



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL – DEC
ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS



**USO EFICIENTE DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES URBANAS:
ÁGUA DE CHUVA, REUSO DE ÁGUAS E RACIONAMENTO
DO CONSUMO**

CAMPINA GRANDE – PB
2003



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL – DEC
ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS



**USO EFICIENTE DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES URBANAS: ÁGUA
DE CHUVA, REUSO DE ÁGUAS E RACIONAMENTO DO
CONSUMO.**

ALUNA: ELISÂNGELA MARIA PEREIRA DOS SANTOS
ORIENTADOR: CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO

CAMPINA GRANDE – PB
2003



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL – DEC
ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS



USO EFICIENTE DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES URBANAS: ÁGUA
DE CHUVA, REUSO DE ÁGUAS E RACIONAMENTO DO
CONSUMO.

Elisângela Maria Pereira dos Santos

Aluna: *Elisângela Maria Pereira dos Santos*

Carlos Galvão

Orientador: *Carlos de Oliveira Galvão*

CAMPINA GRANDE – PB
2003



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois mesmo nos momentos em que fui ausente ele nunca deixou de acolher. Agradeço profundamente e carinhosamente ao Professor Carlos de Oliveira Galvão com quem tanto aprendi. Agradeço diretamente às minhas companheiras de apartamento com quem sempre pude contar nos momentos mais difíceis e ao meu namorado Victor, pelo seu apoio e compreensão.

SUMÁRIO

Apresentação.....	05
Introdução.....	06
1.0 - Os Recursos Hídricos no Brasil.....	08
2.0 - Estágio Final do Curso.....	10
3.0 - Descrição Detalhada das Etapas Realizadas no Estágio.....	11
3.1 - Elaboração do projeto para aumento da eficiência do uso da água nas atividades comerciais do Shopping Center Iguatemi Campina Grande, através do aproveitamento da água de chuva, do reuso das águas residuárias ali produzidas e da utilização de equipamentos poupadores de água.....	11
3.1.1 - Diagnóstico.....	12
3.1.2 - Projeto.....	15
3.1.3 - Custos.....	19
4.0 - Considerações Finais.....	37
Referências Bibliográficas.....	38
Anexos.....	39
AnexoI.....	40
AnexoII.....	43

APRESENTAÇÃO

Este relatório descreve o estágio realizado no período de 01 de novembro de 2002 a 31 de março de 2003, orientado pelo professor Carlos de Oliveira Galvão, da área de Recursos Hídricos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), sendo requisito necessário para a conclusão do curso.

Este estágio tem como objetivo inserir o aluno no mercado de trabalho, mostrando a ele como o futuro profissional de Engenharia Civil deve se comportar diante de novas situações fora da realidade acadêmica.

INTRODUÇÃO

O Brasil tem mostrado diariamente dificuldades na gestão dos seus recursos hídricos. Enquanto algumas cidades brasileiras chegam a apresentar estado de calamidade pública em decorrência de enchentes, outras localizadas no nordeste do país não possuem uma quantidade suficiente de água para o consumo mínimo da população.

Assim, percebe-se a importância de racionalizar e gerenciar de forma eficaz esse recurso de vital importância para a vida do homem, criando meios que possam minimizar essa escassez.

Uma prática antiga que era utilizada basicamente em comunidades pequenas é a captação de água de chuva através dos telhados. Hoje esta prática se torna essencial para o controle de enchentes, como também para usos não nobres, minimizando assim o uso convencional, podendo retardar ou até mesmo evitar o racionamento de água.

“O matemático e inventor Elair Antônio Padin é autor do projeto que cria as “piscininhas.” A norma 13276/02 torna obrigatória em São Paulo a execução de reservatórios para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m². A lei só vale para novas edificações. O mecanismo além de conter a água e evitar enchentes, gera economia ao possibilitar o uso da água”. (CIOCCHI, 2003).

Uma outra forma de melhor gerenciar os recursos hídricos seria a prática do reúso de água que encontra no Brasil uma gama significativa de aplicações potenciais. O uso de efluentes tratados na agricultura, nas áreas urbanas, particularmente para fins não potáveis, no atendimento da demanda industrial e na recarga artificial de aquíferos, se constitui em instrumento poderoso para restaurar o equilíbrio entre oferta e demanda de água em diversas regiões brasileiras.

Cabe entretanto, institucionalizar, regulamentar e promover o reúso de água no Brasil, fazendo com que a prática se desenvolva de acordo com princípios técnicos adequados, seja economicamente viável, socialmente aceita e

segura, em termos de preservação ambiental e de proteção dos grupos de riscos envolvidos.

Uma prática já muito utilizada no Brasil, principalmente em lugares públicos é a utilização de equipamentos poupadores, como por exemplo uso de torneiras com sensor, possuindo arejador, bacias sanitárias em modelo VDR (Volume de Descarga Reduzido), limitando o volume de descarga até 6 litros.

Soluções que apresentem uma tecnologia de baixo custo também podem ser utilizadas para um melhor monitoramento dos recursos hídricos nas cidades do nordeste brasileiro, como por exemplo a utilização de barragens subterrâneas, captação de águas nos lajedos, controle da evaporação.

Diante de toda esta problemática brasileira este estágio, de grande importância social, foi desenvolvido de forma prática, colocando o aluno diante da problemática do gerenciamento dos recursos hídricos, dando-lhe uma visão da engenharia do novo século.

1.0 - OS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

As cidades brasileiras enfrentam dificuldades na gestão e uso dos recursos hídricos, com enchentes, racionamento de água, índices de perdas físicas nas redes de abastecimento acima da média internacional, desperdícios por parte do consumidor e outros problemas.

“Apesar de o País contar com grande disponibilidade de recursos hídricos, verificam-se ainda graves problemas de falta de água em muitas cidades brasileiras. O racionamento não poupa nem mesmo cidades como Manaus, situada na maior bacia de água doce no mundo.” (LEAL, 2000).

Até recentemente, principalmente em nosso país, a água era considerada como um recurso natural renovável, em geral farto e abundante, e que poderia atender, sem restrições, a quase todas as necessidades que dele viessem a ser requeridas. Sua carência era sentida apenas nas regiões semi-áridas, fato considerado grave, mas natural. Entretanto, a partir da Conferência de Dublin, em janeiro de 1993, a água passou a ser considerada como um recurso finito e, sobretudo, vulnerável (Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH).

Com toda esta problemática da escassez dos recursos hídricos, surge a necessidade de criar tecnologias, tendo como objetivo minimizar o seu consumo. Nos dias atuais a preocupação em utilizar a água de forma racional tem ocupado um espaço muito grande na sociedade brasileira. Grandes e pequenas empresas, condomínios residenciais, shoppings, estabelecimentos comerciais de uma forma geral e pequenas comunidades rurais já tentam criar soluções que otimizem o consumo de água. Essa evolução está sendo acompanhada também por mudanças nas leis brasileiras que a passos lentos tentam criar diretrizes que obriguem empresas e a população a usarem a água de forma racional.

Com a intenção de minimizar a escassez dos recursos hídricos surgiram técnicas que possibilitam usar de maneira mais satisfatória este bem natural.

■ **Aproveitamento das águas pluviais** - Consiste em armazenar em uma cisterna a água captada da superfície dos telhados das edificações. Esta solução, além de diminuir a demanda de água fornecida pelas empresas de saneamento, reduz o risco de enchentes em caso de chuvas fortes.

■ **Reutilização de águas** - É uma prática freqüente nos países desenvolvidos e encontra-se em crescimento nos países em desenvolvimento.

Quando o planejamento é executado adequadamente, os projetos de aproveitamento e tratamento de águas residuárias exercem positivos efeitos ambientais, sociais e econômicos, como a diminuição da carga poluidora lançada nos rios, proteção da saúde dos consumidores dos produtos gerados com o uso de águas residuárias e custos mais baixos por metro cúbico tratado.

■ **A racionalização do consumo da água** - Ocorre através de mudança de comportamento dos usuários e de mudanças nos sistemas hidráulicos das edificações com a utilização de aparelhos racionais. Por exemplo, de acordo com a NBR – 6452, de 1997, a partir de 2002 todas as caixas de descargas produzidas devem ter a capacidade máxima de 6 litros/descarga, reduzindo consideravelmente o consumo.

■ **Medição individualizada de água em apartamentos** – Segundo Coelho & Maynard (1999), o sistema de medição individualizada de água em apartamentos consiste na instalação de um hidrômetro em cada unidade habitacional, de modo que seja possível medir o seu consumo com a finalidade de emitir contas individuais.

2.0 – ESTAGIO FINAL DO CURSO

O curso de Engenharia Civil da Universidade da Federal de Campina Grande possui um componente curricular que consiste em um estágio supervisionado de no mínimo 180 horas do qual o aluno obrigatoriamente deve participar. Este estágio supervisionado tem como objetivo inserir o aluno e futuro profissional no mercado de trabalho, acrescentando a ele uma visão complementar à que foi obtida durante a vida acadêmica.

De acordo com os objetivos propostos pela universidade e, juntamente ao desempenho dos interessados (Professor orientador e aluna), foi possível realizar um estágio onde houve a junção dos aprendizados acadêmico, interpessoal, profissional e, sobretudo, prático.

Este estágio foi dividido basicamente em duas etapas:

■ 1ª Etapa:

A primeira etapa consistiu na elaboração de um projeto para aumento da eficiência do uso da água nas atividades comerciais do Shopping Center Iguatemi Campina Grande, através do aproveitamento da água de chuva, do reuso das águas residuárias ali produzidas e da utilização de equipamentos poupadores de água;

■ 2ª Etapa:

A segunda etapa foi realizada com uma cooperação técnica entre PATAC/UTOPIA/UFCG, onde elaborou-se um projeto para ser implantado em comunidades do semi-árido paraibano utilizando tecnologias alternativas que viabilizam o consumo de água. Participou-se da elaboração de duas propostas para financiamento deste projeto, uma submetida à organização internacional EWB (Engineers Without Borders) - Engenheiros Sem Fronteiras, e outra a JICA (Japan International Cooperation Agency).

3.0 – DESCRIÇÃO DETALHADA DAS ETAPAS REALIZADAS NO ESTÁGIO.

3.1 – ELABORAÇÃO DO PROJETO PARA AUMENTO DA EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NAS ATIVIDADES COMERCIAIS DO SHOPPING CENTER IGUATEMI CAMPINA GRANDE, ATRAVÉS DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA, DO REUSO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS ALI PRODUZIDAS E DA UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS POUPADORES DE ÁGUA.

O Shopping Center Iguatemi Campina Grande, que foi inaugurado em 29 de abril de 1999, está localizado numa área estratégica de Campina Grande. Possuindo uma área de mais de 50.000 m², o Shopping Iguatemi tem uma rotatividade diária considerável de visitantes.

O Shopping Center Iguatemi buscou na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) parceria para desenvolvimento de um projeto para aumento da eficiência do uso da água nas suas atividades comerciais, através do aproveitamento da água de chuva, do reuso das águas residuárias ali produzidas e da utilização de equipamentos poupadores de água, visando diminuir, a um determinado intervalo de tempo, seus custos mensais com a concessionária de água e esgoto da cidade de Campina Grande - Cagepa.

A Universidade Federal de Campina Grande se dispôs a desenvolver este projeto formando uma equipe técnica de especialistas, uma empresa privada e estagiários. Inicialmente foi elaborado um plano de trabalho contento cada etapa que deveria ser desenvolvida para uma melhor análise desta proposta (Anexo I). Esse plano de trabalho foi rigorosamente desenvolvido, permitindo que se conhecesse tecnicamente o Shopping Center Iguatemi e possibilitando diante disto, propostas viáveis para a implantação do projeto.

3.1.1 – DIAGNÓSTICO

A água é utilizada no Shopping Center Iguatemi em zonas bastante definidas, conforme mostrado na Figura 1.

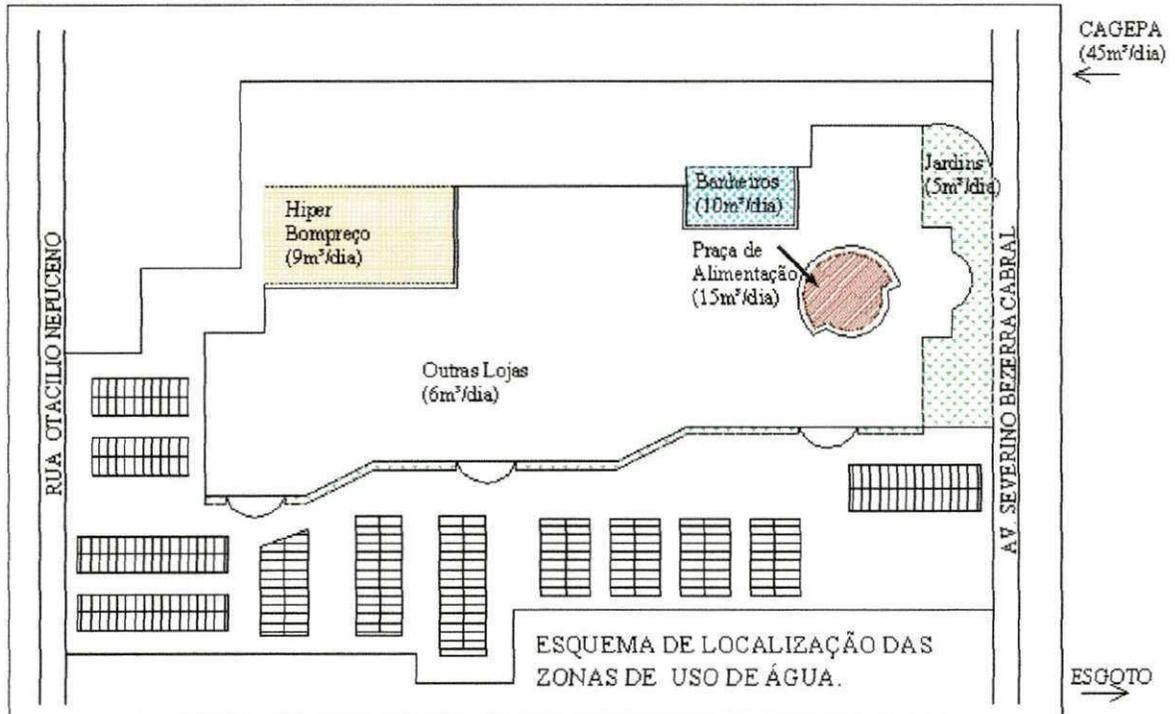


Figura 1. Localização das zonas de uso de água.

As peças hidráulicas que equipam os banheiros do Shopping Center Iguatemi não são as de melhor desempenho poupador disponíveis no mercado, particularmente as bacias sanitárias, visto que o edifício foi construído antes do Governo Federal regulamentar o PBQPH (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Habitação). Este programa estabelece que todas as bacias sanitárias devem ser projetadas para a categoria VDR (Volume de Descarga Reduzido – 6 litros por descarga) até o final do ano de 2002, independentemente do sistema de descarga adotado. As bacias existentes no Shopping Iguatemi são equipadas com válvulas, com vazão de aproximadamente 9 litros por descarga (conforme informações fornecidas pelo fabricante – DOCOL).

De acordo com os dados coletados no local, as torneiras são de fecho automático, possuindo uma vazão de aproximadamente 0,10 l/s. Os mictórios possuem uma descarga também sob pressão apresentando uma vazão de 0,12l/s.

A edificação possui dois reservatórios superiores (capacidades de 200 m³ e 85 m³) e dois inferiores (capacidades de 256 m³ e 128 m³).

Para a caracterização do esgoto produzido no Shopping Center Iguatemi foram coletadas amostras nas duas principais tubulações que os transportam até a rede coletora pública, cuja caracterização encontra-se na tabela 1. A primeira amostra corresponde ao esgoto de todos os banheiros (públicos, administração e funcionários) e todo o esgoto do Hiper Bompreço. A segunda amostra corresponde ao esgoto da praça de alimentação e da loja Riachuelo.

Tabela 1 – Caracterização Físico-Química do Esgoto do Shopping Iguatemi

Parâmetros	Amostra 1	Amostra 2
Hora da coleta	12h 45min	13h 15min
Temperatura da amostra	25	25
PH	8,66	7,63
Turbidez (NTU)	60	81
Condutividade Elétrica (MHO/cm)	2510	2370
OD (mg/L)	0,0	0,0
DBO (mg/L)	240	>240
DQO (mg/L)	538,5	1307,7
Sólidos Totais (mg/L)	1939	2275
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	861	749
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	1078	1526
Sólidos Suspensos (mg/L)	139	609
Sólidos Suspensos Fixos(mg/L)	22	46
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	117	563
Amônia (mgNH3-N/L)	125,6	8,6
Nitrato (mg/L)	1,209	6,512
Fósforo Total (mg/L)	18,061	10,465
Ortofósforo Solúvel (mg/L)	12,185	5,537
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	7,8 x 10 ⁶	Ausente*

* Diluição alta para quantificação de coliformes fecais

As instalações sanitárias são convencionais, ou seja, todos os efluentes são lançados na rede coletora pública, e de acordo com os resultados os esgotos têm composição físico-química e bacteriológica típica do tipo de utilização realizada

Há duas redes coletoras de águas pluviais. Uma rede recebe água proveniente de parte do telhado e do estacionamento, enquanto que a segunda recebe da outra parte do telhado (Figura 2). Não foi realizada caracterização da qualidade da água captada nestas áreas, mas espera-se, em função de experiências anteriores em Campina Grande, águas de qualidade razoável quando captadas na cobertura e de qualidade bastante variável quando captadas no estacionamento.

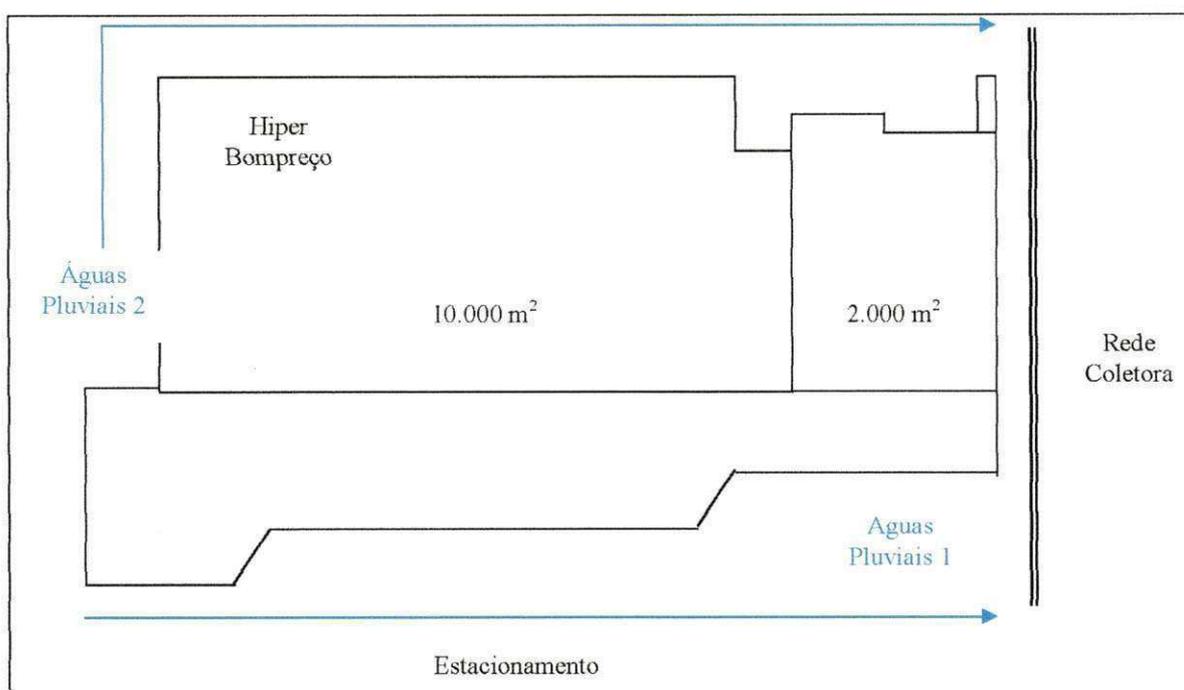


Figura 2. Redes de coleta de águas pluviais.

A estimativa dos consumos foi realizada a partir de duas fontes:

■ Registro hidrométrico do consumo dos meses de março, abril e maio de 2002. Há hidrômetros nas lojas que dispõem de ligações de água e um outro hidrômetro para o consumo dos banheiros públicos e demais áreas comuns. O consumo total médio foi $1350 \text{ m}^3/\text{mês}$ ($45 \text{ m}^3/\text{dia}$), sendo o consumo médio mensal das lojas $900 \text{ m}^3/\text{mês}$ ($30 \text{ m}^3/\text{dia}$) e o consumo médio destinado para limpeza de pisos, jardinagem e banheiros (públicos, administração e funcionários – exceção para os banheiros do Hiper Bompreço) $450 \text{ m}^3/\text{mês}$ ($15 \text{ m}^3/\text{dia}$).

■ Levantamento dos consumos de limpeza de pisos, jardinagem e banheiros públicos, via entrevista com responsáveis pela manutenção do edifício e levantamento direto de utilização dos banheiros públicos e equipamentos de irrigação de jardins (medição de vazão dos equipamentos e pesquisa de número de usuários e duração do uso). A limpeza de pisos apresenta consumo muito baixo em relação aos demais, visto que é realizada duas vezes por semana utilizando dois recipientes de 80 litros. O consumo de água para jardinagem é em torno de 5 m³/dia. O restante do consumo (10 m³/dia) foi atribuído aos banheiros públicos, de funcionários e da administração.

3.1.2 – PROJETO

CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

A água coletada na primeira rede (ver Figura 2) não seria aproveitada em virtude da alta variabilidade da sua qualidade (proveniente do estacionamento, em sua maior parte). A modificação na atual rede coletora para realizar coleta separada das águas provenientes da cobertura foi descartada devido aos altos custos financeiros e de transtornos previstos, dada a constituição rochosa do solo na área.

Apenas parece viável o aproveitamento da água transportada pela segunda rede. Neste caso, poucas seriam as modificações nestas instalações. A água seria captada de uma área de cobertura de aproximadamente 12.000 m² ou 10.000 m² (Figura 2).

O armazenamento da água coletada pode ser feito em um dos dois reservatórios inferiores atualmente existentes. O outro seria destinado a armazenar água potável fornecida pela concessionária pública CAGEPA.

Realizou-se análise de sensibilidade da combinação do uso dos dois reservatórios e das duas áreas de captação, através da simulação diária do sistema de aproveitamento. Para o estudo de viabilidade deste projeto foram

analisados dados pluviométricos, dos anos 1951 a 1975, da cidade de Campina Grande.

As tabelas a seguir mostram esses resultados para uma cisterna de 128 m³ e para uma cisterna de 256 m³.

Tabela 2. Análise de viabilidade do uso de águas pluviais: uso da cisterna e área de captação.

Reservatório (m ³)	Telhado (m ²)	Consumo Diário (m ³)	DISPONIBILIDADE PARA CONSUMO			ECONOMIA ANUAL (R\$)
			Mínima	Média	Máxima	
128	10000	15	37	53	74	12.750,72
128	12000	15	39	55	78	13.379,90
256	10000	15	42	59	79	14.284,96
256	12000	15	44	62	85	15.030,31

* considerando o custo unitário da CAGEPA R\$ 4,42.

A tabela a seguir mostra a simulação que determina o número de dias por ano em que ocorre o uso das águas pluviais, considerando o armazenamento na cisterna de 128 m³ e um consumo diário de 15 m³.

Tabela 3 – Simulação do uso das águas pluviais: dias de uso durante 1 ano.

	USO > 0 m ³	USO = 15 m ³	10 m ³ < USO < 1m ³
Ano Médio	207 dias	177 dias	186 dias
Ano Chuvoso	282 dias	255 dias	263 dias
Ano Seco	142 dias	130 dias	130 dias
Ano Médio	56,7 %	48,5 %	51,0 %
Ano Chuvoso	77,3 %	69,9 %	72,1 %
Ano Seco	38,9 %	35,6 %	35,6 %

Na tabela 4 a simulação foi realizada para o armazenamento das águas pluviais na cisterna de 256m³ e consumo de 15m³/dia.

Tabela 4. Simulação do uso das águas pluviais: dias de uso durante 1 ano.

	USO > 0	USO = 15 m ³	10 m ³ <USO<1m ³
Ano Médio	223 dias	200 dias	208 dias
Ano Chuvoso	290 dias	270 dias	278 dias
Ano Seco	156 dias	147 dias	147 dias
Ano Médio	61,1 %	54,8 %	57,0 %
Ano Chuvoso	79,5 %	74,0 %	76,2 %
Ano Seco	42,7 %	40,3 %	40,3 %

COLETA DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

A coleta de águas residuárias com a finalidade de reuso direto planejado, consiste em transportar parte do esgoto produzido (lavagem de mãos, efluentes derivados do chuveiro e de lavagem de pisos) para uma estação de tratamento onde o mesmo passaria por um tratamento que fizesse com que este efluente apresentasse características adequadas para um determinado uso previamente estabelecido.

O uso de efluente em edificações implica em mudança nas tubulações, pois parte do efluente tratado será utilizado para fins não nobres (lavagem de piso, jardinagem, vasos sanitários) e as outras instalações funcionaram convencionalmente.

O sistema de tratamento de efluentes previsto no presente projeto é o sistema UASB (Figura 3), que trata o efluente de forma que o mesmo obtenha características adequadas para o reuso, com adequado controle das características físicas, químicas e biológicas. Uma das vantagens deste sistema de tratamento de efluente é que, para ser colocado em prática, não necessita que se disponibilize grandes áreas, facilitando assim a adaptação da arquitetura já existente com sistema de tratamento. Outra vantagem é o baixo requisito de mão-de-obra especializada para a sua manutenção, minimizando os custos.

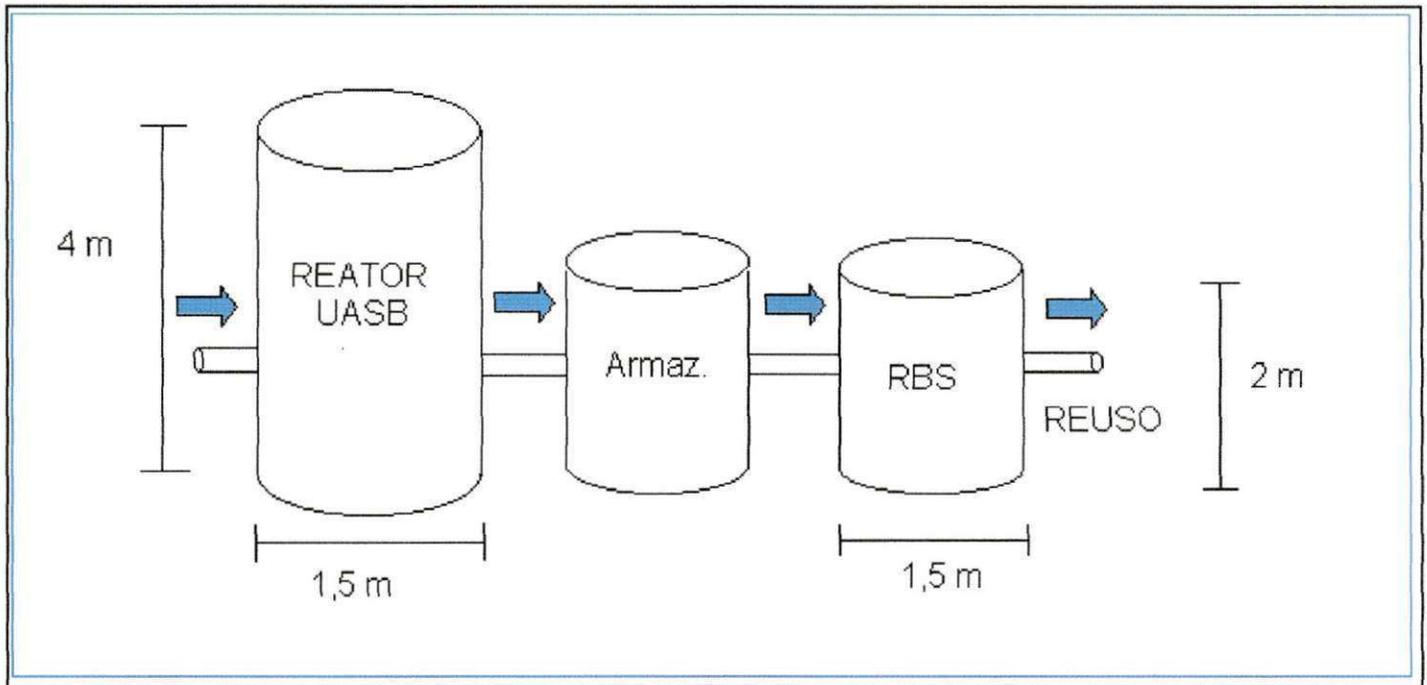


Figura 3 – Sistema de tratamento de efluentes (UASB)

REDE DE TUBULAÇÕES PARA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

O processo de distribuição de água proveniente do tratamento de efluentes requer uma rede de tubulação diferente da convencional. É preciso que se tenha uma tubulação de esgoto para o vaso sanitário e para o mictório separada das demais, pois o efluente resultante destes aparelhos sanitários será enviado diretamente na rede coletora, diferentemente do efluente dos lavatórios, do efluente da praça de alimentação e dos chuveiros, que será enviado para uma estação de tratamento. A tubulação de água que abastece os vasos sanitários, os mictórios e os pontos de captação de água para jardinagem e limpeza de piso será apresentada de duas formas: uma tubulação abastecida pelo reuso e outra convencional. Esta última será utilizada em casos especiais como, por exemplo, algum problema que possa parar a estação de tratamento ou até mesmo uma manutenção.

MUDANÇAS EM EQUIPAMENTOS DE USO DE ÁGUA

Existe um conjunto de medidas que visam racionalizar o uso da água reduzindo o consumo final dos usuários do sistema sem prejudicar o conforto e a segurança higiênica. Uma medida analisada no presente projeto foi a mudança de equipamentos de uso de água convencionais para equipamentos poupadores.

No início do processo de análise das alternativas estudou-se a possibilidade de mudança dos aparelhos sanitários convencionais para aparelhos de uso racional. Tanto foi analisada a possibilidade de troca de todos os aparelhos, como também a troca dos aparelhos, com exceção das caixas de descargas. Porém, diante de discussões junto à equipe do Iguatemi, a primeira alternativa não se mostrou viável em termos de manutenção, pois as caixas de descargas não são protegidas contra vândalos, e a última alternativa foi descartada temporariamente, alegando-se que não apresentava viabilidade de custos.

Foi simulada a troca apenas nos banheiros utilizados pelos clientes do Shopping Iguatemi e esta simulação quando feita considerando a troca de todos os aparelhos (torneiras, mictórios e bacia sanitária) acarretou uma redução no consumo de água de aproximadamente $123 \text{ m}^3/\text{mês}$ que é o equivalente a R\$ 548,0 mensal (considerando a tarifa igual $4,42\text{R}\$/\text{m}^3$). Quando simulada a troca apenas dos mictórios e das torneiras a redução do consumo foi apenas de $15,80\text{m}^3/\text{mês}$ que é o equivalente a R\$ 71,00 mensal.

3.1.3 CUSTOS

CUSTOS FINANCEIROS DO SISTEMA (IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO)

Em um acordo realizado entre o Shopping Iguatemi e a CAGEPA ficou estabelecido que seria cobrado um valor unitário igual R\$ 4,42/ m^3 (água e esgoto). Caso o consumo mensal atingisse um valor inferior a 990m^3 (10m^3 para cada um dos 99 estabelecimentos) o valor unitário seria R\$ 3,39.

O Shopping Iguatemi consome em média 45m^3 de água/ mês. A proposta do projeto é que se use $15\text{m}^3/\text{mês}$ para usos não nobres tratando este efluente ou captando água de chuva. Os $30\text{m}^3/\text{mês}$ restantes serão utilizados para fins ditos nobres.

As tabelas abaixo mostram resumidamente o resultado final da análise das alternativas estudadas, porém para uma melhor compreensão destas tabelas encontra-se um esquema funcional para cada alternativa (Anexo II).

Tabela 1 – Consumo Médio Atual de Água do Shopping Center Iguatemi Campina Grande

Consumo médio (m³)	1350
Custo Mensal da Água (R\$)	2.983,50
Custo Mensal do Esgoto (R\$)	2.983,50
Custo Mensal Total R\$ (R\$)	5.967,00
Custo Anual Total (R\$)	71.604,00

Tabela 2 – Economia Utilizando a Alternativa de Reuso de Água (tarifa reduzida, Consumo < 990m³)

		Economia Mensal (R\$)	Economia Anual (R\$)
Custo Mensal da Água (R\$)	1.526,400		
Custo Mensal do Esgoto (R\$)	1.526,400		
Custo Mensal Total R\$ (R\$)	1.526,400		
TOTAL	3.052,800	2.914,200	34.970,400

Tabela 5. Custos Estimados Para a Admissão da Alternativa de Reuso de Águas Residuárias.

CUSTOS DE INVESTIMENTOS	
Mudança de instalações hidro-sanitárias	R\$ 50.000,00
Estação de tratamento de efluentes	R\$ 25.000,00
Benefícios anuais da redução da taxa de serviços da CAGEPA (valor anual)	R\$ 34.970,00

Tabela 6. Custos Estimados Para a Admissão da Alternativa de Captação de Águas de Chuva.

CUSTOS DE INVESTIMENTOS	
Mudança de instalações hidro-sanitárias e tratamento de água	R\$ 18.000,00
Benefícios anuais da redução da taxa de serviços da CAGEPA (ano de precipitação baixa)	R\$ 11.456,28
Benefícios anuais da redução da taxa de serviços da CAGEPA (ano de precipitação média)	R\$ 17.115,35
Benefícios anuais da redução da taxa de serviços da CAGEPA (ano de precipitação alta)	R\$ 24.837,39

ANÁLISE DE VIABILIDADE

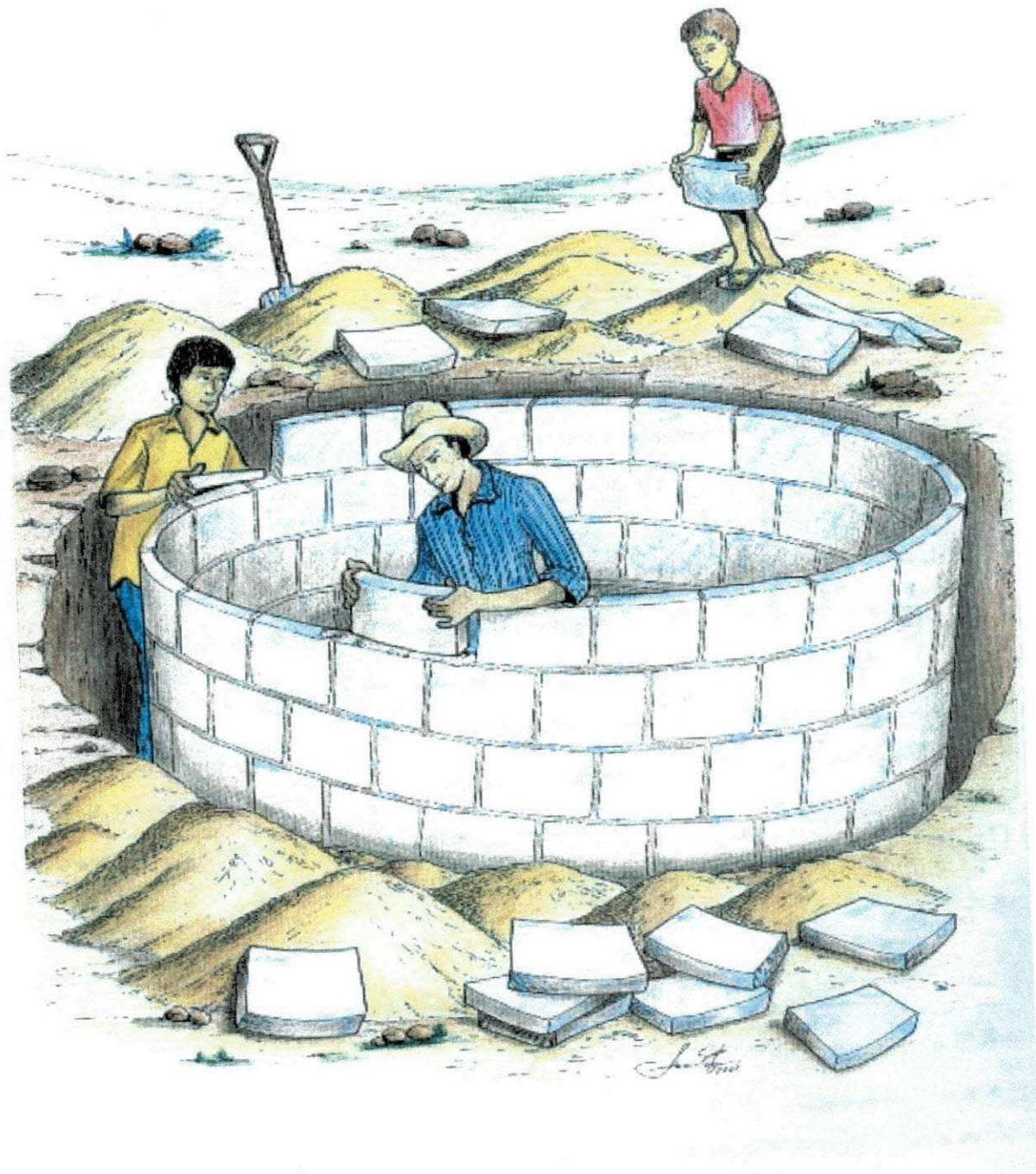
Uma outra alternativa seria unir a alternativa de reuso e a alternativa de uso de água de chuva, porém com base na análise dos custos e da necessidade de apenas 15m³ de água concluiu-se que não seria viável.

Depois dessas discussões realizadas com base nas propostas apresentadas junto à equipe técnica do Shopping Iguatemi Campina Grande propuseram-se duas alternativas consideradas mais viáveis no quadro atual. A primeira alternativa consistiu no reuso de águas residuárias e a segunda alternativa, no uso de águas pluviais com uma cisterna de 128m³.

Os seus donos eram os grandes fazendeiros que se destacavam ganhando status em meio à população.

A proposta do PATAC era uma cisterna popular e redonda, com uma parede de apenas 7 cm, usando placas de cimento feitas pelos próprios agricultores. À medida que a cisterna era construída e principalmente quando recebia as primeiras águas pelas bicas de zinco fixadas no telhado e os tubos de plásticos que canalizavam as águas para dentro da cisterna, as opiniões já eram mais favoráveis. Nos 9 anos em que o PATAC atuou neste trabalho, milhares de cisternas se espalharam pelo Semi-Árido Paraibano. Em todos os lugares foi ensinada aos agricultores a profissão de “Construtor de Cisternas”, de maneira que a técnica de fazer cisternas já faz parte da cultura do povo na Paraíba, multiplicando as cisternas nas áreas onde eles vivem.

Uma grande preocupação do PATAC é o uso da água dessas cisternas com o mínimo de contaminação. Assim foram dados cursos de manejo das águas em todos os lugares onde os agricultores foram instruídos a fazer cisternas. Além disso, para evitar a contaminação da água durante sua retirada o PATAC junto a UTOPIA elaborou uma bomba manual fixa com a qual se pode retirar a água sem abrir a tampa da cisterna.

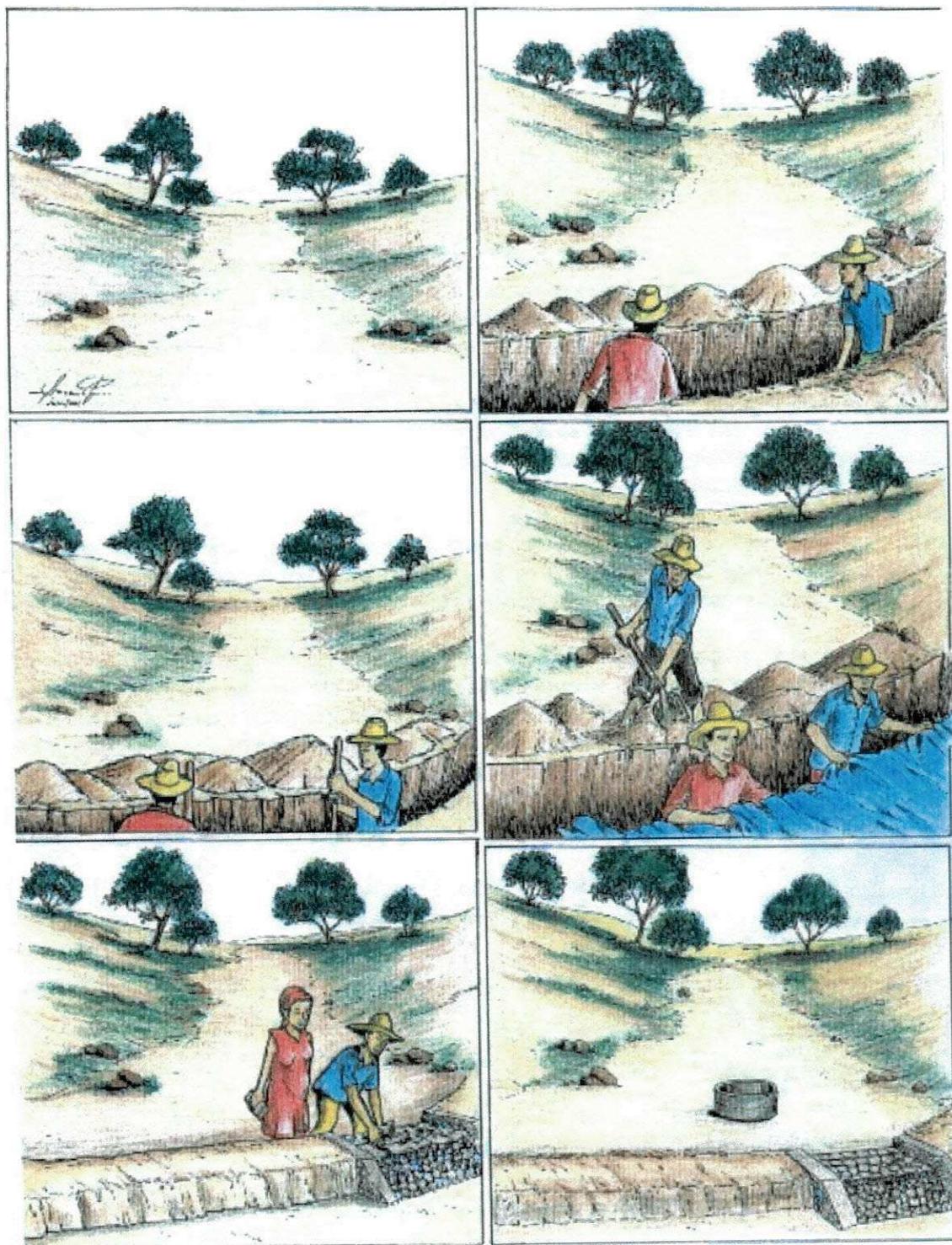


■ BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

Uma vez que com as cisternas redondas capta-se as águas dos telhados para uso familiar, o PATAC analisou alternativas para armazenar água na própria terra para que as plantas não tenham somente água durante as chuvas, mas também meses depois das chuvas.

Para este fim, as ONG's adaptaram a técnica das barragens subterrâneas. Elas consistem numa barragem socada com barro (ou uso de uma lona plástica) para evitar que as águas de um córrego não escape nas camadas da terra embaixo. Para isso se cava uma valeta de 50 cm de largura, fazendo 90 graus com a correnteza da águas e que vai até o salão impermeável ou pedra da valeta. No enchimento desta valeta com barro socado ou lona plástica se fecham todas as passagens das águas subterrâneas, provocando um acúmulo do lado de onde vêm as águas. É neste lado que se cava um poço amazonas raso (até o salão duro) em que se vê a lâmina de água na terra e cuja água se pode usar tanto para os animais como para a irrigação

Essa técnica tem total apoio dos agricultores e em alguns lugares já estão aplicando por iniciativa e custeio próprios. Quem não tinha animais por falta de ração, agora está adquirindo criações porque a abundância de capim nesta terra molhada garante o sustento dos animais. Com essa técnica pode-se criar ilhas verdes e úmidas. E na medida em que se faz isso na extensão toda do córrego, toda a faixa se torna um vale verde que garante tanto água quanto alimentação aos animais.



■ IRRIGAÇÃO DE SALVAÇÃO:

A descontinuidade das chuvas é uma característica normal no Semi-Árido. Anormal é uma chuva contínua que garanta um desenvolvimento normal da lavoura.

Quem não tem água para salvar a lavoura, nos tempos em que a chuva falta, perde-a, se não totalmente, em grande parte. Dizem que quando se planta nas primeiras chuvas, se perde parte da lavoura. Mas se plantar depois das primeiras chuvas, se perde também. Quem, no Semi-Árido, depende somente das chuvas, nunca tem garantia do seu trabalho.

A única maneira de garantir o trabalho do agricultor é a água com que se pode irrigar a lavoura nos intervalos das chuvas. Geralmente se pensa que a irrigação é algo que é feito com bombas grandes e com aspersores que jogam as águas em círculos grandes. Outras maneiras consistem na cavação de valetas que são enchidas com água e que através da evaporação das águas nas valetas levem a sanalização das terras. Para o pequeno agricultor, propõe a construção de uma cisterna (uma técnica que ele já domina) num lugar mais alto em que se bombeia a água. Com uma mangueira de polietileno de $\frac{3}{4}$, com furos de 2 mm, e que tenha seu terminal fechado, pode-se molhar a terra com a maior economia de água e com o maior rendimento para as plantações.

Essa técnica exige uma outra maneira de semear. Aqui não se semeia extensivamente, espaçado, mas intensivamente e mais apertado. Isso é totalmente contra a cultura do agricultor. Mas a terra molhada cria possibilidades que não se tem em situações de risco quando faltam as chuvas.



■ CAPTAÇÃO ARTIFICIAL DA CHUVA

Quando a terra é acidentada, temos uma boa possibilidade de captar a água na parte de cima para irrigar a parte de baixo. Entre essas duas partes vêm os reservatórios de água.

Destocando e igualizando a parte de cima, se cobre o terreno com uma lona plástica. Essa lona, por ser impermeável, recebe a água da chuva que desce por gravidade. É bom porém, revestir essa lona com pedras para evitar que os raios solares batam nela. O peso das pedras também evita a ação do vento que se não for evitado pode chegar até a rasga-la.

Entre a terra coberta com a lona e a terra com plantações vêm os tanques que recebem a água. Estes tanques podem ser espalhados pela largura da lona desde que as águas sejam todas canalizadas para estes tanques. O total do volumes destes tanques pode ser calculado. Multiplica-se a superfície coberta com a lona pela quantidade anual de chuvas neste lugar.

A parte de baixo é plantada em curva de nível. Dos tanques, a água entra nas mangueiras furadas de polietileno de $\frac{3}{4}$.



■ CICLO FECHADO DAS ÁGUAS

Na natureza notamos um ciclo que renova as águas depois do seu uso. A chuva cai, molha a terra e enche as cisternas. Essas águas podem ser usadas em casa ou nas plantações. O sol evapora as águas se formam em nuvens. Essas nuvens se compactam e quando esfriam vão molhando novamente as nossas terras e enchendo as cisternas.

Sendo que, as águas captadas nos telhados para canalizar nas cisternas, podem ser usadas nos banheiros, nas pias, na cozinha, na lavagem das roupas, etc. Numa experiência de destilador solar no passado constatamos que um metro quadrado de destilador pode purificar quatro litros de água imprópria, sejam salgadas, barrentas ou sujas. Um destilador com 50 metros quadrados, portanto, purifica $50 \times 4 = 200$ litros de água em 24 horas. Constatou-se também que a destilação não é somente nas horas de sol. Onde tem uma diferença de temperatura dentro e fora do destilador há evaporação e, portanto, transformação de águas sujas em águas limpas.

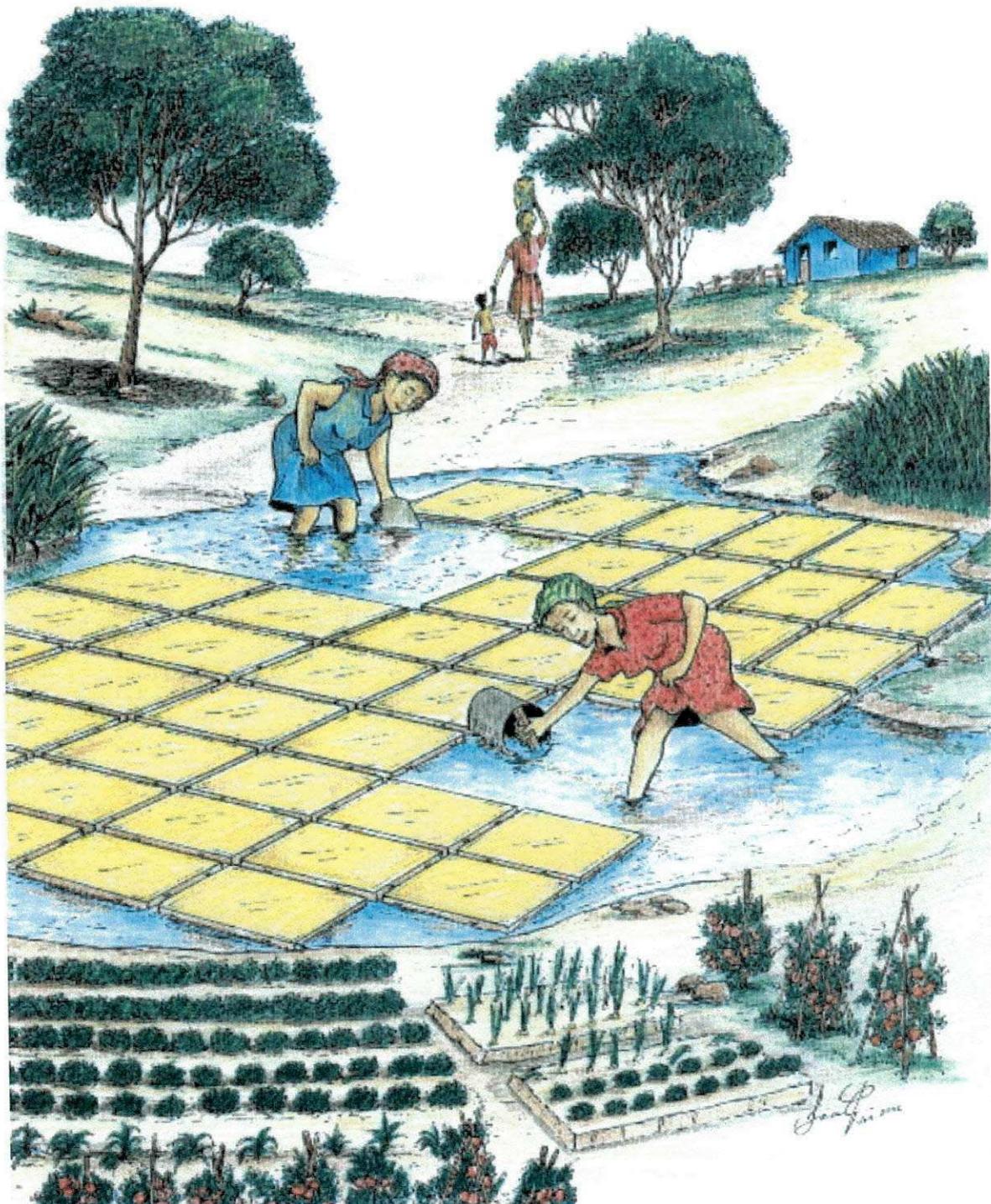
Captando essas águas usadas e canalizando-as num destilador solar, essas águas se tornarão água destilada limpa, pura e sem nenhuma contaminação. Colocando a água destilada novamente nas cisterna, recupera-se as águas usadas, ficando com a mesma quantidade de água que se tinha antes do uso.



■ COMBATE À EVAPORAÇÃO

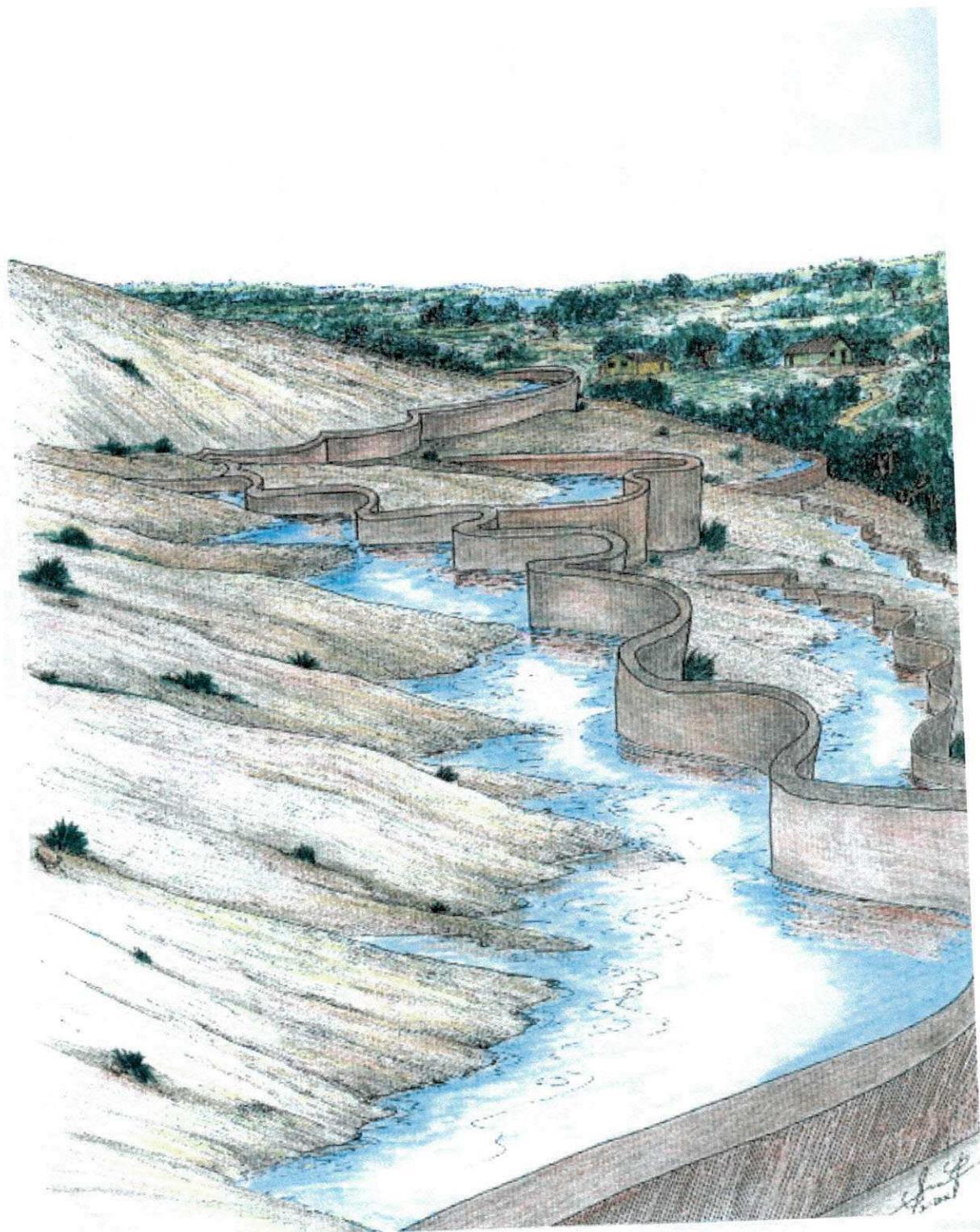
Nas pesquisas aqui no Nordeste constatou-se uma evaporação de 3000 mm por ano. Sendo que a chuva anual tem uma média de 600 mm, sendo a evaporação 5 vezes maior. Nas terras plantadas pode-se cobrir a mesma com material orgânico (se tiver), fazendo uma cobertura morta. Na hora mesmo de lançar as semente tem-se de escolher os espaços de tal maneira que a lavoura desenvolvida evite o acesso dos raios solares na terra. Apesar de que o calor sempre provoca uma transevaporação através das folhas, achou-se que os raios solares, atingindo a terra diretamente, podem levar a uma secagem maior da terra.

Nos pequenos açudes e barreiras, onde tem a mesma perda de 3000 mm por ano, podemos tentar fazer uma cobertura que diminui, ou até evita essa grande perda de água. Apesar que esta iniciativa pode representar um custo muito elevado, lembrando que a mesma água pode render 5 vezes mais em comparação quando não cobre o reservatório. O uso de um barreiro coberto rendendo 5 vezes mais, ou seja podendo se fazer com ele o que se podia fazer com 5 barreiros descobertos representa uma vantagem muito grande.



■ CAPTAÇÃO DAS ÁGUAS DOS LAJEDOS

Toda terra tem a sua vocação para captar água. Se há riachos, usa-se barragens subterrâneas. Se há grandes pedras ou lajedos, pode-se fazer um contorno com tijolos num nivelamento com um pequeno desnível, de maneira que a água seja canalizada para a extremidade mais baixa por gravidade. Armazenando essa água em tanques cobertos ou cisternas, pode-se garantir uma grande quantidade de água de boa qualidade.



4.0 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio foi de fundamental importância pois através dele foi possível conhecer e principalmente interagir de forma prática e dinâmica no mercado de trabalho, alcançando assim o seu principal objetivo.

Pode-se dizer que este estágio proporcionou de forma ampla, uma oportunidade que infelizmente nem todos os alunos tiveram, pois foi possível atuar nas seguintes áreas da engenharia civil: análise de projetos hidro-sanitários, projetos de incêndio, projetos arquitetônicos; análise de custos; análise de viabilidade da execução de projetos; contato com tecnologias inovadoras e visão de uma engenharia diferente da convencional.

Além de todas essas vantagens técnicas, foi possível ainda adquirir conhecimentos interpessoais, tendo em vista o número considerável de reuniões, onde todas as possíveis decisões eram elaboradas e analisadas para assim serem aplicadas com êxito.

Diante disto percebe-se o quanto o estágio foi bem desenvolvido e conseqüentemente bem aproveitado, abrindo espaço para procura de novos conhecimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COELHO, A. C; Maynard, J. C. de B. **Medição Individualizada de Água em Apartamentos**. Recife: Ed. dos autores, 1999. 174pp.
- CIOCCHI, L. **Para Utilizar Água de Chuva em Edificações**. Técnica. São Paulo, n. 72, p. 58-60, 11 mar 2003.
- LEAL, U. **Água por um Fio**. Técnica. São Paulo, n. 48, p. 38-39, set/out 2000.

ANEXOS

ANEXO I

Projeto de Extensão universitária: Análise de Viabilidade de sistemas de aproveitamento de água de chuva e de reuso de águas residuárias no Shopping Iguatemi Campina Grande.

Histórico

O Shopping Center Iguatemi Campina Grande buscou na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Campina Grande, parceria para desenvolvimento de um projeto para otimização do uso da água nas suas atividades comerciais, através do aproveitamento da água de chuva e do reuso das águas residuárias ali produzidas.

Propõem-se duas fases de desenvolvimento: análise de viabilidade e projeto executivo. A análise de viabilidade apresentará um diagnóstico do Iguatemi em relação ao objeto do projeto, descrição simplificada da proposta de intervenção, custos e benefícios financeiros e não financeiros aproximados e avaliação da viabilidade de implantação do projeto. Sendo avaliado como viável pela administração do Iguatemi, o projeto executivo detalhará todo o projeto de intervenção. A equipe da UFCG também acompanhará a execução do projeto. Apresenta-se, a seguir, a proposta para elaboração da análise de viabilidade.

Análise de viabilidade

Conteúdo:

- 1) Diagnóstico:
 - a) Uso da água (tipologia e localização)
 - b) Produção de esgotos (tipologia e localização)
 - c) Instalações Hidro-sanitárias
 - d) Áreas de captação de água de chuva
- 2) Projeto:
 - a) Coleta de água de chuva

- b) Coleta de águas residuárias
 - c) Estruturas de reservação
 - d) Dispositivos para tratamento de água
 - e) Rede de tubulações para distribuição de água
 - f) Mudanças em equipamentos de uso de água
- 3) Custos:
- a) Custos financeiros dos sistemas (implantação, operação e manutenção)
 - b) Custos não financeiros dos sistemas
 - c) Custo de elaboração do projeto executivo
- 4) Benefícios:
- a) Benefícios financeiros dos sistemas
 - b) Benefícios não financeiros dos sistemas
- 5) Análise de viabilidade

Metodologia:

A equipe de elaboração do projeto coletará informações para o diagnóstico em visitas ao Iguatemi e reuniões com sua equipe administrativa e condôminos, que franquearão todo o material necessário. As demais etapas serão realizadas nas instalações da UFCG e suas parceiras no projeto.

O projeto será cadastrado no Banco de dados de Atividades de Extensão da UFPB (BANDEX), fomenta o movimento de empresas juniores na UFCG e a integração Universidade-Empresa, através da inclusão, na atividade, da empresa júnior do Curso de Engenharia Civil e da empresa Amadeu Projetos e construções Ltda.

Equipe:

Carlos de Oliveira Galvão (Coordenador) – Eng. Civil, Doutor em Recursos Hídricos, Professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande.

AnneMarie Konig – Bióloga, Doutora em Botânica, Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande.

Beatriz Suzana Ovruski de Ceballos – Bióloga, Doutora em Microbiologia Ambiental, Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande.

Ângela Maria Medeiros de Oliveira – Química Industrial, Consultora em Engenharia Ambiental, Recife.

Aderson Rodrigues de Souza – Engenheiro Civil, Amadeu Projetos e Construções Ltda., Campina Grande.

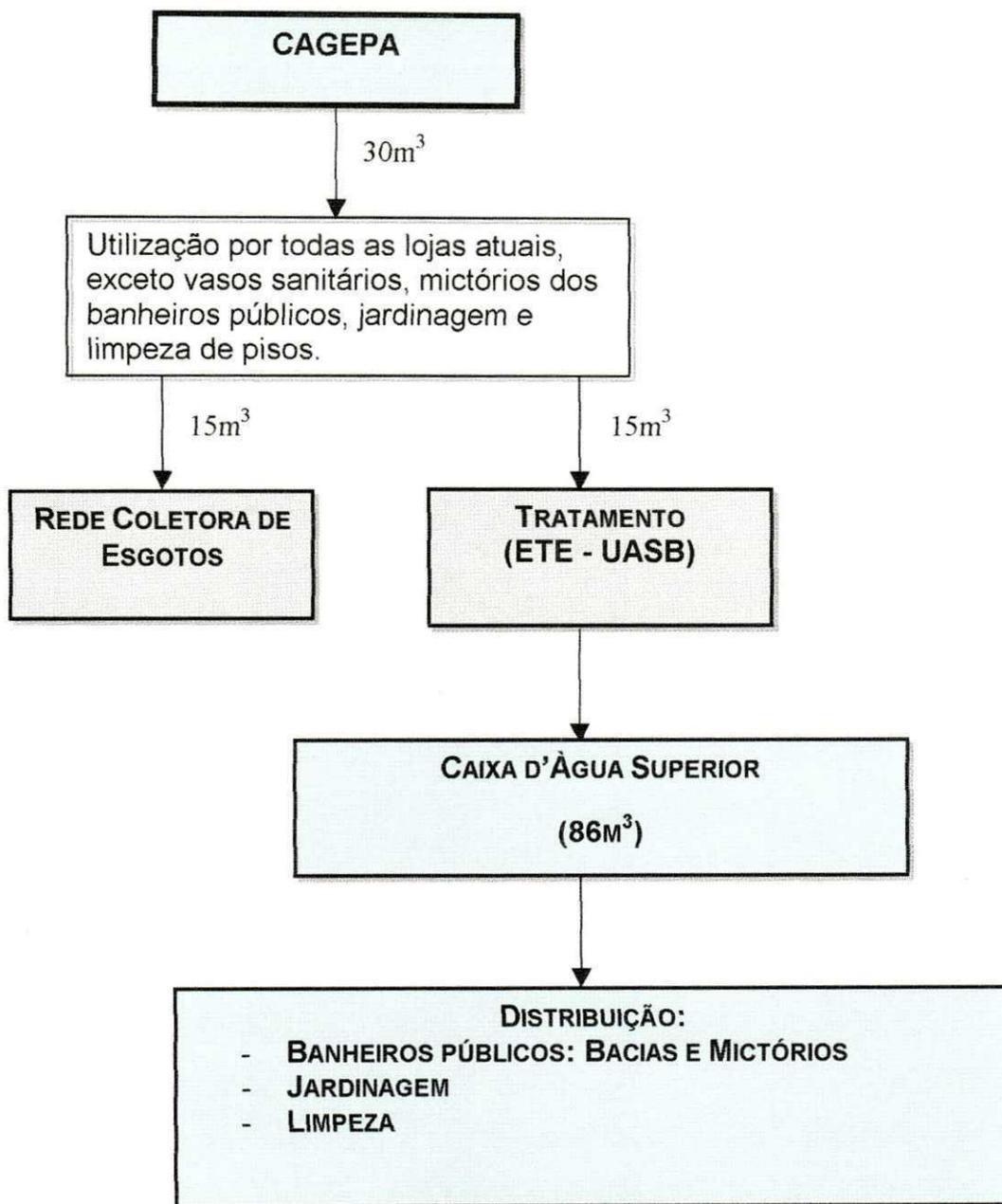
Elisângela Maria Pereira dos Santos – aluna do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande, vinculada à Alicerce – Consultoria Jr., empresa júnior do Curso de Engenharia Civil da UFCG.

Campina Grande, 2002.

Carlos de Oliveira Galvão

ANEXO II

ALTERNATIVA I – REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS



ALTERNATIVA II – UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

