,01	9,53	7,1	15,96	58,11

4.4.2 – METODOLOGIA DE CÁLCULO

Segundo Tomaz (2007), a necessidade de líquida é a diferença entre a evapotranspiração da cultura ET_c e a precipitação efetiva P_e . O intervalo de tempo pode ser além de mensal, semanal, diário ou anual.

$$NL = ET_c - P_e \quad (1)$$

onde:

NL= necessidade de irrigação líquida mensal (mm)

ET_c= evapotranspiração máxima da cultura mensal em (mm)

ET_c= ET_o x K_L

A evapotranspiração máxima da cultura é dada pela equação 2:

$$ET_c = E \times K_c \quad (2)$$

onde:

ET_m = evapotranspiração máxima (mm);

E = evapotranspiração do Tanque classe A (mm);

K_c = coeficiente de cultura.

A Irrigation Association – Landscape irrigation Scheduling and Water Management (2005), propõe o coeficiente de paisagismo K_L que substitui o antigo coeficiente K_c, que continua a ser usado em outras culturas. Neste caso, a vantagem do coeficiente de paisagismo (equação 3) é que ele pode ser reajustado para o microclima usando o coeficiente K_{MC}, para a densidade das plantas usando o coeficiente K_D e para o impacto das necessidades de água da planta usando o coeficiente K_S que na prática é praticamente o antigo coeficiente K_c. Alguns coeficientes estão dispostos na Tabela 3.

$$K_L = K_S \times K_{MC} \times K_D \quad (3)$$

onde:

K_L = coeficiente de paisagismo;

K_S = fator das espécies;

K_{MC} = fator de microclima;

K_D = fator da densidade das plantas.

Tabela 3. Fatores para diversas plantas.

Vegetação		Alto	Médio	Baixo
Fator das espécies K_s	Árvores	0,9	0,5	0,2
	Arbustos	0,7	0,5	0,2
	Forrações: plantas rasteiras	0,9	0,5	0,2
	Mistura de árvores, arbustos e gramas	0,9	0,5	0,2
	Gramado	0,8	0,75	0,60
Fator de microclima K_{MC}	Árvores	1,4	1,0	0,5
	Arbustos	1,3	1,0	0,5
	Forrações: plantas rasteiras	1,2	1,0	0,5
	Mistura de árvores, arbustos e gramas	1,4	1,0	0,5
	Gramado	1,2	1,0	0,8
Fator de densidade K_D	Árvores	1,3	1,0	0,5
	Arbustos	1,1	1,0	0,5
	Forrações: plantas rasteiras	1,1	1,0	0,5
	Mistura de árvores, arbustos e gramas	1,3	1,0	0,6
	Gramado	1,0	1,0	0,6

Fonte: Irrigation Association – Landscape irrigation Scheduling and Water Management (2005).

A precipitação efetiva é a parcela da água de chuva que não escoa superficialmente e nem percola abaixo da zona radicular da cultura. É estimada a partir de acordo pelo USDA *Soil Conservation Service* (USDA- SCS) e se chegou a tabela 3 para aplicação do método do percentual fixo, usando o fator RF (tabela 4). É válida para precipitações mensais de 6,4mm a 203,2mm e para terrenos planos.

Tabela 4. Precipitação efetiva com percentual fixo (Fator RF) da precipitação.

Categoria	Tipo de solo	Profundidade das raízes			
		150 mm	300 mm	457 mm	610 mm
Precipitação média mensal efetiva em (%) da precipitação mensal					
1	Arenoso	44	48	52	55
2	Franco-arenoso	47	53	58	63
3	Franco	49	57	63	68
4	Franco-argiloso	47	55	60	65
5	Argiloso	45	51	55	59

Fonte: Irrigation Association – Landscape irrigation Scheduling and Water Management (2005).

Após o cálculo do consumo de água necessário as espécies de plantas e ao projeto paisagístico, deve-se calcular o calendário da irrigação através do qual sejam determinados os períodos em que será necessário efetuar a irrigação, na quantidade exata a fim de evitar desperdício e o melhor método para que o processo seja eficiente.

4.4.3 – VALORES RESULTANTES PARA DEMANDA

Os resultados relativos à demanda de água que seja adequada para o projeto paisagístico proposto estão expostos nas tabelas e gráfico a seguir.

Tabela 5. Resultados de manda da grama

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
E (mm/mês)	248,45	214,53	223,43	172,32	171,28	122,20	129,25	174,91	188,62	254,07	240,22	246,84
Pméd (mm/mês)	62,32	60,47	120,59	61,72	78,08	42,17	36,66	15,01	9,53	7,10	15,96	58,11
Coefficiente de paisagismo (KI)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Etc = KI x E	149,07	128,72	134,06	103,39	102,77	73,32	77,55	104,95	113,17	152,44	144,13	148,10
RF	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00
Pe = P x (RF/100)	29,29	28,42	56,68	29,01	36,70	19,82	17,23	7,05	4,48	3,34	7,50	27,31
NI = Etc-Pe (mm/mês)	119,78	100,30	77,38	74,38	66,07	53,50	60,32	97,89	108,69	149,11	136,63	120,79
Volume mensal(m³) = Área(m²) x NI(mm/mês)/1000	17,97	15,04	11,61	11,16	9,91	8,03	9,05	14,68	16,30	22,37	20,49	18,12

Tabela 6. Resultados demanda das espécies

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
E (mm/mês)	248,45	214,53	223,43	172,32	171,28	122,20	129,25	174,91	188,62	254,07	240,22	246,84
Pméd (mm/mês)	62,32	60,47	120,59	61,72	78,08	42,17	36,66	15,01	9,53	7,10	15,96	58,11
Coefficiente de paisagismo (KI)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Etc = KI x E	111,80	96,54	100,54	77,54	77,08	54,99	58,16	78,71	84,88	114,33	108,10	111,08
RF	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00
Pe = P x (RF/100)	29,29	28,42	56,68	29,01	36,70	19,82	17,23	7,05	4,48	3,34	7,50	27,31
NI(mm/mês)=Etc-Pe	82,51	68,12	43,87	48,54	40,38	35,17	40,93	71,65	80,40	110,99	100,60	83,77
Volume mensal(m³) = Área(m²) x NI(mm/mês)/1000	4,29	3,54	2,28	2,52	2,10	1,83	2,13	3,73	4,18	5,77	5,23	4,36

Tabela 7. Resultados finais para a demanda de água do jardim

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Grama	17,97	15,04	11,61	11,16	9,91	8,03	9,05	14,68	16,30	22,37	20,49	18,12
Espécies	4,29	3,54	2,28	2,52	2,10	1,83	2,13	3,73	4,18	5,77	5,23	4,36
Vol (m³)	22,26	18,59	13,89	13,68	12,01	9,85	11,18	18,41	20,48	28,14	25,73	22,47

Total Anual: 217 m³

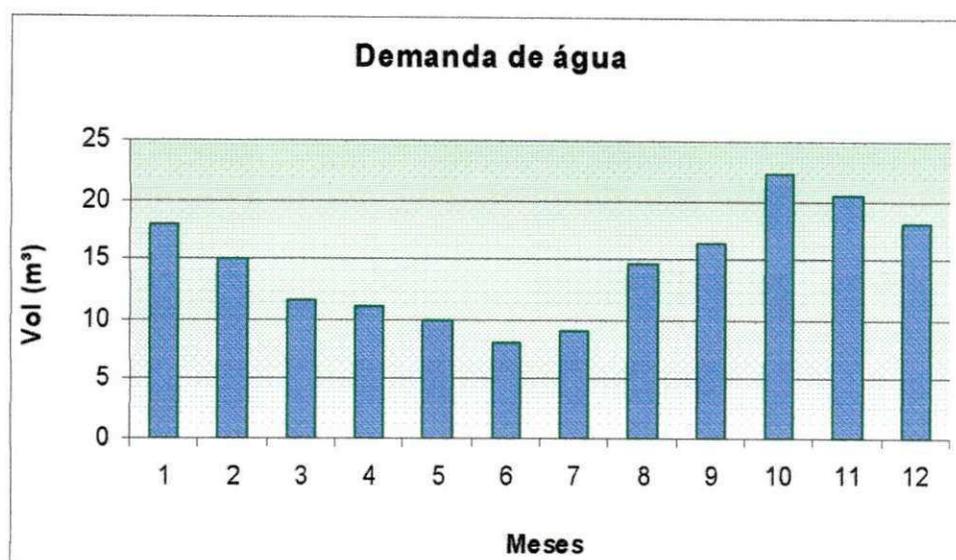


Gráfico 1 – Demandas mensais totais de água no jardim (janeiro à dezembro)

4.5 - CÁLCULO DO VOLUME CAPTADO E GARANTIA ATENDIMENTO DA DEMANDA

Para cálculo do volume potencial a ser captado foi necessário novamente o conhecimento da média pluviométrica da área em questão.

Foi realizada uma avaliação mensal do comportamento das cisternas no que diz respeito ao atendimento da demanda de água dos jardins (Tabela 8).

Tabela 8. Avaliação das cisternas em relação à precipitação e demanda

Mês	Média Mensal (mm)	Cisterna 2 (m³) Área = 200m²	Cisterna 1 (m³) Área = 120 m²	Soma dos Volumes (m³)	Demanda (m³)	Déficit (m³)	Superávit (m³)	Consumo da Cisterna (m³)
Jan	62,32	12,46	7,48	19,94	22,26	-2,32	-	19,94
Fev	60,47	12,09	7,26	19,35	18,59	-	0,76	18,59
Mar	120,59	24,12	14,47	38,59	13,89	-	24,70	13,89
Abr	61,72	12,34	7,41	19,75	13,68	-	6,07	13,68
Mai	78,08	15,62	9,37	24,99	12,01	-	12,98	12,01
Jun	42,17	8,43	5,06	13,49	9,85	-	3,64	9,85
Jul	36,66	7,33	4,40	11,73	11,18	-	0,55	11,18
Ago	15,01	3,00	1,80	4,80	18,41	-13,61	-	4,80
Set	9,53	1,91	1,14	3,05	20,48	-17,44	-	3,05
Out	7,1	1,42	0,85	2,27	28,14	-25,87	-	2,27
Nov	15,96	3,19	1,92	5,11	25,73	-20,62	-	5,11
Dez	58,11	11,62	6,97	18,60	22,47	-3,88	-	18,60
Total								132,97

De modo a transmitir uma melhor confiabilidade da avaliação, não foi considerado que o volume de superávit foi aproveitado para o mês seguinte, ficando então cada balanço hídrico mensal independente do outro.

Para obter o valor de garantia de atendimento da demanda, basta realizar uma razão primária entre o volume consumido e demanda anual.

$$\text{Garantia de atendimento da demanda} = (132,97/217) * 100\% = 61,3\%$$

4.6 - CUIDADOS SANITÁRIOS COM A ÁGUA DA CISTERNA

Foi sugestão que a água das cisternas tivesse um tratamento logo após a sua construção para que ela fosse desinfectada utilizando a quantidade suficiente de cloro. Diante das condições do canteiro e já utilização das cisternas como reservatórios como fonte de água para construção, essa opção não foi acatada.

Outro ponto importante foi que, devido a essa utilização constante (principalmente da cisterna 2), as cisternas ficaram destampadas permitindo a entrada de sujeira e animais (figura 6).

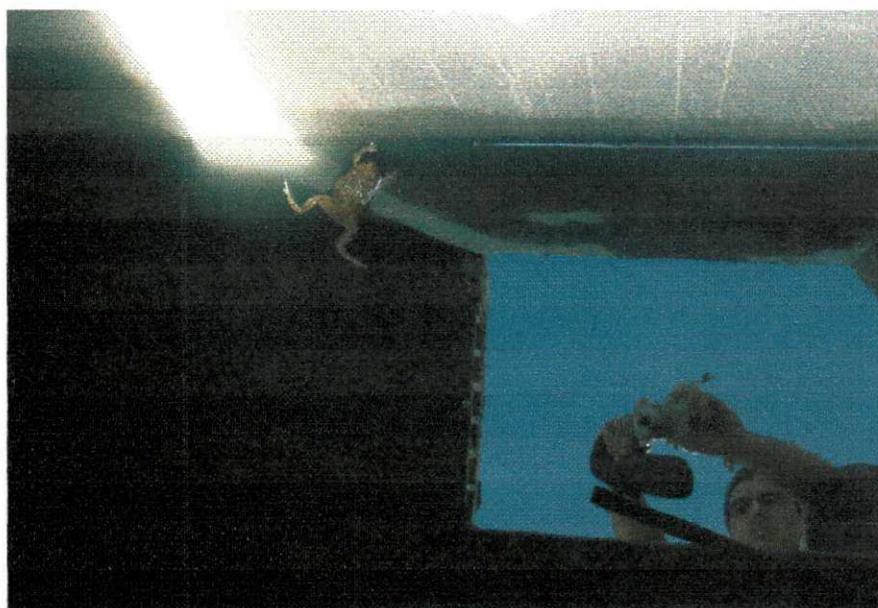


Figura 6 – Entrada de um sapo na cisterna 2

Essas observações juntamente com a não adoção do desvio das primeiras águas e utilização de filtro não foram tomadas como graves e até justificadas pelo uso que se terá dessas águas: a irrigação das plantas.

CAPÍTULO 5

5.1 - OUTROS SERVIÇOS ACOMPANHADOS

Durante o acompanhamento e projeto da captação de água de chuva outros pontos na obra também foram acompanhados. Dentre eles, foi destacada a recuperação da estrutura de uma piscina que já existia (figura 7).



Figura 7 – Estrutura da piscina antes da reforma

Para a impermeabilização foi necessário executar um novo reboco nas paredes da piscina e, após isso, aplicar a manta asfáltica. De modo a verificar se havia vazamentos a piscina foi cheia e seu desnível acompanhado durante uma semana. Visto que houve 10 cm de desnível, a piscina foi seca (água colocada nas cisternas), verificadas as bolhas que existiam (figura 8) e corrigidas as falhas.



Figura 8 – Entrada de um sapo na cisterna 2

CAPÍTULO 6

6 - CONCLUSÕES

Diante de mais uma etapa da formação do Engenheiro, o estágio supervisionado torna-se mais que uma disciplina na grade curricular do curso de Engenharia Civil, e sim mais uma ferramenta que mostra ao aluno a realidade de como as coisas funcionam e de como o futuro engenheiro deve encarar essa realidade.

O estágio serviu não apenas para a aplicação dos conceitos teóricos aprendidos durante a graduação, mas também para desenvolver uma visão crítica de como se encontra o Engenheiro Civil em nossa região.

Para o desenvolvimento sadio de uma obra, uma das lições aprendidas foi de que o planejamento é sem dúvidas uma etapa primordial. Apesar de muitas construtoras optarem pelo imprevisto, investir na etapa de projetos otimiza a produção e evita patologias. Detalhamento é fundamental, mesmo com alterações que possam acontecer durante a execução da obra.

Os resultados para a empresa foram ótimos, visto que os conhecimentos adquiridos pelo estagiário e repassado aos engenheiros foi de fundamental importância para passar segurança e satisfação ao cliente.

Em termos de resultados, o sistema de captação e armazenamento de água de chuva adotado e construído trará uma redução de cerca de 60% no consumo de água para a irrigação do jardim.

A conscientização e sensibilização ambiental nas obras de engenharia é fator que toma cada vez mais espaço e que deve ser mais explorado em projetos. Este tipo de trabalho foi algo não inovador, mas que mostra concretamente que a demanda por serviços de engenharia ambientalmente corretos tende a ser um grande nicho de mercado.

CAPÍTULO 7

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

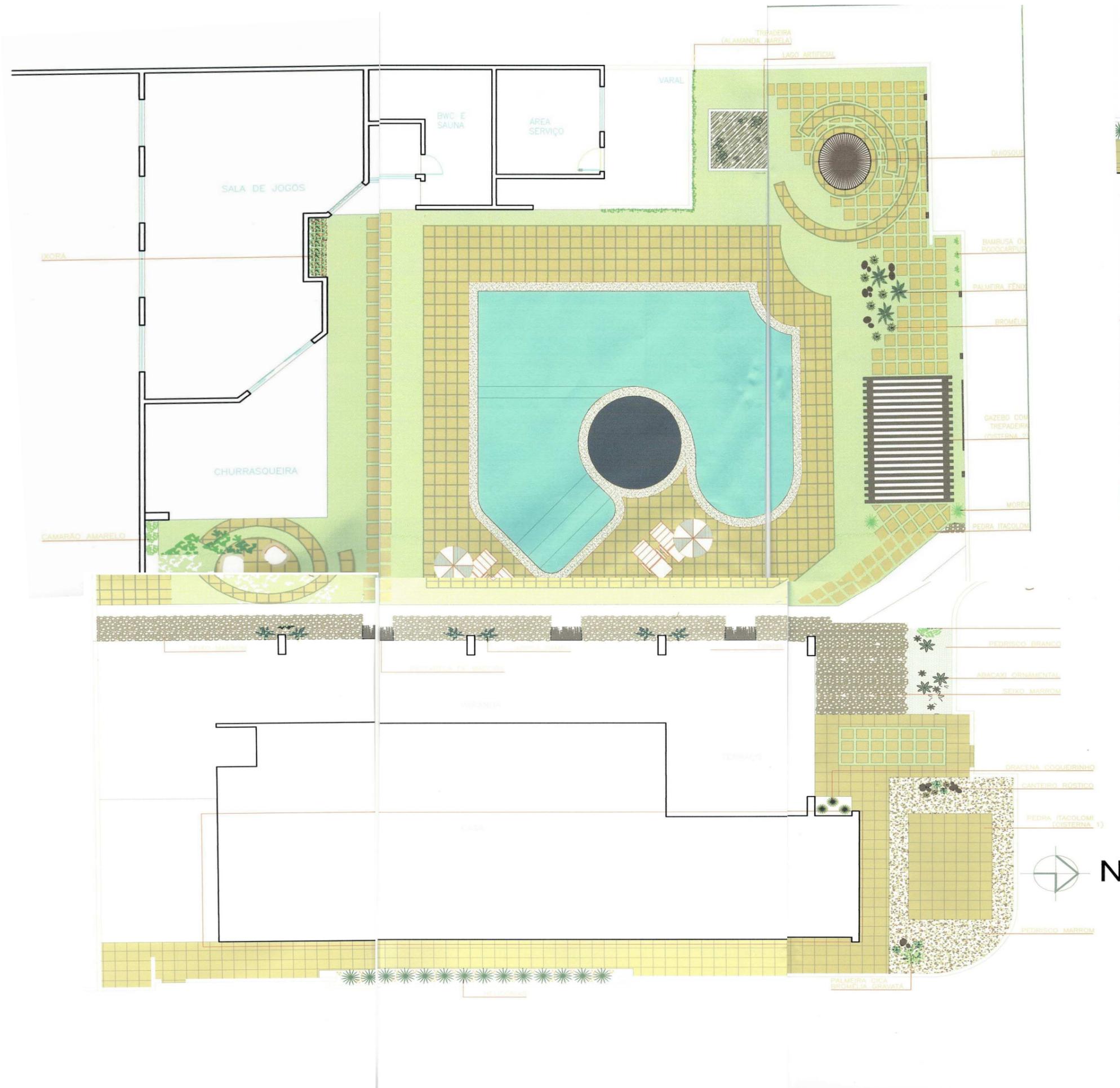
- ALBUQUERQUE, T. M. A. (2004). *Seleção Multicriterial de Alternativas para o Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de Bairro*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.
- IRRIGATION ASSOCIATION. Landscape irrigation scheduling and water management, março de 2005.
- JORNAL DO ENCANADOR, *Economia de Água: o grande tema*, nº 61, Ano 5, Maio 2004, pp.2.
- MEIRA FILHO, A. S. (2004). *Alternativas de Telhados de Habitações Rurais para Captação de Água de Chuva no Semi-Árido*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, PB.
- NBR 10844. 1989. *Instalações Prediais de Águas Pluviais*. ABNT. Rio de Janeiro, 1989.
- SILVA, O. J. (2003). *Captação de Águas Pluviais na Cidade de CampinaGrande – PB: Alternativa Para uma Política de Enfrentamento da Escassez de Água nas Escolas Públicas*, Dissertação de Mestrado Interdisciplinar em Sociedade, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB.
- TOMAZ P. Previsão de consumo de água em Gramados. Revista Eletrônica, http://discovirtual.uol.com.br/disco_virtual/pliniotomaz/arquivos Fevereiro 2007, acesso em Fevereiro 2007.

ANEXOS

ANEXO 1 - Dados Pluviométricos do posto de Monteiro - Paraíba

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1994	-	-	77,2	77,2	112,5	79,6	83,1	7	0	0	0	12,4
1995	20,3	108,7	145,8	98,3	145,8	1,6	41,6	0,3	0	0	127	17,6
1996	34,8	23	93,1	131,2	162,2	20,3	17,3	23,3	0	1,5	0	0
1997	49,5	12,8	93,1	51,9	139,9	10,8	43,9	43,1	0	0	0	159
1998	9,2	0	29,6	63,8	0	10,5	19,3	32,3	5,6	0	0	0
1999	63	8,2	82,4	7,8	56,8	34,8	58,8	0	0	24,5	27	88
2000	104,8	173	52,4	139,8	37,4	31,8	61,8	17,4	62,2	0	5,6	106,9
2001	20	18,4	169	24,6	0	112,6	62,6	3,4	21	45	0	80,1
2002	229,9	137,6	129,2	61,5	114,2	38,7	3	0	0	0	0	58,6
2003	73,2	48	133,1	20,6	61,4	37	23,3	0	6,5	0	0	5
2004	534,2	57	51,2	61,7	58,5	34,5	44,9	12,5	0	0	0	2,8
2005	18,5	75	278,2	17,7	63,1	123,6	35	30,3	0	0	0	65,9
Média	62,32	60,47	120,59	61,72	78,08	42,17	36,66	15,01	9,53	7,10	15,96	58,11
Desvio	66,02	60,68	69,88	47,47	59,25	42,04	20,72	16,41	19,65	15,36	39,92	52,93

ANEXO 2 - Planta Baixa do Projeto da Obra



SALA DE JOGOS

BWC E SAUNA

ÁREA SERVIÇO

VARAL

TERRADEIRA EM AMANDA (BARELA)

LAGO ARTIFICIAL

QUISQUILIA

BAMBUSA DA FLORESTA

PALMEIRA TÊNIS

BROMÉLIA

GAZEBO COM TREPAGEM (CISTERNA 1)

MOREIRA

PEDRA ITACOLMI

MOIRA

CHURRASQUEIRA

CAMARÃO AMARELO

PETRISCO BRANCO

ARAÇAXI ORNAMENTAL

SEIXO MARRON

DRACENA COQUEIRINHO

CANTERO BÓSTICO

PEDRA ITACOLMI (CISTERNA 1)

PETRISCO MARRON

VISTORIA

TERRAÇO

CASA



PLANTAS

PALMEIRA CICA BROMÉLIA GRAMATA