

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

JULIS ALBERT RIZZATO

AVALIAÇÃO DE MODELO SUSTENTÁVEL PADRÃO PARA REUTILIZAÇÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS

MARINGÁ
2008

JULIS ALBERT RIZZATO

AVALIAÇÃO DE MODELO SUSTENTÁVEL PADRÃO PARA REUTILIZAÇÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS

Monografia apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Nestor Alexandre Perekouski

MARINGÁ

2008

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Nestor Alexandre Perehouskei pela paciência, ajuda e motivação para realização desta Monografia.

Ao meu pai Osmar Rizzato e minha mãe Rosilene de Fátima Rizzato pela companhia e ajuda.

À minha namorada Leila Maria de Carvalho pelo apoio e companheirismo.

***“A mais bela coragem é a confiança que devemos ter na capacidade do
nosso esforço”.***

Coelho Neto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. A ORIGEM E A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA	6
2.1. ORIGEM DAS PRECIPITAÇÕES E CARACTERÍSTICAS	6
3. UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS: CONSENSOS E PERSPECTIVAS	8
4. DA LEGISLAÇÃO FEDERAL E LOCAL SOBRE O APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	16
LEGISLAÇÃO FEDERAL	16
LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	18
LEI Nº. 6345/2003 – MUNICIPIO DE MARINGÁ/PR	18
LEI Nº. 6339/2003 – MUNICIPIO DE MARINGÁ/PR	20
LEI Nº. 6076/2003 – MUNICIPIO DE MARINGÁ/PR	21
5. INSTALAÇÕES PREDIAIS ADEQUADAS PARA CAPTAÇÃO E ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	22
5.1. CALHAS	22
5.1.1. FORMAS DA SEÇÃO DAS CALHAS	23
5.1.2. DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS	24
5.2. TUBOS DE QUEDA	26
5.2.1. DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA	26
5.2.2. DETALHE DE LIGAÇÃO DA CALHA AO TUBO DE QUEDA	27
5.3. REDE COLETORA.....	27
6. RESULTADOS	28
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS.....	33
ANEXO.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação do Ciclo Hidrológico	12
Figura 2. Calha – Seção Retangular	23
Figura 3. Calha – Seção Trapezoidal	23
Figura 4. Calha – Seção Semi-Circular	24
Figura 5. Dimensionamento das Calhas	25
Figura 6. Ligação da Calha ao Tubo de Queda	27
Figura 7. Funcionalidade do Sistema	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição de água nos principais reservatórios naturais e seu tempo médio de permanência	6
Tabela 2. Vazão de acordo com os seguintes aparelhos	9
Tabela 3. Utilização da águas pluviais	13
Tabela 4. Tratamento da água	14
Tabela 5. Dimensão da calha em função do comprimento do telhado	25
Tabela 6. Área Máxima de Cobertura para Tubos de Queda	26
Tabela 7. Exemplos de velocidade de sedimentação a 20°C	29

Avaliação de modelo sustentável padrão para reutilização das águas pluviais

1 – Introdução

O presente trabalho pretende discutir o reaproveitamento das águas pluviais para o uso sustentável, já que parte considerável das águas advindas das chuvas é desperdiçada. Há estimativas de que 60% da população mundial encontra-se em áreas urbanas atualmente e isso poderá acarretar sérios problemas no que diz respeito ao uso da água.

A escassez de água é um problema ambiental cujos impactos tendem a ser cada vez mais graves caso o manejo dos recursos hídricos não seja revisto pelos países à nível mundial. Atualmente, mais de um bilhão de pessoas já não têm acesso à água limpa suficiente para suprir suas necessidades básicas diárias.

O setor de pecuária é um dos exemplos que por vezes contamina rios e lençóis freáticos e contribui de maneira decisiva para a escassez de água, uma vez que, de acordo com relatório publicado pela ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO), (2008), que tem como função aumentar os níveis de nutrição e a qualidade de vida, bem como melhorar a produtividade da agricultura, para se produzir 1 quilo de carne são consumidos cerca de 15000 litros de água, enquanto são necessários apenas 1300 litros para se produzir a mesma quantidade de grãos.

Percebe-se com esses dados que ocorre uma grande contradição em relação aos objetivos do setor e a prática cotidiana estabelecida.

Nessa perspectiva, é fundamental também discutir o conceito de sustentabilidade que pode apresentar diversas interpretações, dependendo do foco em que está sendo analisado: profissionais da área de administração, empreendedorismo e empresariado têm normalmente conceitos muito distantes de geógrafos, ambientalistas e ecologistas. Os primeiros não têm muita preocupação com a preservação de recursos naturais procurando sempre beneficiar o capital. Os últimos priorizam a qualidade do meio ambiente e fazem a discussão desse conceito em pelo menos seis dimensões: a físico-

natural que representa a manutenção dos ecossistemas; a social que é preocupada com a melhoria da qualidade de vida da população, numa ótica de coletividade; a cultural que respeita as diferenças dos grupos sociais: tradições, etnias, costumes, raças e outras. Ainda, a sustentabilidade econômica que significa não utilizar recursos da natureza além do que ela possa se regenerar; a científico-tecnológica que defende a utilização de novas tecnologias pressupondo um ambiente finito e por último, a sustentabilidade política que representa a total recusa a qualquer processo de exclusão social. (Dallabrida, 1998).

Na questão do consumo sustentável deve-se utilizar a água para satisfazer diversas necessidades básicas cotidianas, como por exemplo, descarga de vaso sanitário, lavanderia, lavagens em geral e irrigação, sem comprometer as necessidades e aspirações das gerações futuras. Segundo Viggiano (2004):

Um projeto sustentável, por definição, é aquele capaz de proporcionar benefícios na forma de conforto, satisfação e qualidade de vida, sem comprometer a infra-estrutura presente e futura dos insumos, gerando o mínimo possível de impacto no meio-ambiente e alcançando o máximo possível de autonomia.

Logo, este trabalho tem por objetivo discutir o uso das águas pluviais de forma sustentável objetivando o desenvolvimento urbano nas grandes e médias cidades e como objetivo específico discutir a implantação de telhados adequados para a captação destas águas.

A metodologia aplicada neste trabalho iniciou-se a partir de questionamentos realizados na disciplina “Uso e manejo de recursos naturais” no curso de Geografia da Universidade Estadual de Maringá em 2008, direcionados aos aspectos de limitação de recursos naturais no planeta, como por exemplo, a água.

A partir dessas discussões, surgiu a proposta de desenvolver um trabalho sobre alternativas de sustentabilidade que tenham por objetivo minimizar o problema da escassez da água.

Em seguida, foram realizadas pesquisas de materiais bibliográficos sobre os temas afins. Posteriormente, selecionados e analisados alguns

artigos, textos e livros que apresentaram elementos pertinentes para discussão dessa problemática e possíveis alternativas de aproveitamento do recurso natural.

Após essa fase, foram realizadas algumas discussões em workshops periódicos de alguns resultados encontrados nas diversas referências.

Por último, foram elaboradas algumas considerações à respeito de todo material utilizado que resultará em possíveis caminhos de planejamento para o uso sustentável de águas pluviais e possíveis aplicações no município de Maringá-PR., que caracteriza-se como cidade média.

2 – A origem e a importância da água

A água surgiu nos passos iniciais da diferenciação do planeta: sua origem na história da Terra está diretamente relacionada com a formação da atmosfera, ou seja, a degaseificação do planeta. Tal termo está relacionado ao fenômeno de liberação de gases por um sólido ou líquido quando são aquecidos ou resfriados. Este processo está atuante até os dias de hoje e teve início na fase de resfriamento geral da Terra, após a sua fase inicial de fusão parcial. O resfriamento foi gradativo e conseqüentemente houve a formação de rochas ígneas, que foram liberando gases, principalmente o vapor de água (H₂O) e gás carbônico (CO₂), entre outros.

Atualmente, a geração de água na forma de vapor é observada em erupções vulcânicas, e recebe o nome de **água juvenil**, o que dá suporte a teoria citada acima. Há evidências geoquímicas que defendem a formação de praticamente toda a atmosfera e a água disponível nos dias de hoje naquela primeira fase de resfriamento da Terra. Esse volume de água teria sofrido pequenas variações desde então, apenas pelo processo de reciclagem, através do ciclo das rochas. (Teixeira et al., 2003, p.114).

Em relação à importância, é consenso geral de que sem água não haveria vida. Os tecidos que formam os animais e os vegetais terrestres contêm mais água do que qualquer outra substância. A água desempenha na vida diária do homem, um papel mais importante do que qualquer outra substância, exceto o ar que ele respira. Entretanto, a água é uma substância tão comum que o homem raramente se dá conta de sua imensa importância, embora a utilize constantemente como bebida indispensável e para inúmeros fins domésticos, agropastoris e industriais, além dos de transportes e de produção de energia.

A água cobre cerca de 70% da superfície terrestre. Como a água tende a descer pelas encostas das montanhas, precipitando-se muitas vezes em grandes desníveis existentes nos cursos dos rios, o homem aproveita a energia das quedas d'água para produzir energia elétrica, com a qual ilumina, aquece ou refrigera suas casas e movimenta motores domésticos e industriais.

A tensão superficial da água permite que a chuva caia em pequenas gotas, facilitando sua penetração no solo e diminuindo o seu desgaste.

Os oceanos, lagos e cursos d'água proporcionam um meio barato de transporte para pessoas e mercadorias entre todas as partes do mundo.

Além disso, a água é um solvente quase universal e também serve como matéria-prima em determinadas indústrias, como por exemplo: da água do mar é extraído o bromo, que, adicionado à gasolina tem a finalidade de aumentar o rendimento do motor; de certas águas continentais podem ser extraídos diversos sais, como cloretos de sódio, de potássio (fertilizante), sais de magnésio, iodetos, boratos, etc.

A água constitui a maior parte do protoplasma, que é a substância fundamental dos tecidos vivos. O sangue dos animais e a seiva das plantas são constituídos fundamentalmente de água. O homem e muitos animais precisam beber uma grande quantidade de água. Um ser humano morre se ficar privado de água durante oito ou dez dias.

Por fim, a água pura tem a fórmula química H_2O . Isto significa que em cada uma de suas moléculas, há dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. A água é encontrada na natureza em três estados: líquido, como os lagos, rios, oceanos e lençóis freáticos; sólido, que seriam as geleiras e por último, mas não menos importante, no estado gasoso, ou seja, na atmosfera. Mesmo a água da chuva contém partículas microscópicas de poeira.

Na tabela 1 a seguir, tem-se a distribuição de água nos principais reservatórios naturais e o tempo médio de permanência:

Tabela 1: Distribuição de água nos principais reservatórios naturais e seu tempo médio de permanência.

Reservatório	Volume (km³ x 10⁶)	Volume (%)	Tempo médio de permanência
Oceanos	1370	94	4.000 anos
Geleiras e capas de gelo	30	2	10 – 1000 anos
Águas subterrâneas	60	4	2 semanas a 10.000 anos
Lagos, rios, pântanos e reservatórios artificiais	0,2	<0,01	2 semanas a 10 anos
Umidade nos solos	0,07	<0,01	2 semanas a 1 ano
Biosfera	0,0006	<0,01	1 semana
atmosfera	0,0130	<0,01	~ 10 dias

Fonte: TEIXEIRA, W. et. al. (2003).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

2.1. – Origem das precipitações e características

Normalmente as precipitações apresentam-se na forma de chuva. Este processo ocorre quando a condensação de vapor atmosférico forma gotas d'água de tamanho suficiente para se precipitarem sobre a superfície terrestre. Se essas gotas d'água atravessarem zonas de temperatura inferior à de congelação, poderá ocorrer chuva de granizo. Se a condensação do vapor d'água atmosférico se efetuar sob temperatura inferior à de congelação, teremos a neve. Se esta condensação ocorrer diretamente sobre uma superfície mais fria que o ar, resultará em orvalho ou geada, conforme a temperatura da superfície em questão esteja acima ou abaixo do ponto de congelação.

Esse resfriamento e conseqüente precipitação ocorrem devido a três fatores principais, ou pela combinação dos mesmos de acordo com Oliveira (1978, p. 209). São eles:

- Quando massas de ar se elevam e/ou se resfriam devido à ação frontal de outras correntes eólicas;
- Devido à presença de topografia abrupta, como montanhas, por exemplo;
- Devido a fenômenos de convecção térmica, ou seja, quando ocorrem diferenças locais de aquecimento nas camadas atmosféricas, que por falta de movimentação de ar, assumem temperaturas mais altas junto à superfície de massas d'água ou de solo, tornando-se menos densas e mais carregadas de vapor d'água que as camadas superiores.

A precipitação está classificada em três tipos, sendo: tipo convectivo, tipo ciclônico e tipo orográfico, conforme descritos por Ayoade (1991, p. 162, 163):

- A precipitação do tipo convectivo está associada às nuvens do tipo cumulus e cumulonimbus. Esta precipitação é causada pelo movimento vertical de uma massa de ar ascendente, que é mais quente do que o meio ambiente. Este tipo de precipitação é mais intensa do que a ciclônica ou orográfica, embora seu período de duração seja mais curto.
- A precipitação ciclônica é causada por um movimento vertical do ar em grande escala, associada com sistemas de baixa pressão, onde o ar é quente e úmido. É moderadamente intensa e contínua. Sua duração é de 6 a 12 horas.
- Já a precipitação orográfica ocorre pela elevação do ar úmido sobre terreno elevado. O grau de influência das montanhas sobre a precipitação depende de seu tamanho e de seu alinhamento relativo aos ventos portadores de chuvas, bem como da umidade da massa de ar.

Nesse contexto, é interessante também demonstrar as principais características das precipitações conforme elaboradas por Botelho (1998, p. 133, 136):

- Intensidade: é a medida da quantidade de chuva que cai numa área num certo tempo, ou seja, é uma medida volumétrica. Convencionalmente, a área é fixada em 1 m^2 . Exemplo de intensidade de chuva: 10 mm/hora. Isto quer dizer que em 1 hora caiu 10 mm de água em uma área de 1 m^2 , ou seja, 0,01m por m^2 por hora, obtendo assim, como resultado final, se essa água fosse recolhida e não evaporasse, nem infiltrasse, um volume de precipitação de $0,01 \text{ m}^3$ em 1 m^2 . A chuva pode ser medida por: minutos de

ocorrência, em horas de ocorrência e até em dias de ocorrência, conforme sejam as necessidades. Sua classificação fica da seguinte maneira:

- Região de baixa precipitação: < 800 mm/ano;
- Região de média precipitação: 800 a 1600 mm/ano;
- Região de alta precipitação: > 1600 mm/ano.

→ Duração: nada mais é do que o tempo decorrido desde o cair da primeira gota até o da última gota. A medida de duração é em minutos, horas ou dias.

→ Freqüência: seria o número de ocorrências da precipitação num intervalo de tempo pré-determinado.

A partir destes prévios conhecimentos e discussões sobre a água e sua importância e posteriormente sobre as precipitações, seus tipos e características, o capítulo a seguir pretende debater os diversos aspectos que caracterizam a importância do aproveitamento de águas pluviais visando a economia desse recurso natural que é fundamental em nosso planeta.

3 – Utilização das águas pluviais: consensos e perspectivas

No que diz respeito à utilização das águas pluviais, há um consenso de que sua utilização é mais importante em países com escassez de chuva, porém não há uma preocupação com as chuvas intensas que precipitam ao longo dos anos.

Considerando os pressupostos anteriormente discutidos de que as águas pluviais representam um importante recurso natural, ao invés de reservar-se, ainda continua-se a lançar nas redes pluviais porque muitas pessoas acreditam que sempre será possível a construção de grandes barragens se houver necessidade de se obter mais água para o consumo.

Porém, é mister considerar que a construção de barragens acarreta o alagamento de imensas áreas florestais, extinguindo fauna e flora; perde-se áreas de terras cultivadas e até mesmo a cultura de povos antigos pode desaparecer a partir dos processos de desapropriação de diversas comunidades ribeirinhas que organizam seu habitat nesses locais.

Nas áreas urbanas, as ruas estão sendo cada vez mais impermeabilizadas com asfalto e concreto, acarretando a não infiltração das águas pluviais no solo. Em consequência disso, um enorme volume dessas águas escoam nas galerias de esgotos de uma só vez, resultando em enchentes urbanas, tão freqüentes em cidades com funções urbanas importantes, como São Paulo, por exemplo.

A seguir apresenta-se a tabela 2 que demonstra a vazão de água de acordo com alguns aparelhos e equipamentos utilizados no cotidiano das pessoas:

Tabela 2: Vazão de acordo com os seguintes aparelhos.

Aparelhos	Vazão
Banheira de residência	1,5 l/s
Bebedouro	0,25 l/s
Chuveiro de residência	1 l/s
Chuveiro coletivo	2 l/s
Ducha Escocesa	3 l/s
Ducha Perineal	1 l/s
Mictório – Válvula de descarga	3 l/s
Mictório – Caixa de descarga	2,5 l/s
Mictório – Descarga automática	1 l/s
Pia de residência	1,5 l/s
Pia de serviço	2,5 l/s
Vaso sanitário	3 l/s

Fonte: CREDER, H. (1979).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

A pavimentação nas cidades afeta a saúde humana, bem como os ecossistemas, além de impedir a infiltração das águas pluviais no solo, não permitindo o reabastecimento dos lençóis subterrâneos, ocasionando assim o esgotamento dos mesmos. Com isso, a superfície do solo também fica mais seca. (Fendrich; Oliynik, 2002, p.65).

Algumas melhorias na qualidade do meio ambiente poderiam ser conseguidas com uso das águas pluviais infiltradas no solo: o controle das enchentes urbanas e também uma maior proteção ambiental aos rios e mares, já que o excesso das águas residuárias lançadas nos mesmos também diminuiria.

Durante os períodos de seca, o nível de muitos rios nas cidades diminui. Mas se políticas públicas da água fossem também efetivadas com o objetivo de planejar processos de infiltração das águas pluviais, os lençóis freáticos ficariam abundantes, reativando as fontes e fazendo com que as vazões adequadas nos rios pudessem ser mantidas.

O escoamento adequado de água aumenta o poder de autodepuração dos rios, resultando na reativação do oxigênio dissolvido nos escoamentos de águas límpidas. (Mello et. al, 2003, p. 901-909).

Também é bastante conhecido o fenômeno denominado “ilhas de calor urbana” que corresponde a:

uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que as áreas circunvizinhas, o que propicia o surgimento de circulação local. O efeito da ilha de calor nas cidades ocorre devido à redução da evaporação, ao aumento da rugosidade e às propriedades térmicas dos edifícios e dos materiais pavimentados (Lombardo, 1985).

A origem das ilhas de calor decorre da simples presença de edificações e das alterações da paisagem feitas pelo homem nas cidades. Estudos comprovaram que a temperatura do ar sobre um pavimento permeável é cerca de 3°C menor do que sobre um pavimento asfaltado ou concretado. Nesses casos, a adoção das calçadas ecológicas ajudaria em muito a diminuir este problema, juntamente com o plantio de novas árvores, com raízes profundas, como por exemplo, o pau-ferro (*astronium graveolens*), que não afetaria a estrutura das calçadas e também do asfalto.

Outro exemplo importante está relacionado à utilização das águas pluviais para conservação das águas subterrâneas. Na Alemanha, a utilização de calçadas ecológicas é realizada para esse fim, considerado o recurso hídrico muito importante para as cidades. Em relação aos lençóis freáticos,

existem dois tipos: um é conhecido como “livre” (não confinado), ficando armazenado no estrato impermeável de até 30m de profundidade. O outro denominado de “confinado” (profundo) encontra-se armazenado no estrato impermeável de 30 a 400m de profundidade. (Fendrich; Oliynik, 2002, p. 78).

Como o lençol confinado é bombeado, muitas vezes excessivamente, para suprir o abastecimento de água em muitas cidades, o mesmo pode secar, causando seu rebaixamento. O lençol confinado é estabelecido quando o lençol freático “livre” está preservado. Esse processo de recarga leva muito tempo, motivo pelo qual o lençol confinado é conhecido como “água fóssil”. Llamas (2004, p. 20).

Fendrich; Oliynik (2002, p.87) consideram também que “para assegurar a auto-sustentabilidade dos seus sistemas de abastecimento de água, as grandes cidades precisam promover a utilização e a infiltração das águas pluviais, bem como, restabelecer e proteger a circulação da água regional (ciclo hidrológico)”. Apenas para efeito de compreensão, pode-se dizer, de maneira grosseira, que o ciclo hidrológico seria o processo de transferência da água do mar, pelo processo de evaporação, para os continentes, e a sua volta aos mares.

A seguir, a figura 1 ilustra o Ciclo da Água ou Ciclo Hidrológico:

Figura 1: Representação do Ciclo Hidrológico



FONTE: EVANS, J. M. (2006).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

Quando coletadas, as águas pluviais não devem conter sedimentos ou materiais grosseiros. Armazenadas em reservatórios, podem ser empregadas em banheiros, lavagem de carros, regagem de jardins e também na limpeza da casa. No caso da água ser coletada do telhado, é necessária a limpeza das calhas, da superfície dos telhados, bem como, na manutenção do reservatório de armazenamento.

Assim, quanto melhor a qualidade da água, maiores as possibilidades de utilização da mesma. No caso das águas pluviais excederem a capacidade do reservatório, é preciso que seja infiltrada no solo, ajudando no controle das enchentes e restabelecendo o equilíbrio hídrico da região.

No caso das águas pluviais serem utilizadas ou empregadas na alimentação, no banho, ou qualquer outra função na qual ocorra contato com o corpo humano, é necessário um tratamento especial, como a desinfecção. Para outras finalidades, o simples tratamento físico, como a remoção de sujeiras através de grelhas ou telas e também a sedimentação, no caso de remoção de areias, já é o suficiente. (Fendrich; Olynik, 2002, p.113).

Quanto mais complexo o tratamento, mais aumentará os custos, bem como a dificuldade de manutenção. Por isso, os métodos de tratamento dessas águas devem ser os mais simples possíveis, visando o propósito de utilização da água e a qualidade das águas pluviais coletadas.

Em grande parte, as substâncias misturadas às águas pluviais são sujeiras como folhas e poeiras existentes na superfície de coleta. Essas substâncias devem ser removidas antes de alcançarem o reservatório de armazenamento, por dispositivos tais como:

- Uma tela filtrante logo à entrada do condutor vertical;
- Uma grelha à saída do condutor vertical. Neste caso a grelha deve ser instalada antes da água entrar no tanque, para evitar que as folhas e outros materiais venham a comprometer a qualidade da água.

Nas tabelas 3 e 4 a seguir demonstram-se informações sobre a utilização e tratamento das águas pluviais:

Tabela 3: Utilização das águas pluviais.

Grau de Pureza	Área de coleta das águas pluviais	Utilização das águas pluviais
A	Telhado (locais não utilizados por pessoas e animais)	Vaso sanitário, regar plantas e se purificadas, são potáveis para o consumo.
B	Telhado (locais utilizados por pessoas e animais)	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos, mas impróprias para consumo.
C	Jardins artificiais, estacionamento	Tratamento necessário.
D	Estradas, estradas elevadas (viadutos, ferrovias e rodovias)	Tratamento necessário.

Fonte: FENDRICH; OLIYNIK (2002).

Organização: RIZZATO, J.A. (2008).

Tabela 4: Tratamento da água.

Utilização das águas pluviais	Tratamento da água
Regar plantas	Não é necessário tratamento
Aspersores de irrigação, combate a incêndios e ar-condicionado	Tratamento é necessário para manter o armazenamento e o equipamento em boas condições
Lago/fonte, descarga no vaso sanitário, lavar roupas/carros	Tratamento higiênico é necessário devido ao possível contato humano com a água
Piscina/banho, beber/cozinhar	A desinfecção* é necessária porque a água é ingerida direta ou indiretamente.

Fonte: FENDRICH; OLIYNIK (2002).

Organização: RIZZATO, J.A. (2008).

(*) Desinfecção – é a destruição de organismos patogênicos, capazes de produzir doenças, ou de outros organismos indesejáveis. Tais organismos podem aparecer na água e sobreviver por várias semanas a temperaturas próximas a 21°C ou, possivelmente, por vários meses a baixa temperatura. Além desse fator, sua sobrevivência depende de vários outros: ecológicos, fisiológicos e morfológicos, incluindo: PH, turbidez, oxigênio, nutrientes, competição com outros organismos, resistência a substâncias tóxicas, habilidade na formação de esporos, etc.

A desinfecção da água implica na destruição de organismos causadores de doenças e de outros de origem fecal, mas não é necessariamente a destruição completa de formas vivas. Este último caso designa-se esterilização, se bem que, muitas vezes, o processo de desinfecção seja levado ao ponto de esterilização. A eficiência da desinfecção depende de alguns fatores como:

- Espécie e concentração do organismo a ser destruído;
- Espécie e concentração do desinfetante;
- Tempo de contato;
- Características químicas e físicas da água;
- Grau de dispersão do desinfetante na água.

A resistência de algumas espécies de microorganismos para desinfetantes específicos varia consideravelmente. A concentração dos microorganismos é significativa, já que um alto número em dado volume (densidade) apresenta maior demanda de desinfetante. A aglomeração ou amontoado de organismos pode criar uma barreira para a penetração do desinfetante. A morte de organismos por certo desinfetante, fixando-se os outros fatores, é proporcional à concentração do desinfetante e ao tempo de reação. Assim sendo, pode-se trabalhar com altas concentrações e curto tempo ou baixas concentrações e tempo elevado. Além do caráter químico da água, a temperatura influi no processo de desinfecção: em geral, temperaturas altas favorecem a ação desinfetante.

Em relação ao destino das águas pluviais no Brasil, usa-se o “sistema separador absoluto” que divide esgotos das águas pluviais. Só que na prática o que ocorre é uma mistura total face a maus hábitos. Como existem poucas estações de tratamento de esgotos, de alguma forma, tudo acaba indo para os rios sem tratamento. (Botelho, 1998, p. 201)

Também segundo o autor “em determinados casos críticos, mananciais, por exemplo, as águas pluviais deste tipo de sistema são enviadas para tratamento como se fossem esgotos.” Após uma longa estiagem, a chuva:

- Não aumenta significativamente a vazão do rio;
- Carrega toda a sujeira que o período de estiagem deixou acumular na cidade e em áreas urbanas e suburbanas.

Para Linsley; Franzini (1978, p. 1), “a água deve ser dominada e ter o seu uso regulado para satisfazer a uma ampla gama de propósitos.” Podem-se citar como exemplos: abastecimento de água, irrigação, aproveitamento do potencial hidrelétrico e obras hidroviárias, como sendo uma maneira útil para o aproveitamento.

Em relação à qualidade das águas, estas devem ser suficientes em quantidade e satisfazer certas condições quanto à qualidade. “Cursos de água poluídos são problemas para os peixes e a vida animal selvagem; não se prestam à recreação, e freqüentemente apresentam mau aspecto e odores desagradáveis.” (Linsley, Franzini, 1978, p. 5).

4 – Da legislação federal e local sobre o aproveitamento de águas pluviais.

De acordo com a legislação atual vigente pesquisou-se as seguintes leis à níveis federal e local, considerando o município de Maringá, caracterizada como cidade média, onde futuramente pretende-se desenvolver um projeto prático de aproveitamento de águas pluviais.

Legislação Federal

A Lei Nº. 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Seguem-se os principais artigos referentes a esta lei:

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;

III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Art. 4º A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - os Planos de Recursos Hídricos;

II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

§ 1º Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;

II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

§ 2º A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado na forma do disposto no inciso VIII do art. 35 desta Lei, obedecida a disciplina da legislação setorial específica.

Art. 19. A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II - incentivar a racionalização do uso da água;

III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Legislação Municipal

LEI Nº. 6345/2003 - MUNICÍPIO DE MARINGÁ/PR

INSTITUI O PROGRAMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS DE MARINGÁ. A CÂMARA MUNICIPAL DE MARINGÁ, ESTADO DO PARANÁ, aprovou e eu, PREFEITO MUNICIPAL, sanciono a seguinte, LEI:

Art. 1.º Fica instituído o Programa de Reaproveitamento de Águas de Maringá, com a finalidade de diminuir a demanda de água no Município e aumentar a capacidade de atendimento da população.

Art. 2.º Através do programa previsto no artigo anterior, os munícipes serão incentivados a instalar reservatórios para a contenção de águas servidas na base de chuveiros, banheiras, lavatórios e em outros locais julgados convenientes, bem como para o recolhimento de águas das chuvas, e também dispositivos para a utilização dessas águas na descarga de vasos sanitários e mictórios e lavagem de pisos, terraços e outros procedimentos similares.

Art. 3.º O munícipe interessado em participar do programa deverá, quando da elaboração de projeto de construção ou reforma residencial ou comercial, solicitar especificações técnicas referentes à instalação dos coletores de água.

Art. 4.º A Administração Municipal, através dos órgãos competentes, cadastrará as residências e estabelecimentos comerciais que aderirem ao programa, para fins de estudo relativos à concessão de incentivos.

Art. 5.º A residência ou o estabelecimento cadastrado receberá a visita de técnico da Municipalidade, quando da vistoria realizada após a conclusão das obras, o qual dará parecer quanto à exatidão da execução do projeto de instalação de coletores de água.

Art. 6.º Órgãos do Governo do Estado, além da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), serão convidados a emitir parecer sobre os projetos, objetivando sua viabilização de acordo com as normas legais vigentes.

Art. 7.º A regulamentação do programa objeto desta Lei deverá contar com parecer de técnicos envolvidos com a construção civil e que estejam vinculados a atividades de preservação e conservação do meio ambiente.

Art. 8.º O Chefe do Executivo Municipal fica autorizado a celebrar os convênios que se fizerem necessários à execução desta Lei.

Art. 9.º O Chefe do Executivo Municipal regulamentará a presente Lei, no prazo de 60 (sessenta) dias, contados da publicação.

Art. 10.º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

PAÇO MUNICIPAL, 15 de outubro de 2003.

LEI Nº. 6339/2003 - MUNICÍPIO DE MARINGÁ/PR

DISPÕE SOBRE A INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS DESTINADOS AO CONTROLE E À REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

A CÂMARA MUNICIPAL DE MARINGÁ, ESTADO DO PARANÁ, aprovou e eu, PREFEITO MUNICIPAL, sanciono a seguinte, LEI:

Art. 1.º É obrigatória, no Município de Maringá, a instalação de dispositivos hidráulicos para o controle e a redução do consumo de água em todos os empreendimentos imobiliários, públicos e privados, não residenciais, que venham a ser executados a partir da edição desta Lei.

Parágrafo único. Os dispositivos hidráulicos consistem em:

- a) torneiras para pias, registros para chuveiros e válvulas para mictórios, acionadas manualmente e com ciclo de fechamento automático ou acionadas por sensor de proximidade;
- b) torneiras com acionamento restrito para áreas externas e de serviços;
- c) bacias sanitárias com volume de descarga reduzido (VDR).

Art. 2.º As edificações já construídas terão um prazo de 05 (cinco) anos, contados da publicação, para adequarem suas instalações às exigências desta Lei.

Art. 3.º É obrigatória a apresentação de projeto hidráulico, aprovado pelo órgão competente, para a emissão do alvará de construção.

Parágrafo único. Os projetos hidráulicos somente serão aprovados pelo órgão competente se preencherem os requisitos estabelecidos no artigo anterior.

Art. 4.º A Administração Municipal poderá determinar a adoção de outra tecnologia, diversa da especificada, desde que possibilite o controle e a redução do consumo de água em proporções iguais ou superiores aos proporcionados pelos mecanismos indicados por esta Lei.

Art. 5.º A Administração Municipal promoverá ampla campanha de conscientização e educação da população, visando reduzir o desperdício de água, estabelecendo diretrizes para tanto.

Art. 6.º O Chefe do Executivo Municipal regulamentará a presente Lei, no prazo de 60 (sessenta) dias, contados da publicação.

Art. 7.º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 8.º As disposições em contrário ficam revogadas.

Paço Municipal, 15 de outubro de 2003.

LEI Nº. 6076/2003 - MUNICÍPIO DE MARINGÁ/PR

DISPÕE SOBRE O REUSO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

A Câmara Municipal de Maringá, Estado do Paraná, aprovou e eu, Presidente, nos termos dos §§ 4.º e 8.º do artigo 32 da Lei Orgânica do Município, promulgo a seguinte:

Art. 1.º O Município de Maringá utilizará água de reuso, não potável, proveniente das estações de tratamento de esgoto, para a lavagem de ruas, praças públicas, passeios públicos, próprios municipais e outros logradouros, bem como para a irrigação de jardins, praças, campos esportivos e outros equipamentos, considerando o custo/benefício dessas operações.

Art. 2.º A compatibilização das necessidades da Municipalidade com a disponibilidade da água de reuso decorrerá de acordos a serem estabelecidos entre a Prefeitura do Município de Maringá e o órgão estadual competente.

Art. 3.º O Poder Executivo regulamentará o disposto nesta Lei no prazo de 60 (sessenta) dias contados da sua publicação.

Art. 4.º As despesas decorrentes da execução da presente Lei correrão à conta das dotações orçamentárias próprias.

Art. 5.º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 6.º As disposições em contrário ficam revogadas.

Plenário Vereador Ulisses Bruder, 21 de janeiro de 2003.

5 - Instalações prediais adequadas para captação e escoamento de águas pluviais

Dentre diversos projetos que objetivam a adequada captação e escoamento de águas pluviais destaca-se o trabalho de Melo; Netto (2004, p. 90) os quais consideram que “a instalação predial compreenderá os serviços e dispositivos a serem empregados para captação e escoamento rápido e seguro das águas de chuvas e dividem-se em três partes básicas: **calhas, tubos de queda e rede coletora.**”

5.1. Calhas

A calha seria uma espécie de canal ao longo da terminação do telhado, que serve para escoar as águas das chuvas.

Nas residências de apenas um, ou no máximo dois pavimentos, o projetista, em muitas vezes, dispensa o uso de calhas, deixando assim que a água escoe de forma dispersa pelas bordas das telhas, caindo sobre a superfície do terreno.

Em relação às formas, as seções das calhas possuem as mais variadas e os materiais utilizados em sua confecção dependerá da arquitetura empregada na construção da obra.

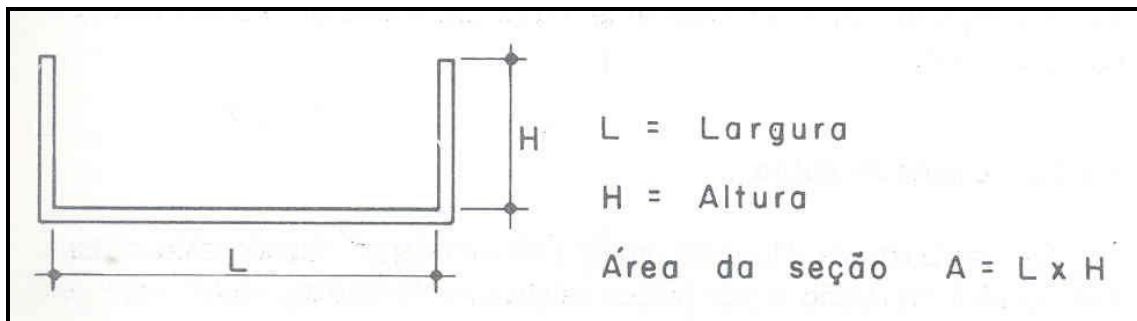
As espessuras das chapas são especificadas por numeração, sendo a mais grossa de número mais baixo. São utilizadas as de número 20, 22, 24, 26 e 28. As mais indicadas, por terem espessura média são as de número 24 e 26. Borges (1979, p. 270, 271).

Podem ser preparadas na obra, sendo nestes casos adquiridas as chapas e cabendo ao funileiro o seu dobramento. Isso representa certa economia, porém, a perfeição das peças não é obtida.

5.1.1. Formas da seção das calhas

Seção retangular: Por ser de fácil fabricação, é o tipo mais utilizado e os materiais mais usados em sua fabricação são o concreto e a chapa galvanizada, conforme a figura 2 abaixo:

Figura 2. Calha: Seção Retangular.

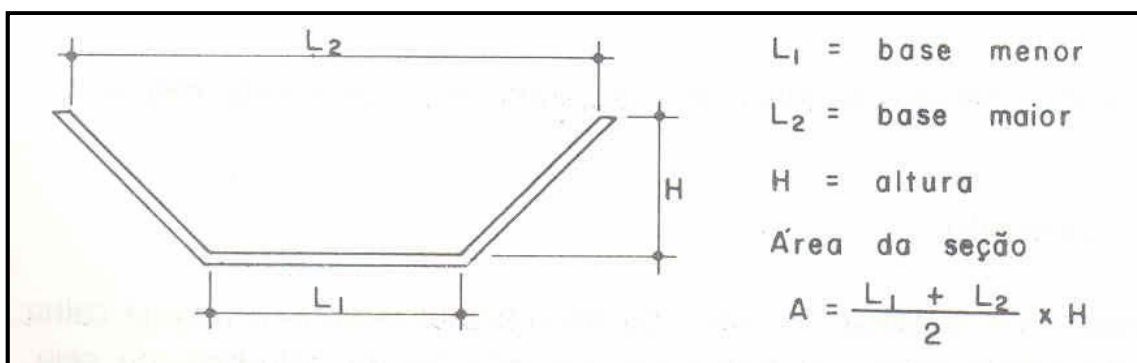


Fonte: MELO; NETTO (2004).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

Seção trapezoidal: Neste modelo, a chapa galvanizada também é mais utilizada porque a confecção das formas para sua fabricação em concreto é mais trabalhosa, sendo assim menos recomendada, conforme a figura 3 abaixo:

Figura 3. Calha: Seção Trapezoidal.

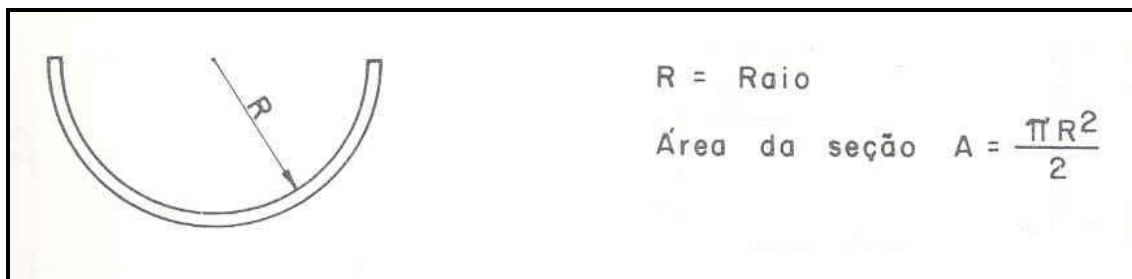


Fonte: MELO; NETTO (2004).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

Seção semi-circular: Este tipo de seção é menos utilizada do que as anteriores. Os materiais mais utilizados em sua confecção são: concreto, cimento amianto e (poli cloreto de vinila) PVC, conforme a figura 4 abaixo:

Figura 4. Calha: Seção Semi-Circular.



Fonte: MELO; NETTO (2004).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

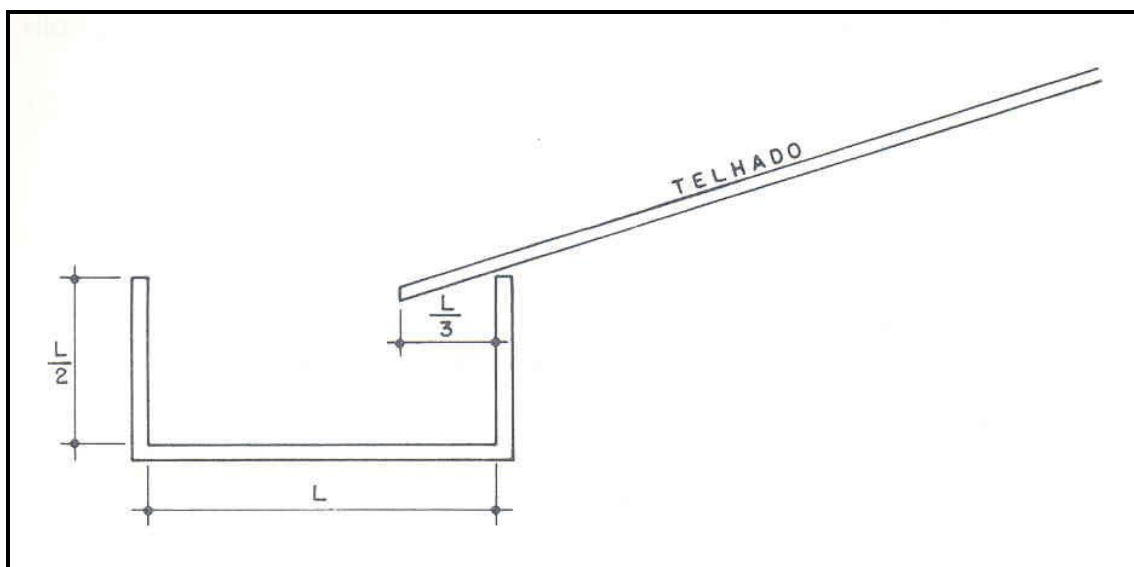
5.1.2. Dimensionamento das calhas

A função das calhas não é conduzir a água de um ponto a outro, mas sim receber a água da superfície dos telhados e conduzi-la para os tubos de queda.

Sua declividade deve ser a mínima possível e no sentido dos tubos de queda para evitar o empoçamento de águas quando a chuva acaba.

O maior cuidado no dimensionamento das calhas é devido ao comprimento do telhado, pois quanto maior o telhado, mais água se juntará na calha para um mesmo intervalo de tempo. Dessa maneira, a largura terá que ser suficiente para evitar que a água não caia fora quando é despejada pela telha e a altura da calha deve ser a metade da sua largura. Conforme a figura 5 abaixo, a projeção horizontal da borda da telha na calha, deve se situar a um terço da sua largura:

Figura 5. Dimensionamento das Calhas.



Fonte: MELO; NETTO (2004).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

A tabela 5 abaixo demonstra as dimensões de calha mais utilizadas:

Tabela 5: Dimensões da calha em função do comprimento do telhado.

Comprimento do telhado (m)	Largura da calha (m)
Até 5,0	0,15
5,0 a 10,0	0,20
10,0 a 15,0	0,30
15,0 a 20,0	0,40
20,0 a 25,0	0,50
25,0 a 30,0	0,60

Fonte: MELO; NETTO (2004).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

5.2. Tubos de Queda

Os tubos de queda são verticais que conduzem as águas das calhas às redes coletoras. Estas, por sua vez, poderão estar situadas no terreno ou presas ao teto do subsolo no caso dos edifícios com tal pavimento, ou despejar livremente na superfície do terreno.

5.2.1. Dimensionamento dos Tubos de Queda

Para obter melhor segurança quanto ao escoamento, os tubos de queda deverão ser dimensionados levando em conta o valor da **chuva crítica**, ou seja, aquela que tem curta duração, mas é de grande intensidade.

Ao invés de achar-se o diâmetro do condutor, no caso dos tubos de queda, é melhor fixar este valor e determinar o número de condutores em função da área máxima de telhado que cada diâmetro pode escoar, conforme segue na tabela 6 abaixo:

Tabela 6 – Área Máxima de Cobertura para Tubos de Queda.

Diâmetro (mm)	Área Máxima de Telhado (m ²)
50	13,6
75	42,0
100	91,0
150	275,0

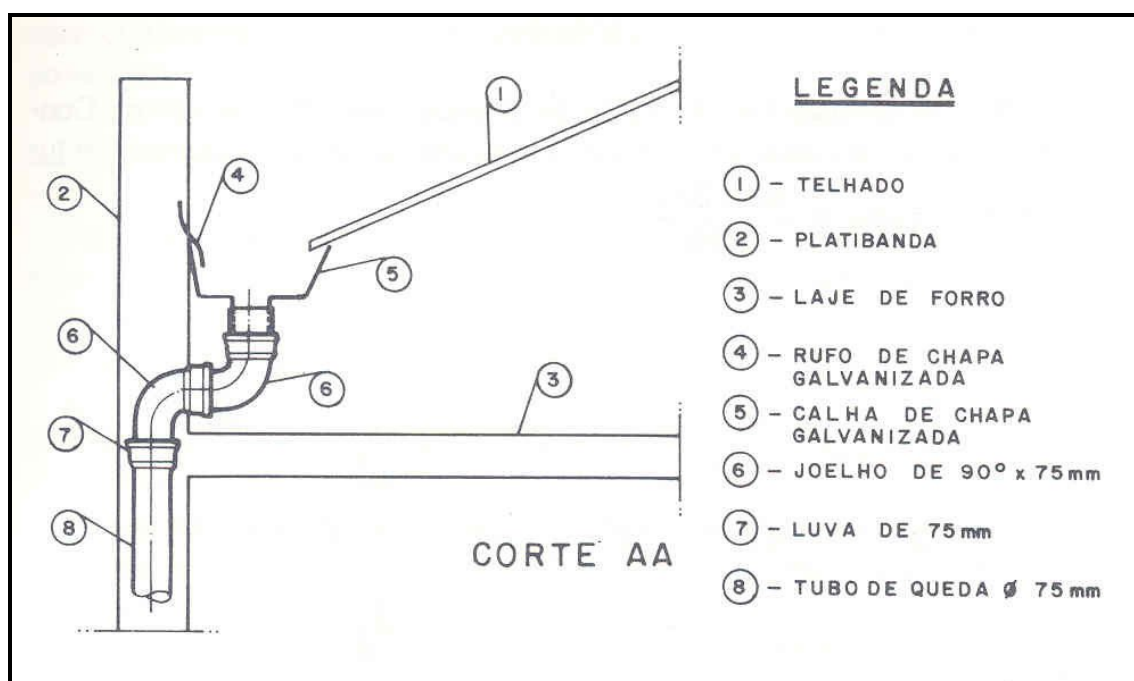
Fonte: MELO; NETTO (2004).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

5.2.2. Detalhe de ligação da Calha ao Tubo de Queda

Quando faz-se o dimensionamento dos tubos de queda, primeiramente é escolhido o diâmetro e depois é determinado o número de tubos para a área do telhado em questão. Feito isso, os tubos são distribuídos da maneira mais homogênea possível ao longo da calha. A figura 6 abaixo demonstra a ligação da calha ao tubo de queda:

Figura 6. Ligação da Calha ao Tubo de Queda.



Fonte: MELO; NETTO (2004).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

5.3. Rede Coletora

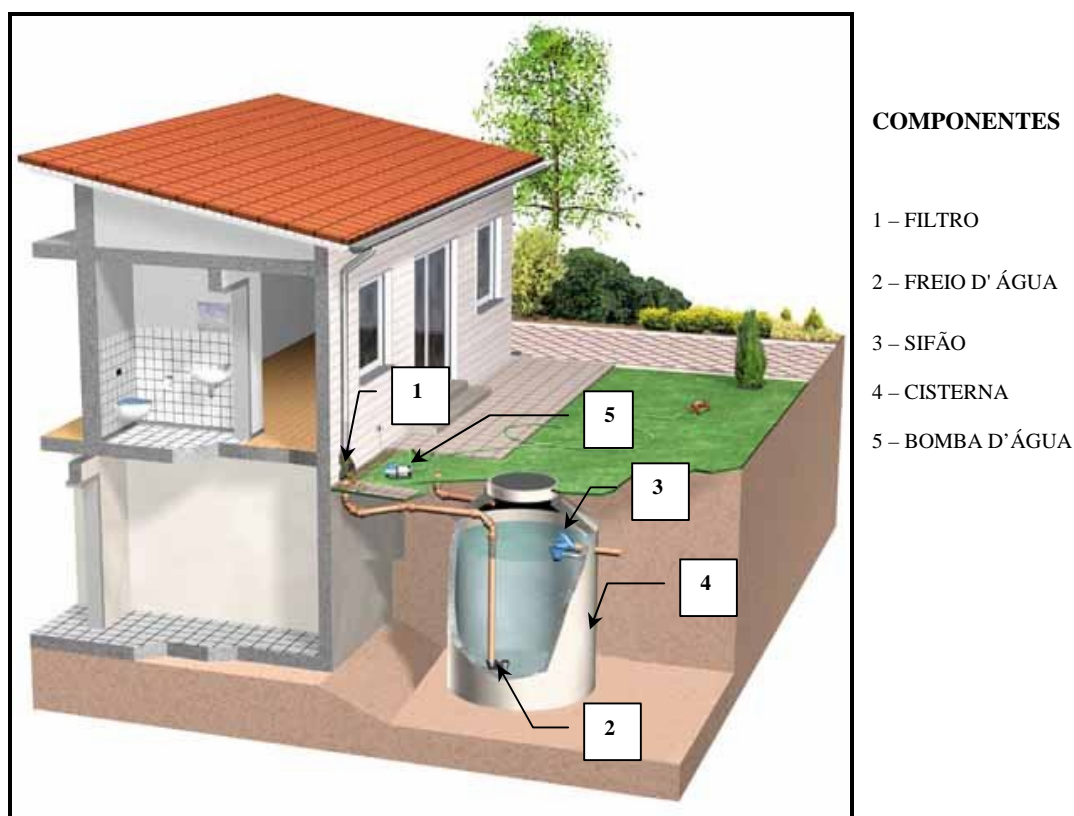
É a rede horizontal que se encontra situada no terreno ou está presa ao teto do subsolo e que recebe a água da chuva diretamente dos tubos de queda ou da superfície do terreno.

Quando a rede coletora situa-se sobre terreno firme, a tubulação mais indicada é a de PVC. Porém, se a mesma estiver presa ao teto do subsolo, o mais indicado é a tubulação de ferro fundido devido a sua maior rigidez e maior resistência ao impacto.

6 – RESULTADOS:

Dentre os diversos projetos de padronização de telhado para aproveitamento de águas pluviais, destaca-se o modelo demonstrado na figura 7 seguir:

Figura 7: Funcionalidade do sistema.



Fonte: 3P TECHNIK DO BRASIL LTDA. (2000-2008).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

De acordo com o sistema, apresenta-se a seguir a descrição de cada componente:

Filtro – é o primeiro passo para o tratamento da água da chuva. A água desce do telhado para o filtro, o qual separa as impurezas da água, ou seja, a carga orgânica. Após isso a água é encaminhada para a cisterna (subterrânea de preferência).

Freio – é o segundo estágio do tratamento. Aqui, as partículas finas de sujeira, ainda presentes na água, sofrem o processo de decantação, ou seja, afundam lentamente até o fundo. Este componente não permite que a água, ao entrar, atinja a camada de sedimentação, ou seja, impede que esta nova água se misture com a água já estocada. Com isso, a parte inferior da água recebe simultaneamente uma injeção de oxigênio, que afasta a possibilidade de um processo anaeróbico na água parada. Deste modo, a água se mantém fresca.

A seguir, a tabela 7 demonstra a velocidade de decantação do mesmo material, porém com diâmetros diferentes:

Tabela 7: Exemplos de velocidades de sedimentação a 20°C.

Partículas	Tamanho das partículas	Velocidade de sedimentação	Tempo necessário para cair 3m
Areia fina	0,20 mm	2,4 cm/seg	2 minutos
Areia	0,10 mm	0,9 cm/seg	6 minutos
Silte	0,01 mm	0,01 cm/seg	8 horas

Fonte: CETESB. (1976).

Organização: RIZZATO, J. A. (2008).

Sifão – é o terceiro estágio do tratamento. Como o filtro retira apenas a parte mais grosseira das impurezas, partículas como o pólen, por exemplo, ainda ficam presentes na superfície da água da cisterna. O sifão é responsável pela retirada desta camada flutuante, bem como pelo transbordamento da cisterna quando esta se encontra cheia. Esse transbordamento regular é importante para que a água permaneça com boas condições de uso, evitando assim que ocorra o “tampamento” da cisterna, o que prejudicaria a estocagem da água, pois não ocorreria entrada de oxigênio, acarretando assim um processo anaeróbico, com proliferação de bactérias.

Também é importante ressaltar os tipos mais comuns de impurezas relacionadas à natureza da água. São elas:

- **Naturais** – que são constituídas de substâncias adquiridas de constituintes normais da atmosfera ou do solo, como por exemplo, gases, sais minerais, microorganismos comuns, etc.
- **Artificiais** – que são constituídas de substâncias lançadas à atmosfera ou às águas pela atividade humana, como por exemplo, a poluição do ar, das águas e do solo, gases, fumos, esgotos, resíduos líquidos industriais, resíduos sólidos, etc.

Cisterna – nada mais é do que um reservatório de águas pluviais, mas que também pode ser abastecido com o degelo de neve (o que não é o caso em questão). A seguir, tem-se a fórmula para o cálculo do tamanho adequado de uma cisterna:

$\text{Número de pessoas na residência} \times \text{consumo per capita em litros} \times \text{reserva de segurança de 21 dias} = \text{volume da cisterna em m}^3$
--

Exemplo: 6 pessoas x 200 litros x 21 = 25m³ de cisterna. Logo, recomendar-se-ia uma cisterna de 20.000 litros.

Bomba d'água – dispositivo que tem a função de bombear a água depositada na cisterna para as demais repartições da casa, como por exemplo, na irrigação de jardim, lavagem de calçadas, descarga sanitária, entre outros.

Em relação aos custos, não foram pesquisados orçamentos devido à variedade de possibilidades de valores existentes, mas contudo, ainda é um projeto relativamente barato, podendo inclusive ser atrelado à políticas públicas ambientais, ou seja, as instâncias governamentais poderiam até custear para famílias menos privilegiadas.

7 – Considerações finais

A partir das pesquisas desenvolvidas é importante considerar que é consenso entre vários pesquisadores em diversas áreas que os problemas relacionados à escassez de recursos naturais, como as águas, podem ser minimizados consideravelmente com a utilização de projetos que possibilitem manejos sustentáveis dos recursos.

Nesse contexto, é importante discutir amplamente o termo sustentabilidade, pois como já mencionado, é um termo muito amplo, que possibilita inúmeras interpretações, portanto, metodologias de educação ambiental devem ser desenvolvidas nas escolas desde o ensino fundamental, fortalecendo os valores ambientais dos alunos desde esse período de sua formação, para posteriormente, levarem esses valores enquanto profissionais no futuro.

O tema pesquisado teve identificação com a disciplina “uso e manejo de recursos naturais” ofertada pelo curso de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, portanto, seria interessante o retorno da disciplina “educação ambiental” que em outras épocas também fazia parte da grade curricular do curso e infelizmente foi abandonada, sendo uma disciplina básica para ampliar conhecimentos e novas metodologias de usos sustentáveis de recursos naturais.

Para desenvolver alternativas sustentáveis relacionadas aos aspectos da água, ou mesmo outros recursos naturais, é importante conhecer aspectos históricos, culturais, sociais, humanos, físicos, técnicos e jurídicos para se obter uma compreensão integrada da temática investigada.

Longe de ser um trabalho conclusivo, esta pesquisa permite conhecer a padronização de modelo de manejo sustentável de recursos naturais, sendo neste caso específico, a escassez de águas.

A partir desse prévio conhecimento, pretende-se em futuro próximo, desenvolver esse método principalmente em empresas, como por exemplo: hipermercados, postos de gasolina principalmente nos lava-jatos, firmas de transportes coletivos e de cargas pesadas, que utilizam-se de grandes quantidades de água para suas produções e manutenções e normalmente, não

possuem em sua estruturação um setor destinado a desenvolver projetos dessa natureza.

Além da importância para a escassez de recurso natural, esses modelos também podem ser utilizados para fins estéticos, tanto em residências, equipamentos urbanos e empresas, valorizando a visualização desses locais, compondo bonitos cenários para chamar a atenção de usuários e consumidores.

A importância também de desenvolver pesquisas nessa área, é demonstrar ao poder público a necessidade de elaborar e aplicar políticas públicas cada vez mais eficazes na preservação dos recursos naturais, possibilitando a descoberta de novas alternativas para a economia de recursos. Espera-se que as futuras gestões atentem-se cada vez mais para essa problemática.

Referências:

3P TECHNIK DO BRASIL LTDA. *Soluções para o manejo sustentável das águas pluviais*. Rio de Janeiro: 3P Technik do Brasil Ltda., 2008.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991.

BORGES, A. C. *Prática das pequenas construções*. São Paulo: Edgard Blücher, v. 1-2, 1979.

BOTELHO, M. H. C. *Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades*. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. *Lei n. 9433 de 1997*. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). *Legislação e Planejamento para Preservação de Mananciais*. Lei número 8935. Brasília: CONAMA, 1989.

CREDER, H. *Instalações hidráulicas e sanitárias*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1979.

DALLABRIDA, V. R. *Novos paradigmas para o desenvolvimento regional*. 1999. Disponível em: <<http://www.dge.uem.br/geonotas/vol3-1/dala.html>>. Acesso em: 25 jul. 2005.

ENCICLOPÉDIA EXITUS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Água*. São Paulo: Enciclopédia Britânica do Brasil, 1982.

EVANS, J. M. *Imagem do Ciclo da Água*. 2008. Disponível em: <<http://ga.water.usgs.gov/edu/graphics/watercycleportuguesehigh.jpg>>. Acesso em 15 ago. 2008.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. *Manual de utilização de águas pluviais: 100 maneiras práticas*. Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.

LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B. *Engenharia de recursos hídricos*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, Ed. da Universidade de São Paulo, 1978.

LLAMAS, R. *Uso da água subterrânea*. França: Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura (UNESCO), 2004.

LOMBARDO, M. A. *Ilhas de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985.

MARINGÁ. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ. *Leis 6076, 6339 e 6345*. Maringá: Câmara Municipal de Maringá, 2003.

MELLO, E. L. et. al. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um nitossolo háplico submetido à chuva simulada. In: *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 27, n. 5, 2003.

MELO, V. O.; NETTO, J. M. A. *Instalações prediais hidráulico-sanitárias*. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

OLIVEIRA, W. E. *Técnica de abastecimento e tratamento de água*. São Paulo: Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente (CETESB), 1978.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). *O que é FAO?* Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/counter/FAO/texto/texto_1.html>. Acesso em: 25 jul. 2008.

TEIXEIRA, W.. et. al. (Org.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de textos, 2003.

VIGGIANO, M. H. S. *Programa pró moradia*. Brasília: Vitruvius, 2004.

Anexo:

Quadro 1: Classificação da água segundo normas do CONAMA:

Classe	Uso
Especial	Abastecimento doméstico sem previa ou com simples desinfecção. Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. Abastecimento doméstico após tratamento simplificado. Proteção das comunidades aquáticas.
Classe 1	Recreação de contato primário como natação, esqui aquático e mergulho. Irrigação de hortaliças, que são consumidas cruas, ou de frutas que se desenvolvem rente ao solo ou que sejam ingeridas cruas, sem remoção de películas. Criação natural e/ou intensiva (aquicultura de espécies destinadas à alimentação humana). Abastecimento doméstico após tratamento convencional. Proteção das comunidades aquáticas.
Classe 2	Recreação de contato primário como natação, esqui aquático e mergulho. Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas. Criação natural e/ou intensiva. Abastecimento doméstico após tratamento convencional.
Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras. Navegação.
Classe 4	Harmonia paisagística. Usos menos exigentes.

Fonte: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), (1989).

Organização: RIZZATO, J.A. (2008)