

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

GUINTER LAGEMANN

**SISTEMA INTEGRADO DE REUTILIZAÇÃO DE
ÁGUA, DE FORMA ADEQUADA A SEU GRAU DE
QUALIDADE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2012

GUINTER LAGEMANN

**SISTEMA INTEGRADO DE REUTILIZAÇÃO DE
ÁGUA, DE FORMA ADEQUADA A SEU GRAU DE
QUALIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a obtenção do título de
Graduação do Curso de Engenharia de
Produção Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

ORIENTADOR: Professor Doutor Flavio
Bentes Freire

CURITIBA
2012



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL
DO

PARANÁ

Campus Curitiba – Sede Ecoville

Departamento Acadêmico de Construção Civil

Curso de Engenharia de Produção Civil

Sede Ecoville

FOLHA DE APROVAÇÃO

SISTEMA INTEGRADO DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA, DE FORMA ADEQUADA A SEU GRAU DE QUALIDADE

Por

GUINTER LAGEMANN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 15 de junho de 2012, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – Flávio Bentes Freire, Dr.
UTFPR

Prof. Geni Portela Radoll, Esp.
UTFPR

Prof. Hélio Botto de Barros, Esp.

UTFPR

UTFPR - Deputado Heitor de Alencar Furtado, 4900 - Curitiba - PR Brasil.
www.utfpr.edu.br dacoc-ct@utfpr.edu.br Telefone DACOC: (041) 3373-0623

OBS.: O documento assinado encontra-se em posse da coordenação do curso.

“Ame a todos, confie em poucos, e não faça mal a ninguém.”
“Love all, trust a few, do wrong to none.”
(William Shakespeare).

RESUMO

Lagemann, G. **SISTEMA INTEGRADO DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA, DE FORMA ADEQUADA A SEU GRAU DE QUALIDADE** 62p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Curitiba.

O termo Sustentabilidade está em alta nos dias atuais. Da mesma maneira a palavra reduzir, principalmente a emissão de gases poluentes e o desperdício de bens naturais. Dentre esses bens, um dos mais importantes é a água doce. Sendo a quantidade de água doce no planeta um valor constante e a população um valor crescente, a relação volume por habitante vem diminuindo ano a ano. A preocupação com essa situação leva a necessidade de se usar a água de modo mais racional, buscando métodos que visam aumentar a eficiência no seu uso. Esses métodos podem ser: conscientização quanto à forma de uso, ou melhoria técnica nas instalações relativas à produção e distribuição da água. Os governantes por sua vez estão fazendo a sua parte, criando leis que contemplam a necessidade da conservação da água. Na busca da melhoria técnica este trabalho irá abordar de forma específica um método de aumentar a eficiência no consumo de água potável numa edificação residencial. Tomando como exemplo uma residência de dois andares (sobrado), a sua instalação hidráulica deverá ser desmembrada em 3 circuitos separados, sendo o primeiro o de água potável, o segundo de água pluvial e o terceiro de água de reúso (água cinza proveniente do ralo do chuveiro), que será usada apenas na descarga dos vasos sanitários. O resultado final será um esquema de instalação hidro-sanitária, acrescida de alguns elementos de automação, que se transformado em projeto, terá como objetivo, alcançar a maior eficiência possível no uso de água potável, ou seja, as atividades serão realizadas da mesma forma, porém o consumo será menor.

Palavras Chave: Sustentabilidade, Redução do consumo de água, Reúso de água, Água cinza.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gastos de água em locais de frequência conforme pesquisa USP.....	15
Figura 2. Distribuição do consumo de água em unidade residencial unifamiliar.....	16
Figura 3. Resultado esperado da gestão da conservação da água.....	17
Figura 4. Sistema de aproveitamento de água pluvial.....	20
Figura 5. Configuração básica de um sistema de captação de chuva.....	21
Figura 6. Sistema de uso de água de chuva no jardim e na lavanderia e vaso sanitário.....	21
Figura 7. Sistema de uso de água de chuva no jardim e na lavanderia e vaso sanitário.....	22
Figura 8. Sistema de uso de água de chuva no jardim e vaso sanitário.....	22
Figura 9. Sistema de uso de água de chuva no jardim e na lavanderia e vaso sanitário.....	23
Figura 10. Elementos de um sistema de reúso de água cinza.....	25
Figura 11. Sistema de reúso de água cinza.....	26
Figura 12. Sistema de reúso de água cinza.....	26
Figura 13. Sistema de reúso de água cinza.....	27
Figura 14 Chave tipo trava usada em botões de emergência.....	27
Figura 15. Estrutura física de um contator e seu símbolo elétrico.....	28
Figura 16. Ligação de potência do relé de sobrecarga.....	29
Figura 17. Vistas do divisor proporcional de vazão.....	32
Figura 18. Exemplos de recipientes. Com capacidade de 10 e 20 litros.....	33
Figura 19. Representação esquematizada do conjunto de descarte.....	33
Figura 20. Vistas lateral e superior do conjunto de descarte.....	34
Figura 21. Circuito de Comando da abertura das válvulas.....	35
Figura 22. Circuito de Comando de fechamento das válvulas	35
Figura 23. Circuito de potência da abertura das válvulas.....	36
Figura 24. Circuito de potência do fechamento das válvulas.....	36
Figura 25. Início da chuva.....	37
Figura 26. Recipiente com volume conhecido cheio.....	37
Figura 27. Detalhe do estado do circuito de comando.....	38
Figura 28. Neste estado, o fluxo é todo desviado para o reservatório.....	38
Figura 29. Início da manobra de fechamento das válvulas.....	39
Figura 30 Estado dos contatos enquanto as válvulas estão fechando.....	39
Figura 31. Situação dos contatos quando a válvula se encontra fechada.....	40
Figura 32. Instalação Hidráulica clássica de um sobrado.....	41
Figura 33. Grade instalada nas calhas.....	42
Figura 34 Localização do equipamento de descarte das primeiras águas.....	43

Figura 35. Altura otimizada do Reservatório de Água Pluvial.....	43
Figura 36. Circuito de comando da bomba da água cinza.....	46
Figura 37. Circuito de potência da bomba.....	46
Figura 38. Configuração otimizada do reservatório inferior de água cinza.....	47
Figura 39. Altura otimizada do reservatório superior de água cinza.....	48
Figura 40. Instalação da bomba de água cinza.....	49
Figura 41 Instalação usual do reservatório de água tratada.....	50
Figura 42. Instalação alterada do reservatório de água tratada.....	51
Figura 43. Configuração otimizada do conjunto de água pluvial.....	52
Figura 44. Utilização de bueiros para a coleta superficial excedente de água pluvial.....	53
Figura 45. Tubulações de água cinza ligadas à rede de esgoto sanitário.....	54
Figura 46. Configuração final do sistema integrado.....	54
Figura 47. Diagrama final da instalação hidro-sanitária otimizada.....	55
Figura 48. Captação de água pluvial.....	55
Figura 49. Sistema de reúso da água do chuveiro.....	56
Figura 50. Sistema de reúso da água do chuveiro; detalhe da distância horizontal entre reservatórios	56

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1. Tabela de manutenções recomendadas pela norma.....	23
---	----

SUMÁRIO:

1	Introdução	9
2	Objetivo	12
3	Justificativa.....	13
4	Revisão Bibliográfica.....	14
4.1	A água doce e sua importância ao redor do planeta.....	14
4.2	Impactos Ambientais.....	14
4.2.1	Quantidade de água necessária para cada atividade.....	14
4.2.2	Fontes alternativas de suprimento de água:.....	18
4.3	Captação e uso de água da chuva.....	18
4.3.1	Chuva: qualidade.....	19
4.3.2	Captando e Armazenando a Água de Chuva:	20
4.4	Reúso da água do banho familiar para a descarga no vaso sanitário.....	24
4.5	Diagramas Elétricos.....	28
5	Etapas do projeto do sistema integrado.....	30
5.1	Coleta, tratamento e uso de água pluvial.....	30
5.1.1	Concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva.....	30
5.1.2	Determinação da precipitação média local.....	31
5.1.3	Determinação da área de coleta.....	31
5.1.4	Determinação do coeficiente de escoamento superficial.....	31
5.1.5	Caracterização da qualidade da água pluvial.....	31
5.1.6	Projeto do equipamento de descarte.....	31
5.1.6.1	Divisor proporcional de vazão.....	32
5.1.6.2	Reservatório com volume conhecido.....	32
5.1.6.3	Posicionador de válvula com atuadores senoidais e sensores de final de curso	34
5.1.6.4	Sensor de Presença de Água.....	34
5.1.6.5	Contator de acionamento.....	34
5.1.7	Projeto do reservatório de armazenamento.....	40
5.1.8	Identificação dos usos da água (demanda e qualidade).....	40
5.1.9	Estabelecimento do sistema de tratamento necessário.....	41
5.1.10	Projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações etc.).....	41
5.1.10.1	Tubos e conexões.....	41
5.1.10.2	Filragem (No interior do reservatório de água pluvial).....	41
5.1.10.3	Cesto clorador para água pluvial.....	41
5.1.11	Locação dos elementos do sistema de aproveitamento de água de chuva.....	41
5.2	Coleta e uso de água cinza.....	44
5.2.1	Pontos de coleta de água cinza e pontos de uso.....	44
5.2.1.1	Ralo do(s) chuveiro(s) do Piso Superior.....	44
5.2.1.2	Caixas Acopladas dos Vasos Sanitários.....	45

5.2.2	Determinação de vazões disponíveis.....	45
5.2.3	Dimensionamento do sistema de coleta e transporte da água cinza bruta.....	45
5.2.4	Determinação do volume de água a ser armazenado.....	45
5.2.5	Estabelecimento dos usos da água cinza tratada.....	45
5.2.6	Definição dos parâmetros de qualidade da água em função do uso estabelecido.....	45
5.2.7	Tratamento da água.....	45
5.2.8	Dimensionamento do sistema de distribuição de água após o tratamento aos pontos de consumo	46
5.2.9	Projeto dos sistemas complementares.....	46
5.2.9.1	Bomba para Água Cinza.....	46
5.2.9.2	Filtro de água cinza.....	46
5.2.9.3	Cesto clorador para água cinza.....	46
5.2.9.4	Controle do bombeamento da água cinza.....	46
5.2.10	Localização dos elementos do sistema de aproveitamento de água cinza.....	47
5.2.10.1	Reservatório Inferior de Água Cinza.....	48
5.2.10.2	Reservatório Superior de Água Cinza.....	48
5.2.10.3	Bombeamento de água cinza.....	49
5.3	Diferenças e semelhanças no projeto da distribuição de água potável em relação a uma instalação clássica.....	50
5.3.1	Reservatório de Água Tratada.....	50
5.4	Localização e geometria dos reservatórios.....	52
5.5	Métodos de interligação entre os sistemas.....	53
5.5.1	Boia de manutenção de nível mínimo do reservatório de água pluvial.....	53
5.5.2	Extravasor e saída de limpeza do reservatório de água pluvial.....	54
5.5.3	Boia de nível mínimo do reservatório inferior de água cinza.....	54
5.5.4	Boia de nível mínimo do reservatório superior de água cinza.....	55
5.5.5	Interligações dos reservatórios de água cinza com a rede de esgoto.....	55
6	Discussão dos Resultados	57
7	Conclusões e recomendações.....	60
7.1	Conclusões.....	60
7.2	Recomendações.....	61
	Referências Bibliográficas.....	62

1 Introdução

O termo Sustentabilidade está em alta nos dias atuais. Da mesma maneira a palavra reduzir, principalmente a emissão de gases poluentes e o desperdício de bens naturais. Na construção civil, ainda no período da obra é politicamente correto consumir o mínimo possível de materiais, energia elétrica e principalmente água. Após o término da construção, a edificação, seja ela, residencial, comercial, industrial, deverá durante a sua utilização

consumir o mínimo possível de materiais e mão de obra na sua manutenção, e principalmente, o mínimo necessário de energia elétrica e água.

De acordo com o SindusCon-SP, (2005), a conservação da água pode ser definida como qualquer ação que:

- reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimento;
- reduza o consumo de água;
- reduza o desperdício de água;
- aumente a eficiência do uso de água; ou, ainda,
- aumente a reciclagem e o reúso de água.

“Ressalte-se ainda que, além de economizar água, um programa de conservação de água bem sucedido resulta em conservação de energia, menor produção de esgoto sanitário e na proteção dos mananciais de água” (GONÇALVES, 2006).

Na construção civil, o objetivo principal a ser atingido é a redução do impacto ambiental, ainda mais quando se trata de saneamento, drenagem e energia elétrica tornando se necessária à alteração dos projetos, com a inclusão de alguns itens, e a alteração de outros.

Segundo o SindusCon-SP, (2005), em uma edificação já existente, algumas intervenções tecnológicas de possível aplicação podem ser inviabilizadas devido a imposições da própria edificação, como, por exemplo, falta de espaço para um novo sistema de reserva de água.

No caso de uma nova edificação, o projeto de sistemas prediais deve ser concebido considerando a otimização do consumo, a aplicação de fontes alternativas de água nos usos menos nobres, bem como facilidade de gestão do insumo por meio de projetos otimizados em traçados e ferramentas de monitoramento (SINDUSCON-SP, 2005).

Gonçalves, (2006), afirma que buscar fontes alternativas de água, tais como águas residuárias para reúso ou aproveitamento de águas pluviais é uma das formas de minimizar a utilização de recursos hídricos.

O SindusCon-SP, (2005), salienta que a análise das possibilidades de aplicação de fontes alternativas de água deverá considerar os níveis de qualidade da água necessários, as tecnologias existentes, cuidados e riscos associados à aplicação de água menos nobre para fins menos nobres e a gestão necessária durante a vida útil da edificação.

“Os componentes presentes na água variam de acordo com a fonte selecionada e, por isso, é possível segregar o efluente de um conjunto de aparelhos sanitários, definindo as características da água a ser reutilizada” (SINDUSCON-SP, 2005).

Para facilitar a análise das características da água a ser utilizada, aproveitar apenas um tipo de água cinza reduz as variáveis causadoras de risco.

Diante deste contexto, surge a oportunidade de ser criado um projeto que acrescente ao invés de uma, duas fontes de água alternativa, tendo, portanto uma eficiência ainda maior.

2 Objetivo

Discutir um sistema integrado de reutilização de água, de forma adequada a seu grau de qualidade, com foco nos aspectos construtivos, com a finalidade de obter a maior eficiência na utilização de água potável, o que implica em realizar as tarefas da mesma forma, porém com um consumo menor.

O projeto do sistema integrado procura também atingir metas secundárias, porém com a mesma importância:

Minimizar emissão de água pluvial na rede pública de drenagem (Utilização da água de chuva).

Minimizar emissão de esgoto sanitário (Reutilização da água cinza).

Minimizar a intervenção humana no funcionamento do sistema (Automação).

3 Justificativa

“A água é essencial à vida no planeta. No entanto, o volume de água potável para consumo torna-se cada vez mais escasso” (MAY, 2009).

Gonçalves, (2006), lembra que a escassez de água em regiões urbanas faz sofrer grandes contingentes populacionais, limita a atividade econômica, retarda o progresso.

Segundo o SindusCon-SP, (2005), para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados em função de características de sistemas e centros de produção específicos.

Uma série de programas foi proposta nesse sentido, compreendendo objetivos tais como o desenvolvimento de novas fontes e alternativas de abastecimento de água, tais como a dessalinização da água, a recarga artificial de aquíferos subterrâneos, o uso de águas com menor qualidade e o reúso de águas residuárias e a reciclagem de água (GONÇALVES, 2006).

Outro fator importante foi o fato da não existência, (divulgada) de projetos em andamento que contemplem ao mesmo tempo o uso da água pluvial e o reúso da água cinza assim como a divulgação de métodos construtivos de instalações de reúso em publicações científicas.

Coletar água de chuva não é apenas conservar a água, mas também a energia, considerando o consumo necessário para a operação de uma estação de tratamento de água, o bombeamento e as operações correlatas de distribuição entre reservatórios (GONÇALVES, 2006).

O fato da redução do consumo de água tratada refletir na redução da tarifa a ser paga também deve ser levado em consideração.

May, (2009) ressalta que em Curitiba existe a n° Lei 10.785, de 18 de setembro de 2003 que regulamenta a criação do Programa de Conservação e Uso Racional de Águas em Edificações que prevê o uso da água da chuva para fins não potáveis além do reúso de águas servidas na descarga dos vasos sanitários.

O projeto de sistemas que utilizem fontes alternativas de água, em algumas situações, será necessário para cumprir a legislação local.

4 Revisão Bibliográfica

4.1 A água doce e sua importância ao redor do planeta

“Levando se em consideração que apenas 2,5% de toda água do planeta é água doce, ou seja, tem salinidade abaixo de 0,5%, mesmo participando de um ciclo hídrico que nunca para, não se pode afirmar que existe água sobrando” (NOGUEIRA, 2006).

Segundo o IBGE, (2011) os dados do Censo de 2010, demonstram que a população brasileira ultrapassou os 190 milhões de pessoas e que na média, aproximadamente 84% (160 milhões) dessa população vive nas cidades.

O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são geralmente acompanhados de aumentos na demanda por água, cuja quantidade e qualidade são de fundamental importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer comunidade (BUENO; GALBIATTI; BORGES, 2005).

“Para a otimização do uso da água em seu conceito mais amplo, é importante destacar a evolução do conceito de uso racional da água para o de conservação desse recurso” (SINDUSCON-SP, 2005).

4.2 Impactos Ambientais

A contribuição mais significativa no consumo racional da água, analisando-se uma edificação qualquer, durante o seu período de uso, está na eficiência da sua instalação hidro-sanitária.

Durante a fase de projeto de uma instalação hidro-sanitária eficiente, torna-se necessária a comparação quantidade e qualidade de água existente com a quantidade e qualidade da água que se necessita para cada atividade.

4.2.1 Quantidade de água necessária para cada atividade

Gonçalves, (2006), salienta que o consumo de água em uma residência é influenciado por diversos fatores, tais como:

- Clima da região,
- Renda familiar,
- Número de habitantes da residência,
- Características culturais da comunidade,
- Desperdício domiciliar,
- Valor da tarifa de água,

- Estrutura e forma de gerenciamento do sistema de abastecimento.

A figura 1 apresenta o resultado de uma pesquisa a respeito do consumo de água, realizada nas dependências de USP.

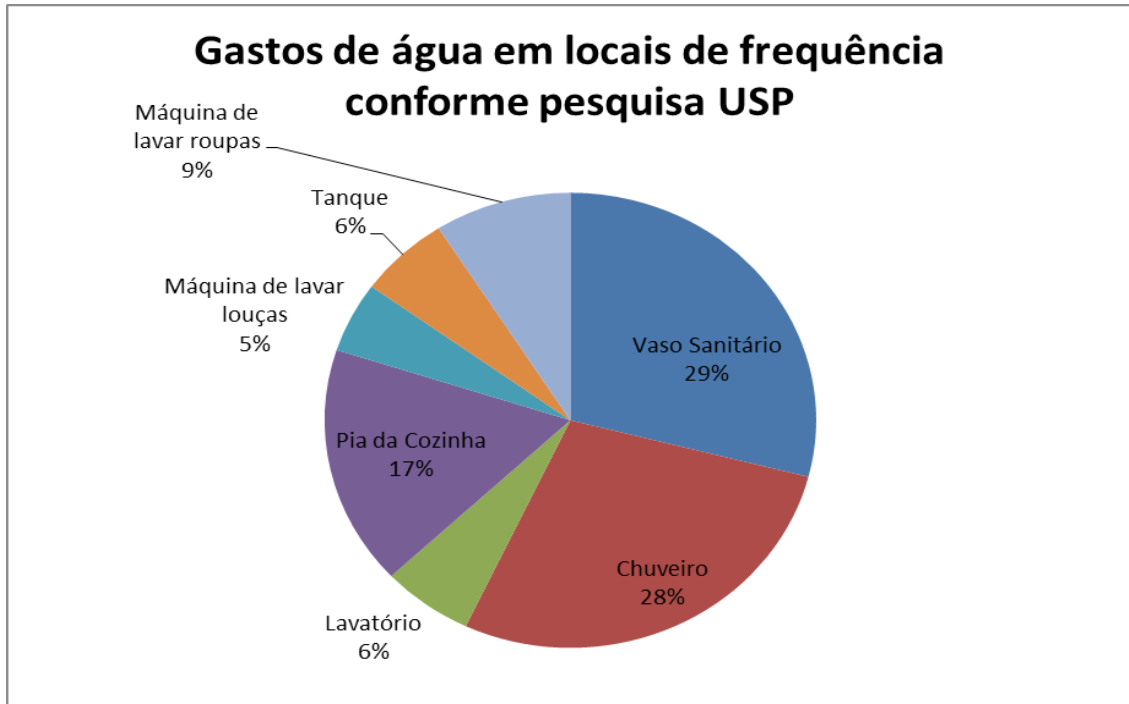


Figura 1. Gastos de água em locais de frequência conforme pesquisa USP. Fonte: (OKAMURA, 2006).

Gonçalves, (2006), comenta que a água destinada ao consumo humano pode ter dois fins distintos:

- Usos potáveis - higiene pessoal, para beber e na preparação de alimentos, que exigem água de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação.
- Usos não potáveis - lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários, piscinas, etc.

Segundo o SindusCon-SP, (2005), água potável é a água que atende ao padrão de potabilidade determinado pela Portaria do Ministério da Saúde MS 518/04.

A figura 2 apresenta o resultado da pesquisa realizada a respeito da distribuição do consumo de água em unidade residencial unifamiliar.

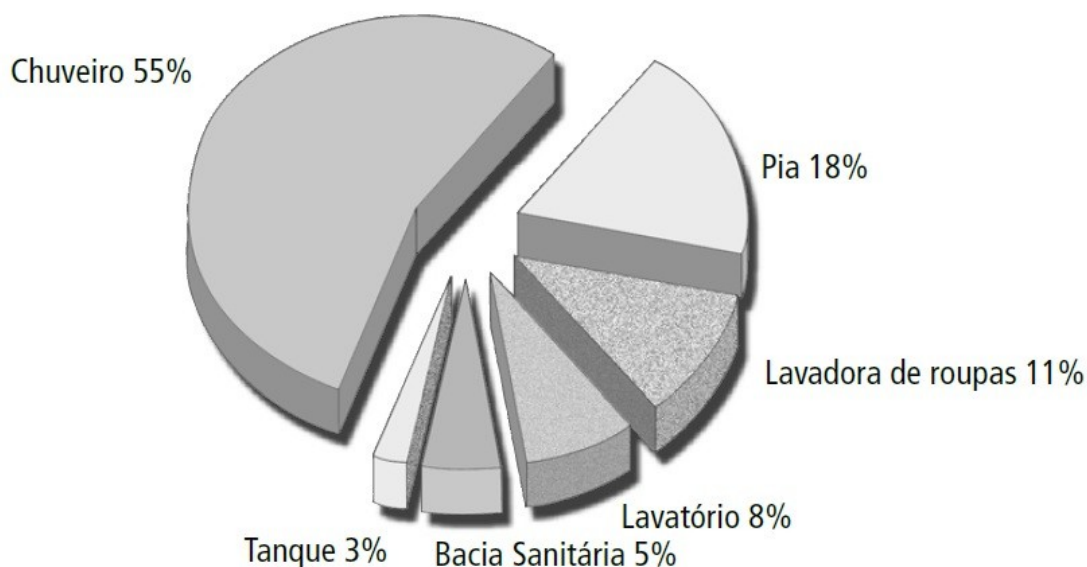


Figura 2. Distribuição do consumo de água em unidade residencial unifamiliar. Fonte: ROCHA ET al. 1999 apud SindusCon-SP, 2005.

“Em média, 40% do total de água consumida em uma residência são destinados aos usos não potáveis. Desta forma, estabelecendo um modelo de abastecimento de rede dupla de água, sendo uma rede de água potável e outra de água de reúso, a conservação da água, através da redução do consumo de água potável, seria garantida” (GONÇALVES, 2009).

Gonçalves, (2006) afirma que o uso de fontes alternativas de suprimento para o abastecimento dos pontos de consumo de água não potável é uma importante prática na busca da sustentabilidade hídrica. Dentre as fontes alternativas pode-se citar o aproveitamento da água da chuva, o reúso de águas servidas e a dessalinização da água do mar.

A evolução do conceito do uso racional para a conservação de água consiste na associação da gestão, não somente da demanda, mas também da oferta de água, de forma que usos menos nobres possam ser supridos, sempre que possível, por águas de qualidade inferior (SINDUSCON-SP, 2005).

“A classificação da água em termos de qualidade, só tem sentido quando se leva em consideração o uso previsto para ela” (BLUM, 2003 apud MAY, 2009).

Segundo o SindusCon-SP, (2005), na concepção propriamente dita dos sistemas hidráulicos prediais, deverão ser premissas de projeto:

- garantia de vazão e pressão apropriadas nos diversos pontos de consumo, de forma que eliminem possíveis desperdícios;

- avaliação das possibilidades mais apropriadas de equipamentos hidráulicos e componentes, a partir do levantamento das atividades que ocorrem na edificação e identificação dos usuários, levantando-se as especificações técnicas e custos de aquisição;

- setorização do consumo de água;
- traçados otimizados;
- locação dos sistemas hidráulicos considerando a facilidade de acesso;
- atendimento às normas técnicas brasileiras de projetos, materiais e componentes.

Oliveira e Gonçalves (1999), apud Gonçalves (2006) também abordando a classificação das ações conservacionistas, apresentam a seguinte proposição:

- Econômicas – Consistem na aplicação de incentivos ou de desincentivos econômicos.

- Sociais – Têm como foco principal a conscientização dos usuários, através de campanhas educativas que buscam a adequação de procedimentos e modificações nos padrões de comportamento individual a cerca do uso da água.

- Tecnológicas – São ações que interferem na infraestrutura, como, por exemplo, a substituição de sistemas e dispositivos convencionais por outros economizadores de água. Outros exemplos são a implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, a detecção e a correção de vazamentos e o uso de fontes alternativas de água.

Segundo o SindusCon-SP, (2005), desperdício: utilização da água em quantidade superior à necessária para o desempenho adequado da atividade consumidora.

“O desperdício é caracterizado pelo uso de quantidades de água além do requisito necessário para um determinado fim (exemplo: banhos prolongados) e pelas perdas (exemplo: vazamentos nas redes de distribuição)” (GONÇALVES, 2006).

O gráfico da figura 3 representa o resultado esperado da gestão da conservação da água após a adequação da instalação hidro-sanitária e instrução dos usuários quanto necessidade de reduzir desperdícios.



Figura 3. Resultado esperado da gestão da conservação da água. Fonte: SindusCon-SP, (2005)

4.2.2 Fontes alternativas de suprimento de água:

Consideram-se fontes alternativas de água aquelas que não estão sob concessão de órgãos públicos ou que não sofrem cobrança pelo uso ou, ainda, que fornecem água com composição diferente da água potável fornecida pelas concessionárias (SINDUSCON-SP, 2005).

Segundo May, (2009), as águas cinzas e as águas pluviais devidamente tratadas podem ser utilizadas no consumo não potável em edificações como em bacias sanitárias, em torneiras de jardins, na irrigação de gramados e plantas, na lavagem de veículos e roupas, limpeza de calçadas e pátios, na compactação de solos de modo que sua utilização não ofereça riscos à saúde de seus usuários.

O estudo deve abordar alternativas de sistemas de aproveitamento e reúso de água para determinar a quantidade de água gerada (oferta) pelas fontes escolhidas e a quantidade de água destinada às atividades fim (demanda). Tomando-se por base estes valores, devem ser dimensionados os equipamentos, os volumes de reservas necessários, os possíveis volumes complementares de água e escolhidas às tecnologias de tratamentos a serem empregadas (SINDUSCON-SP, 2005).

Gonçalves (2006) salienta que a conservação de água prevê o controle da demanda juntamente com a ampliação da oferta, através do uso de fontes alternativas de água, tais como o aproveitamento da água de chuva e o reúso de águas cinzas.

SindusCon-SP, (2005), afirma que a escolha de fontes alternativas de abastecimento de água deve considerar não somente custos envolvidos na aquisição, mas também custos relativos à descontinuidade do fornecimento e à necessidade de se ter garantida a qualidade necessária a cada uso específico, resguardando a saúde pública dos usuários internos e externos.

O sistema hidráulico deve ser independente e identificado, torneiras de água não potável devem ser de acesso restrito, equipes devem ser capacitadas, devem ser previstos reservatórios específicos, entre outras ações, para garantia de bons resultados (SINDUSCON-SP, 2005).

4.3 Captação e uso de água da chuva

O uso de sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais propicia, além de benefícios de conservação de água e de educação ambiental, a redução do escoamento superficial e a consequente redução da carga nos sistemas urbanos de coleta de águas pluviais

e o amortecimento dos picos de enchentes, contribuindo para a redução de inundações (SINDUSCON-SP, 2005).

A utilização da água da chuva, por depender de condições locais e visando seu aproveitamento no próprio local de captação, se insere no conceito de sistemas de saneamento descentralizado, nos quais sua gestão é compartilhada com o usuário (GONÇALVES, 2006).

Coletar água de chuva, afirma Gonçalves (2006), não é apenas conservar a água, mas também a energia, considerando o consumo necessário para a operação de uma estação de tratamento de água, o bombeamento e as operações correlatas de distribuição entre reservatórios.

Em muitas cidades brasileiras a exemplo de São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Porto Alegre, tem sido adotadas legislações específicas sobre a coleta da água da chuva, visando à redução de enchentes. Nestas cidades, alguns novos empreendimentos passaram a ser obrigados a coletar a água da chuva, não apenas para reduzir o ‘pico de cheias’ como também visando sua utilização para fins não potáveis (GONÇALVES, 2006).

4.3.1 Chuva: qualidade

Gonçalves, (2006), afirma que a qualidade da água da chuva deve ser considerada nos três momentos distintos de um sistema de aproveitamento de água da chuva, qual seja: a chuva atmosférica, a chuva após passagem pela área de captação e na cisterna ou reservatório de armazenamento.

A qualidade do ar interfere na qualidade da água da chuva, dependendo das atividades desenvolvidas na região de influencia do projeto, sejam elas industriais, agrícolas, de mineração, de construção civil, ou ainda por fontes móveis, como veículos (GONÇALVES, 2006).

Após os períodos de estiagem, afirma Gonçalves, (2006), a qualidade da água da chuva, na maioria das vezes, diminui ao passar pela superfície de captação, o que leva a recomendação de descartar a água da primeira chuva,

Algumas técnicas para a realização do descarte da água de limpeza do telhado poderão ser utilizadas, entre as quais, tonéis, reservatórios de autolimpeza com torneira boia, dispositivos automáticos etc. (SINDUSCON-SP, 2005).

Sobre a qualidade da água a NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) no item 4.5.1 descreve que os padrões de qualidade podem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista.

De maneira geral, e principalmente nas áreas urbanas, deve-se direcionar o uso da água da chuva para fins não potáveis, como lavagem de roupas, descarga de sanitários, rega

de jardins, lavagem de pisos e automóveis, podendo inclusive ser aproveitada pela indústria (GONÇALVES, 2006).

Os volumes são calculados em base anual, considerando-se o regime de precipitação local e as características de demanda específica de cada edificação (GONÇALVES, 2006).

4.3.2 Captando e Armazenando a Água de Chuva:

Segundo o SindusCon-SP, (2005), a metodologia básica para projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água pluvial envolve as seguintes etapas (ver figura 4):

- determinação da precipitação média local (mm/mês);
- determinação da área de coleta;
- determinação do coeficiente de escoamento superficial;
- caracterização da qualidade da água pluvial,
- projeto do equipamento de descarte;
- projeto do reservatório de armazenamento;
- identificação dos usos da água (demanda e qualidade);
- estabelecimento do sistema de tratamento necessário;
- projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações etc.).

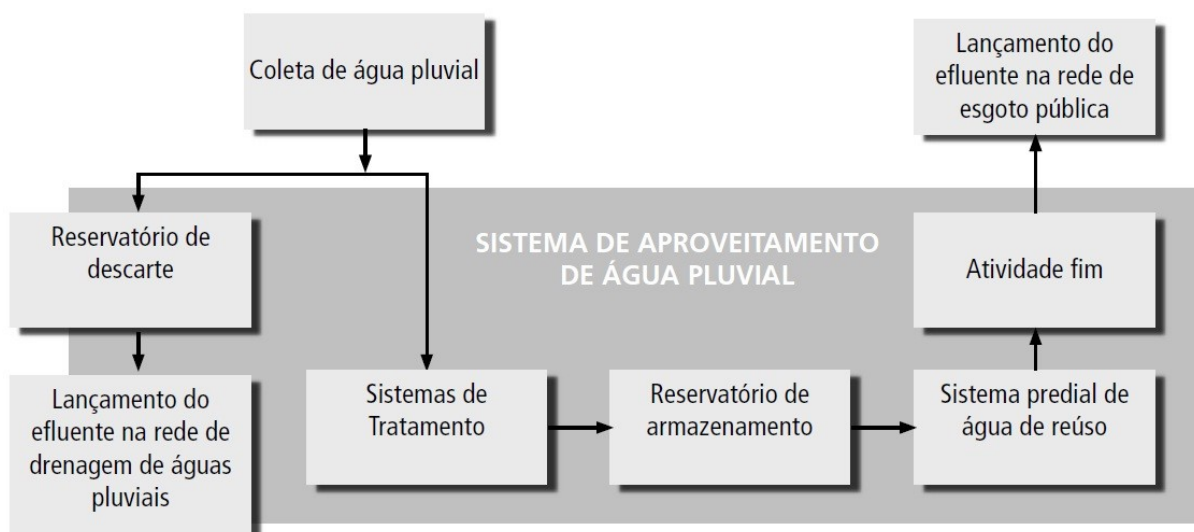


Figura 4. Sistema de aproveitamento de água pluvial. Fonte: SindusCon-SP, 2005.

A figura 5 representa a configuração básica de um sistema de captação de chuva segundo Gonçalves.

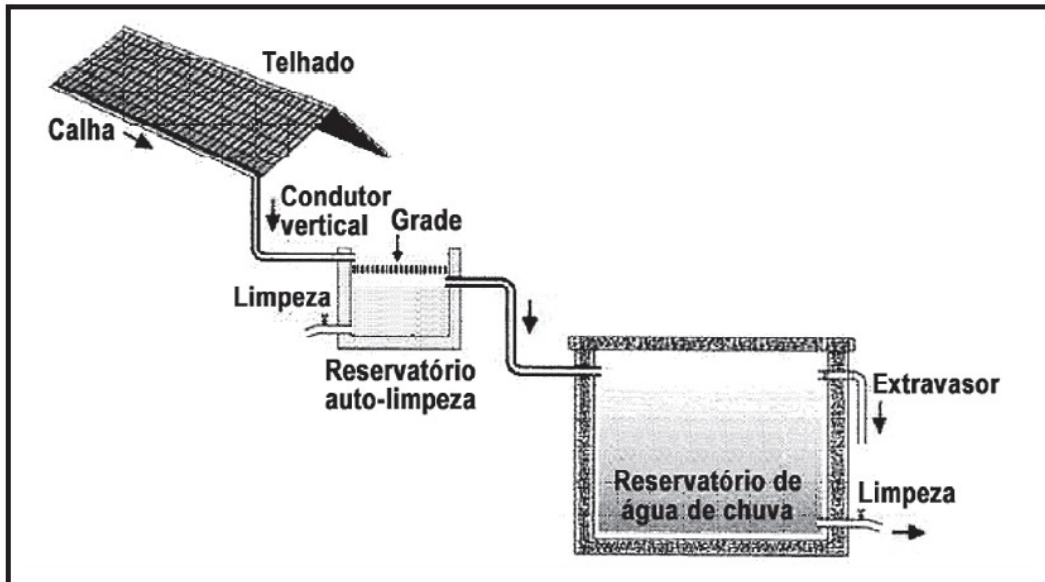


Figura 5. Configuração básica de um sistema de captação de chuva. Fonte: May, 2004 apud Gonçalves, 2006.

A figura 6 apresenta a separação entre os circuitos de distribuição representados por cores distintas.

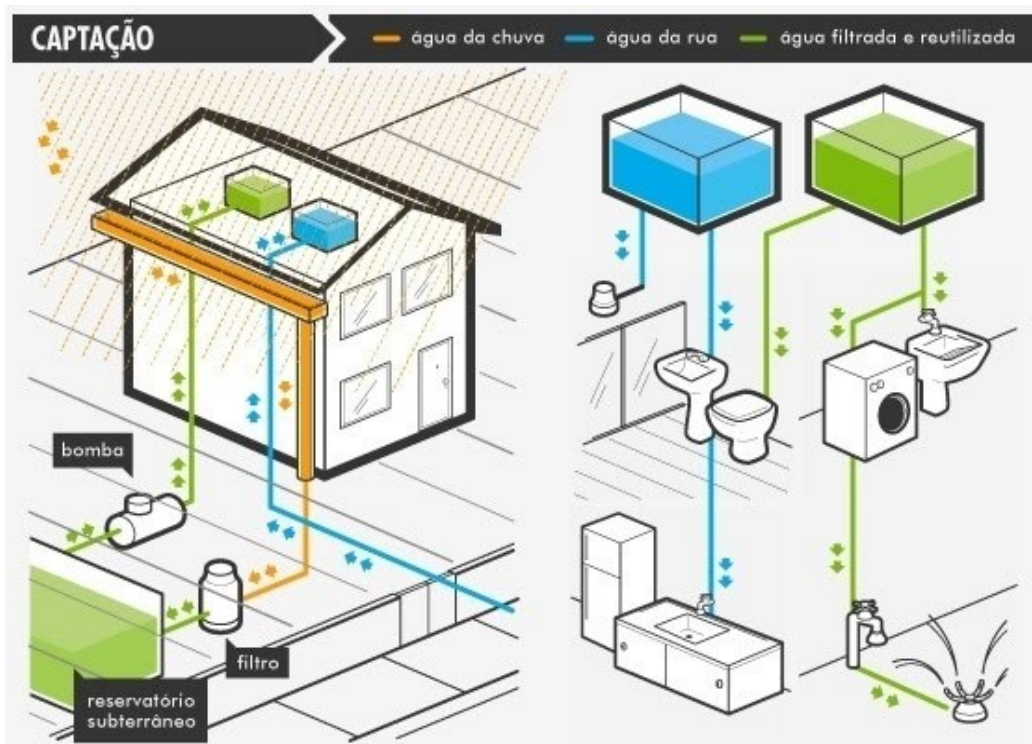


Figura 6. Sistema de uso de água de chuva no jardim e na lavanderia e vaso sanitário. Fonte: UOL Arquitetura, 2010.

No exemplo da figura 7 é previsto o descarte da primeira chuva e a drenagem superficial do terreno.

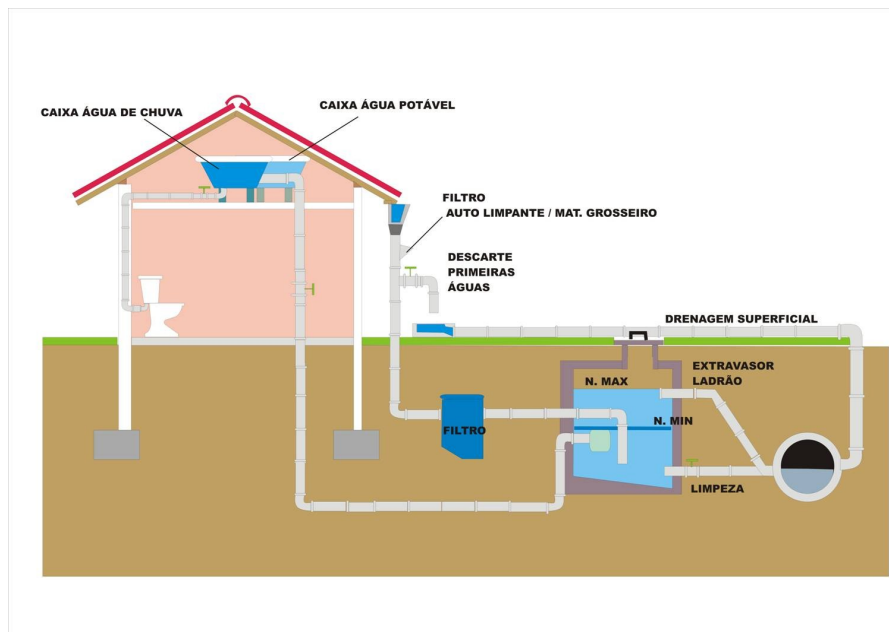


Figura 7. Sistema de uso de água de chuva no jardim e na lavanderia e vaso sanitário. Fonte: Collado, 2010

Cozza, (2012) não prevê a utilização de água de chuva na lavanderia como representado na figura 8.

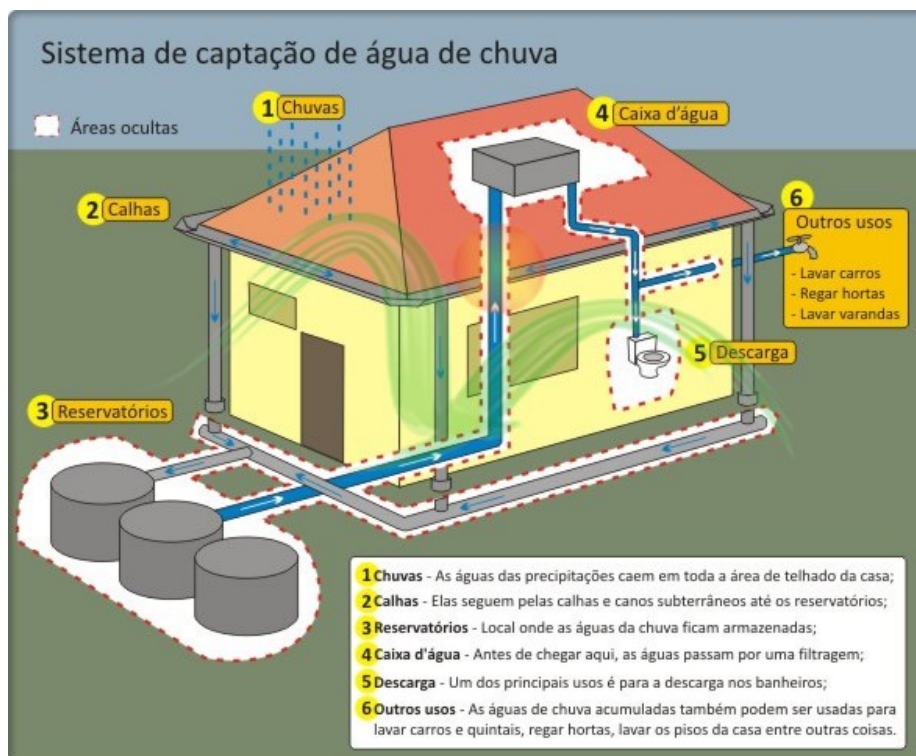


Figura 8. Sistema de uso de água de chuva no jardim e vaso sanitário. Fonte: Cozza 2012.

O esquema da figura 9 representa a ligação entre os circuitos hidráulicos sem nenhum detalhamento.

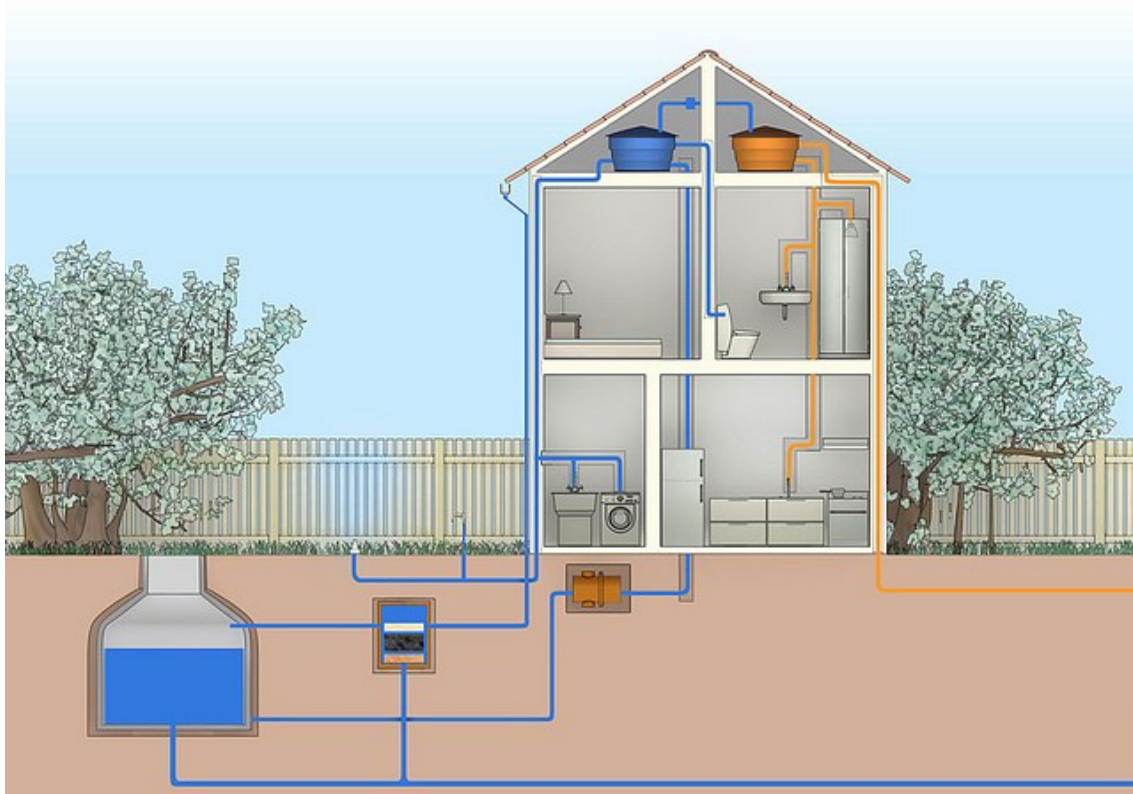


Figura 9. Sistema de uso de água de chuva no jardim e na lavanderia e vaso sanitário.
Fonte: Aragão, 2010.

Tabela 4.1. Tabela de manutenções recomendadas pela norma.

Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

4.4 Reúso da água do banho familiar para a descarga no vaso sanitário

May, (2009), afirma que as águas cinzas podem ser divididas em dois grupos: águas cinzas escuras e águas cinzas claras. As águas cinzas claras são as águas residuárias originadas de banheiras, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupas.

Segundo o SindusCon-SP, (2005), água para descarga em bacias sanitárias:

- não deve apresentar mau-cheiro;
- não deve ser abrasiva;
- não deve manchar superfícies;
- não deve deteriorar os metais sanitários;
- não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Segundo a NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1997), o reúso local de esgoto deve ser planejado de modo a permitir seu uso seguro e racional para minimizar o custo de implantação e de operação.

Os principais critérios que direcionam um programa de reúso de água cinza, Segundo o SindusCon-SP, (2005) são:

- preservação da saúde dos usuários;
- preservação do meio ambiente;
- atendimento às exigências relacionadas às atividades a que se destina;
- quantidade suficiente ao uso a que será submetida.

Com a correta desinfecção faz-se a inativação dos microrganismos patogênicos presentes na água (MAY, 2009).

May, (2009), salienta que a análise das características do efluente, juntamente com os requisitos de qualidade requeridos para a aplicação de reúso desejada, geralmente define o tipo de tratamento a ser adotado.

Quanto ao uso de cloro, May, (2009) afirma que uma cloração constante pode causar problemas por excesso (odor de desinfetante e desperdício de produto) ou falta (armazenamento de águas cinzas não desinfetadas por mais de 24 horas pode resultar em odores ofensivos). Por isso é de extrema importância o controle da dosagem de cloro no sistema de tratamento de águas cinzas.

Cloro residual é a quantidade de cloro que deve permanecer na água até a sua utilização final de modo a prevenir problemas patogênicos, porém em excesso pode ser prejudicial a algumas espécies de plantas. (CUNHA, 2008)

Os valores admissíveis de cloro residual entre 0,5 mg/L e 3,0 mg/L. NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1997).

O abastecimento de água deve ser projetado com rede dupla, uma de água potável, atendendo pias, chuveiros, e outra de água de reúso, atendendo vasos sanitários e mictórios. As tubulações devem possuir cores distintas e nenhuma interligação entre elas (GONÇALVES, 2006).

Os principais elementos associados ao projeto de sistemas de reúso direto de águas cinzas, afirma o SindusCon-SP, (2005), são os seguintes (ver figura 10):

- pontos de coleta de águas cinzas e pontos de uso;
- determinação de vazões disponíveis;
- dimensionamento do sistema de coleta e transporte das águas cinzas brutas;
- determinação do volume de água a ser armazenado;
- estabelecimento dos usos das águas cinzas tratadas;
- definição dos parâmetros de qualidade da água em função dos usos estabelecidos;
- tratamento da água;
- dimensionamento do sistema de distribuição de água tratada aos pontos de consumo.

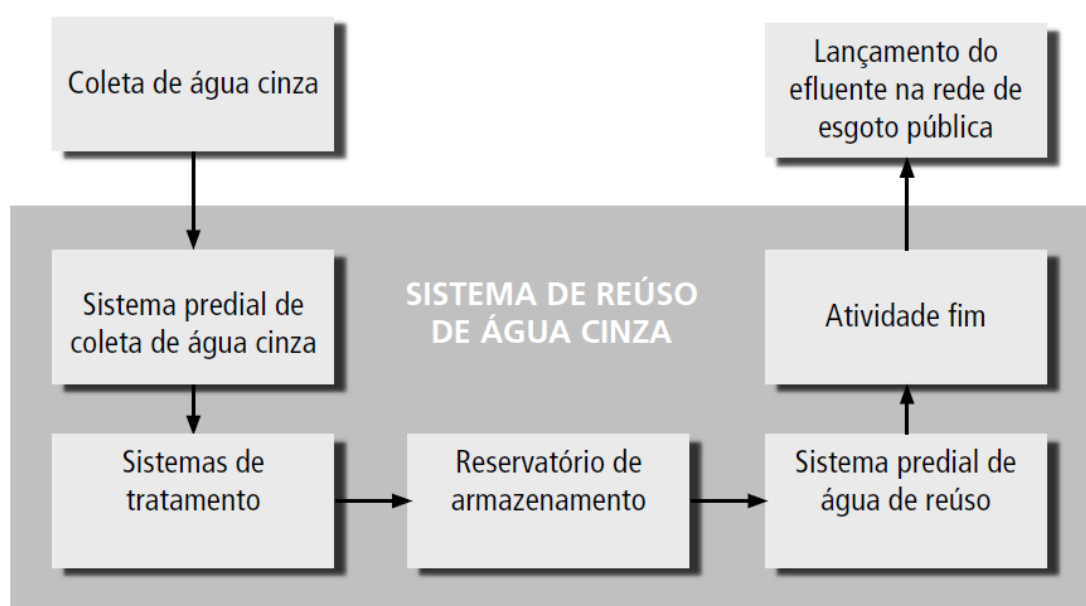


Figura 10. Elementos de um sistema de reúso de água cinza. Fonte: SindusCon-SP, 2005.

Segundo a NBR 13969, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) Capítulo 5.6.6: Manual de operação e treinamento dos responsáveis:

Todos os gerenciadores dos sistemas de reúso, principalmente aqueles que envolvem condomínios residenciais ou comerciais com grande número de pessoas voltadas para a manutenção de infraestruturas básicas, devem indicar o responsável pela manutenção e operação do sistema de reúso de esgoto.

Para tanto, o responsável pelo planejamento e projeto deve fornecer manuais do sistema de reúso, contendo figuras e especificações técnicas quanto ao sistema de tratamento, reservação e distribuição, procedimentos para operação correta, e também treinamento adequado aos responsáveis pela operação. NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

A figura 11 apresenta um sistema de reúso de água cinza onde são destacadas possíveis localizações do reservatório e também a necessidade de manutenção constante.

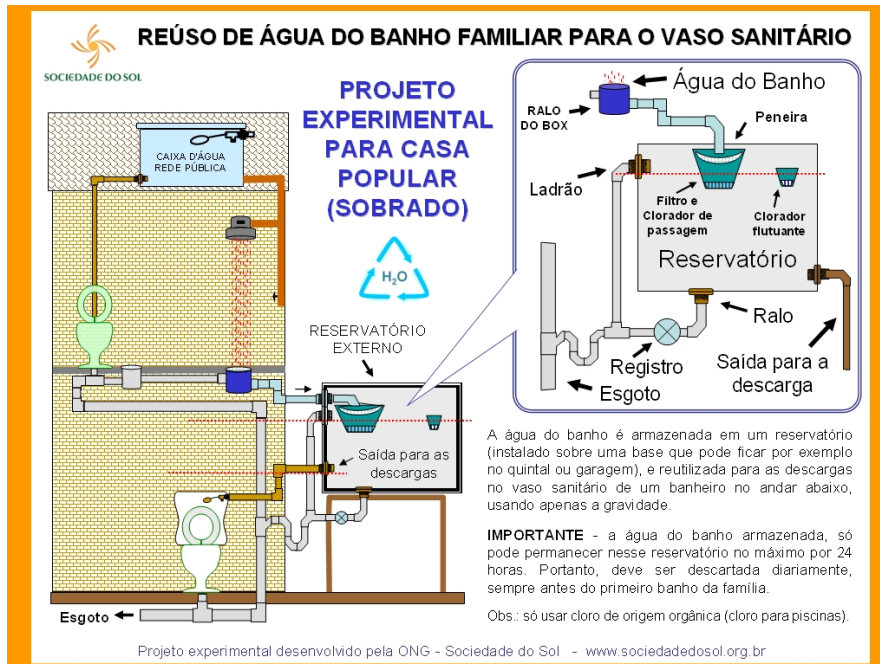


Figura 11. Sistema de reúso de água cinza. Fonte: Sociedade do Sol, 2003.

A figura 12 apresenta um sistema de reúso de água cinza onde são destacadas algumas dimensões, para uma condição específica e também a necessidade de manutenção constante.

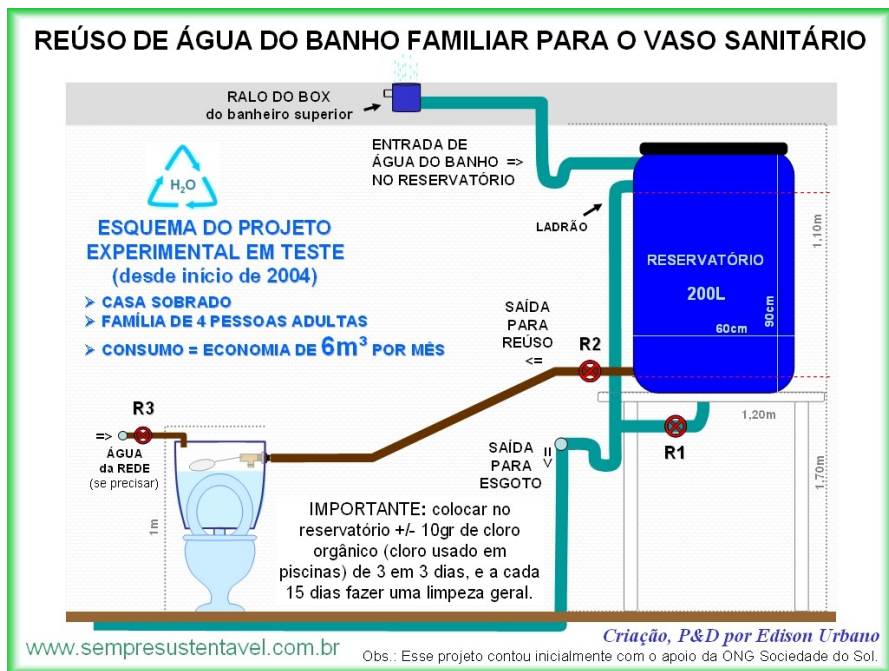


Figura 12. Sistema de reúso de água cinza Fonte: Urbano, 2011.

A figura 13 apresenta um sistema de reúso onde se ressalta a filtragem, a cloração e também a necessidade de manutenção constante.



Figura 13. Sistema de reúso de água cinza. Fonte: Urbano, 2011.

4.5 Diagramas Elétricos

Schaefer, (2012), afirma que um contato NA tem como posição de repouso aberto, quando ele atua vai trocar de posição fechando o contato e assim que ele volta a para a posição de repouso ele voltará a ficar aberto.

“Um contato NF tem como posição de repouso fechado quando ele atua vai trocar de posição abrindo o contato e assim que ele volta para a posição de repouso ele voltará a ficar fechado” (SCHAEFER, 2012).

Souto, (2004), afirma que a representação dos circuitos de comando de motores elétricos é feita normalmente através de dois diagramas:

- Diagrama de força: representa a forma de alimentação do motor à fonte de energia;
- Diagrama de comando: representa a lógica de operação do motor.

Segundo Souto, (2004), chave com retenção ou trava é um dispositivo que uma vez acionado, seu retorno à situação anterior acontece somente através de um novo acionamento.

Construtivamente pode ter contatos normalmente aberto (NA) ou normalmente fechado (NF) conforme mostra a figura 14.



Figura 14 Chave tipo trava usada em botões de emergência. Fonte: Souto. 2004

Souto, (2004) também afirma que contator é um dispositivo formado basicamente por uma bobina e pelos seus conjuntos de contatos. A figura 15 mostra a estrutura física de um contator e seu símbolo elétrico.

Energizando-se a bobina os contatos são levados para suas novas posições permanecendo enquanto houver alimentação da bobina (SOUTO, 2004).

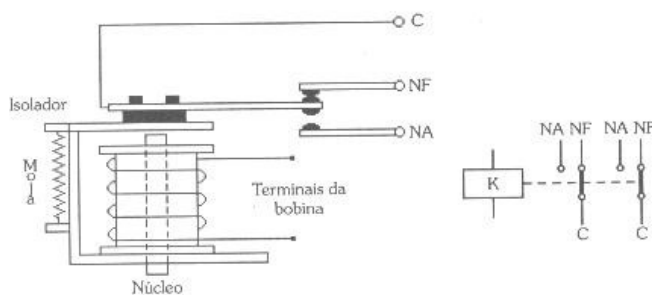


Figura 15. Estrutura física de um contator e seu símbolo elétrico. Fonte: (SOUTO, 2004)

Segundo Souto, (2004) o princípio de funcionamento do relé de sobrecarga baseia-se na dilatação linear de duas lâminas metálicas com coeficientes de dilatação térmicas diferentes, acopladas rigidamente (bimetal). Quando ocorre uma falta de fase, esta se reflete num aumento de corrente, provocando um aquecimento maior e, conseqüentemente, um acréscimo na dilatação do bimetal. Essa deformação aciona a abertura do contato auxiliar que interrompe a passagem da corrente para a bobina do contator, desacionando, com isso, a carga. Para ligar novamente a carga devemos acionar manualmente o botão de rearme do relé térmico.

O princípio de funcionamento do fusível baseia-se na fusão do filamento e consequente abertura do filamento quando por este passa uma corrente elétrica superior ao valor de sua especificação

A figura 16 representa a ligação de potência do relé de sobrecarga (F7) e também dos fusíveis.

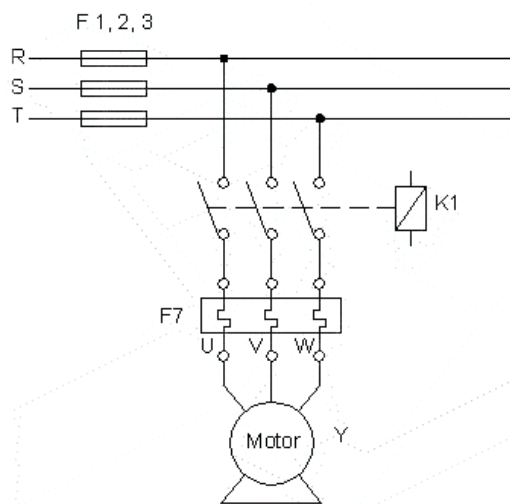


Figura 16. Ligação de potência do relé de sobrecarga. Fonte: Alves Neto, 1998.

5 Etapas do projeto do sistema integrado

Baseado na bibliografia, onde se recomenda a divisão do projeto em etapas, analisa-se detalhadamente:

- etapas do projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água pluvial;
- etapas do projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água cinza;
- diferenças e semelhanças no projeto da distribuição de água potável em relação a uma instalação clássica;
- considerações quanto à localização e geometria dos reservatórios;
- métodos de interligação entre os sistemas, tendo como objetivo evitar a falta de um determinado tipo de água, bem como impossibilitar a disponibilidade de um tipo inadequado em qualquer ponto da instalação.

5.1 Coleta, tratamento e uso de água pluvial

Etapas do projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água pluvial:

- concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva;
- determinação da área de coleta;
- determinação do coeficiente de escoamento superficial;
- caracterização da qualidade da água pluvial,
- projeto do equipamento de descarte;
- projeto do reservatório de armazenamento;
- identificação dos usos da água (demanda e qualidade);
- estabelecimento do sistema de tratamento necessário;
- projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações etc.);
- locação dos elementos do sistema de aproveitamento de água de chuva.

Todas as etapas, exceto o estabelecimento do sistema de tratamento, são contempladas pela NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

5.1.1 Concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva

Além de atender a NBR 5626 e também a NBR 10844, já nos estudos preliminares devem ser previstos fatores como a demanda de água pluvial devido à população, a vida útil do projeto e a precipitação média da região. NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

5.1.2 Determinação da precipitação média local

A precipitação média local inclui os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água de chuva. NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

No anexo da NBR 10844 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989), apresenta-se uma tabela que relaciona a intensidade pluviométrica em algumas localidades brasileiras. Caso não estejam mencionadas, deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão. Dados referentes a precipitações podem ser obtidos de outras fontes, como por exemplo, institutos regionais de meteorologia.

5.1.3 Determinação da área de coleta

Área projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada, que depende das características geométricas da edificação.

5.1.4 Determinação do coeficiente de escoamento superficial

Coefficiente que representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado. Depende do material e da inclinação da área de captação.

5.1.5 Caracterização da qualidade da água pluvial

A qualidade da água captada depende de fatores ambientais como a poluição atmosférica, a presença de árvores altas próximas à edificação e a frequência do pouso de aves no telhado.

5.1.6 Projeto do equipamento de descarte

Com o objetivo de não comprometer a qualidade da água que será direcionada para o reservatório, torna-se necessário descartar uma quantidade de água suficiente para promover a lavagem do telhado ao iniciar-se uma chuva.

A quantidade descartada deve ser determinada, baseada em dados coletados previamente, levando em consideração fatores ambientais e análise de amostras. Na ausência dessas informações, a norma prevê um descarte de 2 mm por metro quadrado, ou seja, para cada metro quadrado de área de coleta devem ser descartados 2 litros de água.

Quanto à construção do sistema de descarte, a norma não prevê nenhuma restrição, possibilitando inúmeras variações, tornando possível a concepção de um equipamento

constituído por elementos baseados em fundamentos da hidráulica, associado a elementos com fundamentação eletromecânica.

O principal elemento deste conjunto é o divisor de vazão.

5.1.6.1 Divisor proporcional de vazão

Baseado no princípio da distribuição horizontal uniforme em canais abertos. Na figura, o canal de descarte é quatro vezes mais largo que o canal que conduz a água ao recipiente com volume conhecido, portanto, para cada litro recolhido no recipiente, quatro litros são descartados.

A figura 17 representa a vista superior e também a vista lateral do divisor proporcional de vazão.

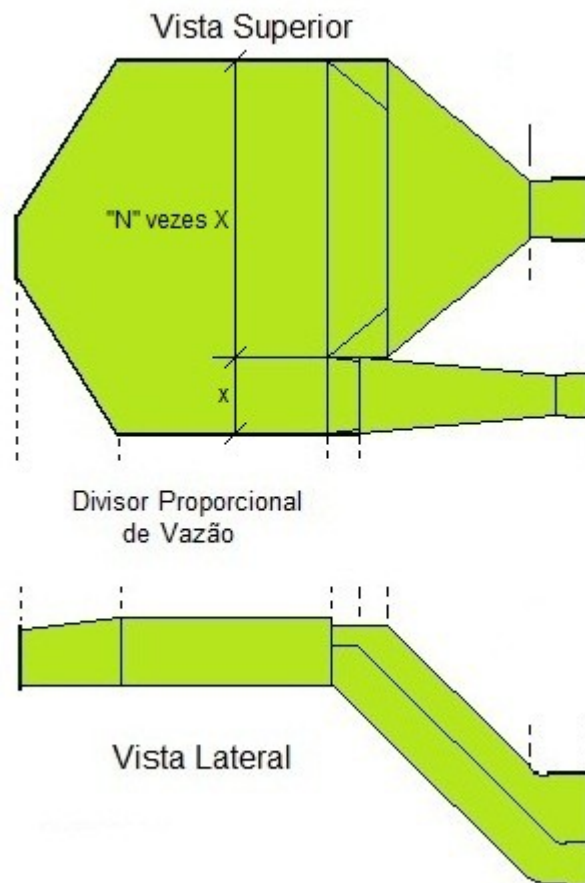


Figura 17. Vistas do divisor proporcional de vazão.

5.1.6.2 Reservatório com volume conhecido

Para facilitar a medida do volume que deve ser descartado, pode ser usado este recipiente. Por comparação o volume descartado acaba sendo conhecido.

Podem ser usados galões de água mineral, como os representados na figura 18, mesmo os “vencidos” para água potável, pois a água que irão comportar será descartada.



Figura 18. Exemplos de recipientes. Com capacidade de 10 e 20 litros. Fonte: Poliana, 2012.

Como a proporção da água que é descartada e a água direcionada ao reservatório de volume conhecido também é pré-determinada, quando o reservatório estiver cheio, o volume já descartado será “n” vezes o volume do recipiente. Quando o fluxo for desviado para o reservatório a água no recipiente também será descartada. Somando se os volumes, obtém se o total descartado. O objetivo desse conjunto é descartar sempre o mesmo volume quando a chuva inicia.

Na figura 19 encontra-se a representação esquematizada do conjunto de descarte.

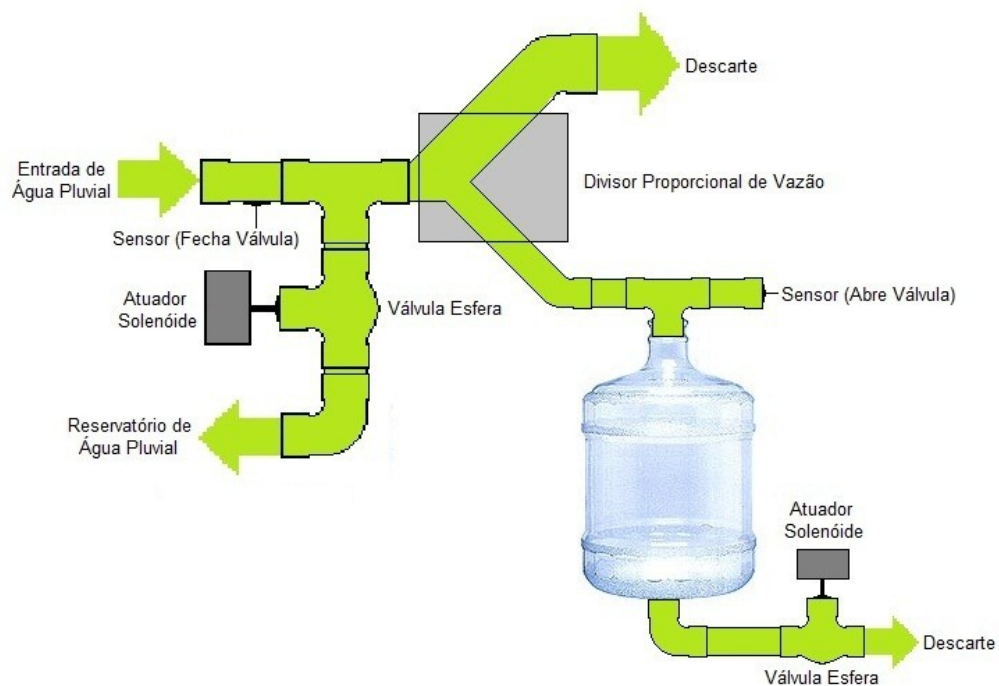


Figura 19. Representação esquematizada do conjunto de descarte.

Para complementar o equipamento de descarte, são necessários dispositivos elétricos, iniciando pelos circuitos de controle. A válvula de descarte é operada simultaneamente com válvula de controle principal.

5.1.6.3 Posicionador de válvula com atuadores senoidais e sensores de final de curso

Posicionador de válvula com sensores de final de curso para válvula aberta e válvula fechada. Para indicar que a válvula está completamente aberta ou fechada, um contato elétrico pode ser aberto ou fechado mecanicamente, interrompendo ou fechando o circuito de comando da válvula. Por sua vez, o deslocamento da válvula é obtido através de uma força eletromagnética que abre a válvula quando energizada num sentido e fecha quando energizada no outro.

5.1.6.4 Sensor de Presença de Água

Dispositivo elétrico que fecha ou abre um contato elétrico quando é detectada a presença de água. Pode ser construído com componentes mecânicos ou também envolvendo circuitos eletrônicos. Na presença de água, um contato elétrico é aberto ou fechado, abrindo ou fechando o circuito de comando.

5.1.6.5 Contator de acionamento

Dispositivo elétrico para seccionar circuitos de acionamento de dispositivos elétricos. Quando a bobina é energizada, forma-se um eletroímã que movimenta um cursor que por sua vez abre ou fecha contatos elétricos.

A figura 20 apresenta a vista lateral e a vista superior do conjunto de descarte.

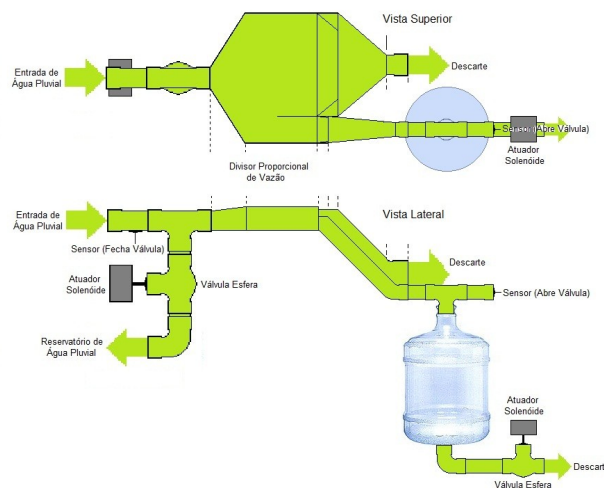


Figura 20. Vistas lateral e superior do conjunto de descarte.

As figuras 5.5 a 5.8 representam os circuitos elétricos do equipamento de descarte.

a) De abertura das válvulas

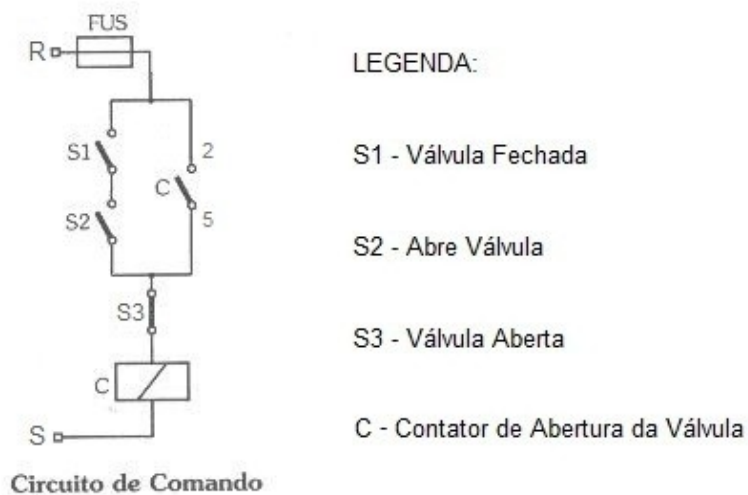


Figura 21. Circuito de Comando da abertura das válvulas.

b) De fechamento das válvulas

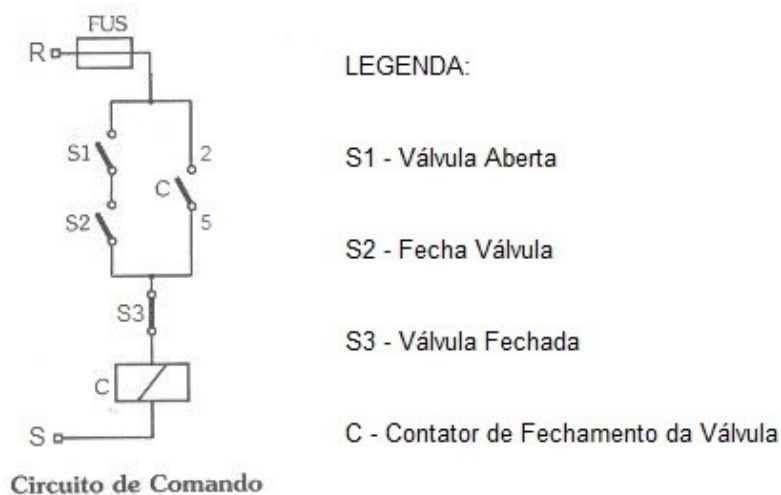


Figura 22. Circuito de Comando de fechamento das válvulas.

Os circuitos de controle irão energizar contatores, que por sua vez irão acionar os atuadores solenoides (posicionadores) que irão abrir ou fechar as válvulas e, após iniciado o movimento, sensores irão dar o retorno se as válvulas estão completamente abertas ou fechadas.

São apresentados agora os digramas elétricos dos circuitos de acionamento dos posicionadores que tem a finalidade de transformar energia elétrica em movimento de rotação.

c) Abertura da válvula de controle e abertura da válvula de descarte

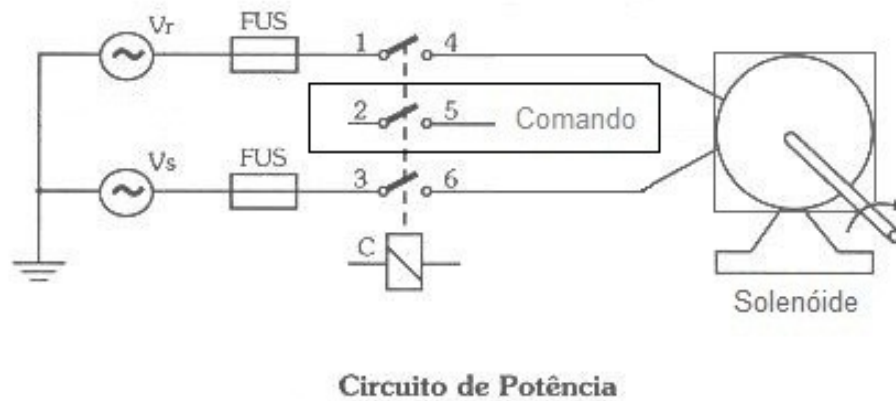


Figura 23. Circuito de potência da abertura das válvulas

d) Fechamento da válvula de controle e fechamento da válvula de descarte

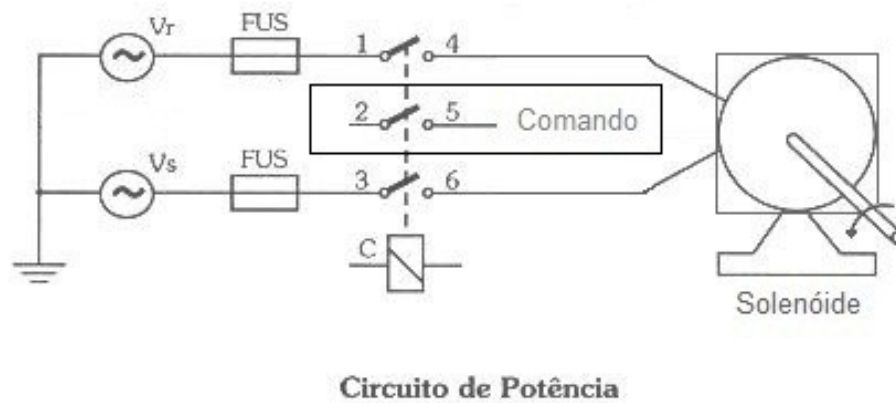


Figura 24. Circuito de potência do fechamento das válvulas

Partindo da posição inicial onde se considera o estado de “aguardando o início da chuva”, ou seja, as válvulas estão fechadas e o recipiente com volume conhecido está vazio. Começa a chover e a passagem da água pelo sensor instalado na entrada do conjunto (fecha válvula) faz com que o contato S2 do circuito “b” seja aberto, como representado na figura 25.

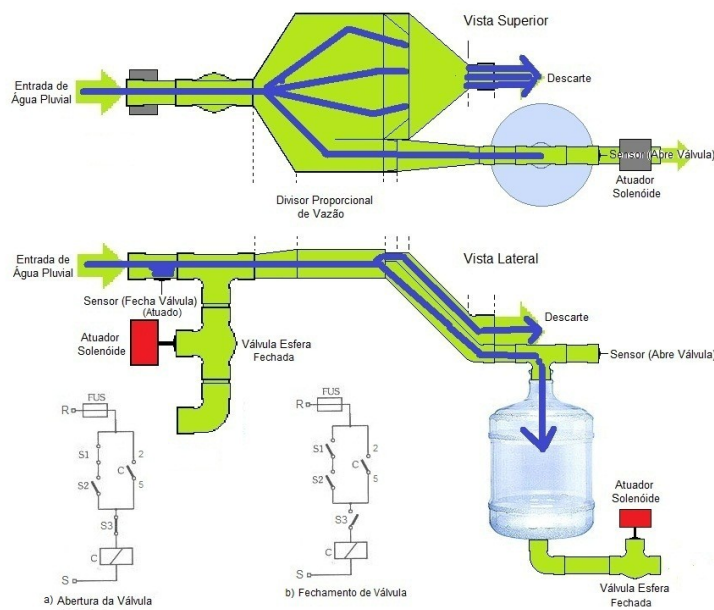


Figura 25. Início da chuva.

Inicia-se, o que pode ser observado na figura 26, o acumulo de água no recipiente de volume conhecido e o descarte da água. Quando o recipiente estiver cheio e a água atingir o sensor (abre válvula), o contato S2 do circuito “a” se fecha.

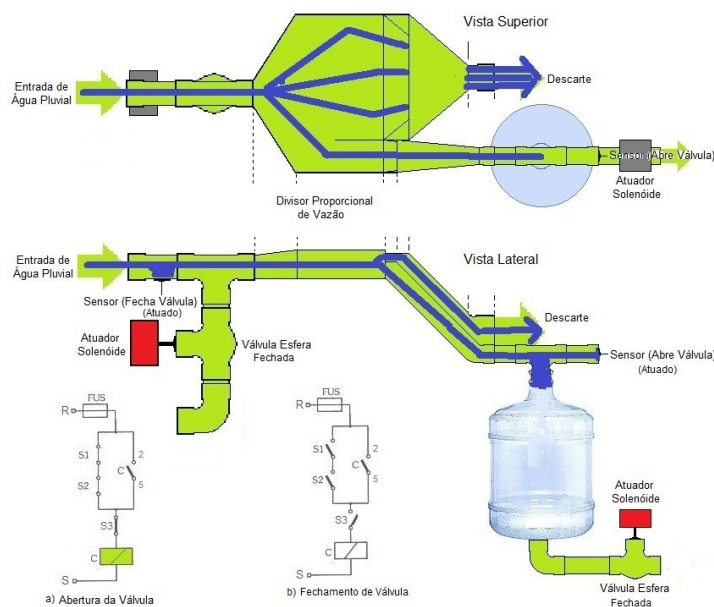


Figura 26. Recipiente com volume conhecido cheio.

Como o contato S1 está fechado, pois as válvulas estão fechadas, o circuito é fechado, energizando a bobina representada pelo retângulo cortado “C” no circuito “c”. Devido a isso, os contatos, 1-4; 2-5 e 3-6 são fechados. A Situação do comando elétrico esta representada na figura 27.

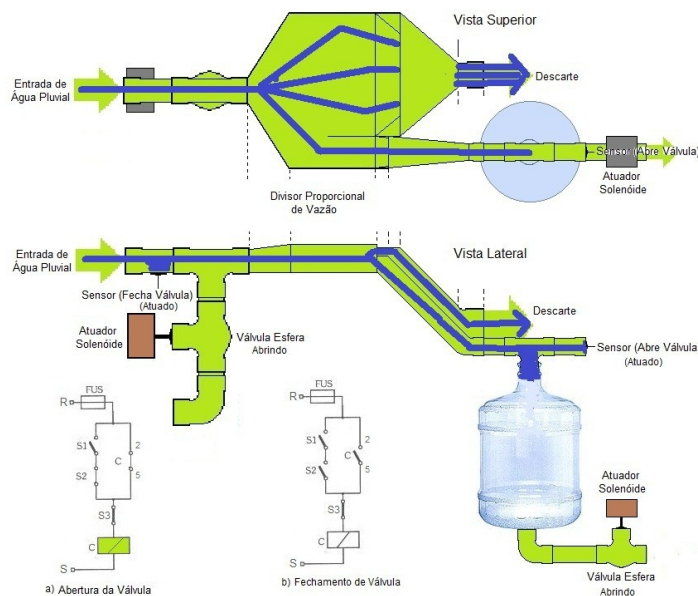


Figura 27. Detalhe do estado do circuito de comando.

A válvula entra em movimento para abrir e por causa do “selo”, continua em movimento até que apresente abertura total. Este “selo” é formado pelo contato 2-5 que passa a substituir os contatos S1 e S2 e pelo contato S3, como pode ser observado na figura 28, que irá interromper o circuito no momento que a válvula de controle de fluxo estiver completamente aberta.

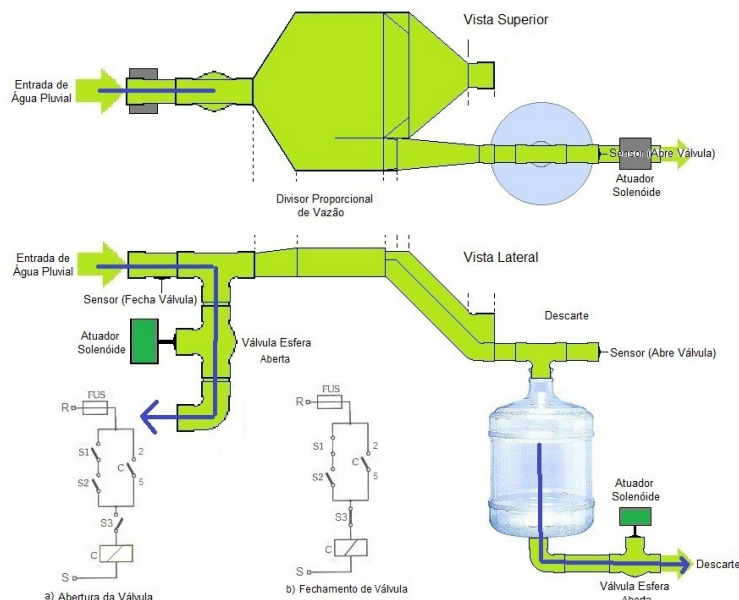


Figura 28. Neste estado, o fluxo é todo desviado para o reservatório.

Como as duas válvulas operam juntas, a válvula que esvazia o recipiente de volume conhecido também estará aberta e o recipiente irá esvaziar. O contato S1 do circuito “b” também irá fechar quando a válvula estiver aberta. Enquanto a chuva continuar, nada irá

acontecer e o fluxo será todo desviado para o reservatório de água pluvial. Quando a chuva parar, a água deixará de passar pelo sensor “fecha válvula” e irá fechar o contato S2 do circuito “b” e como S1 já está fechado, será dado o comando para fechar, como mostrado na figura 29.

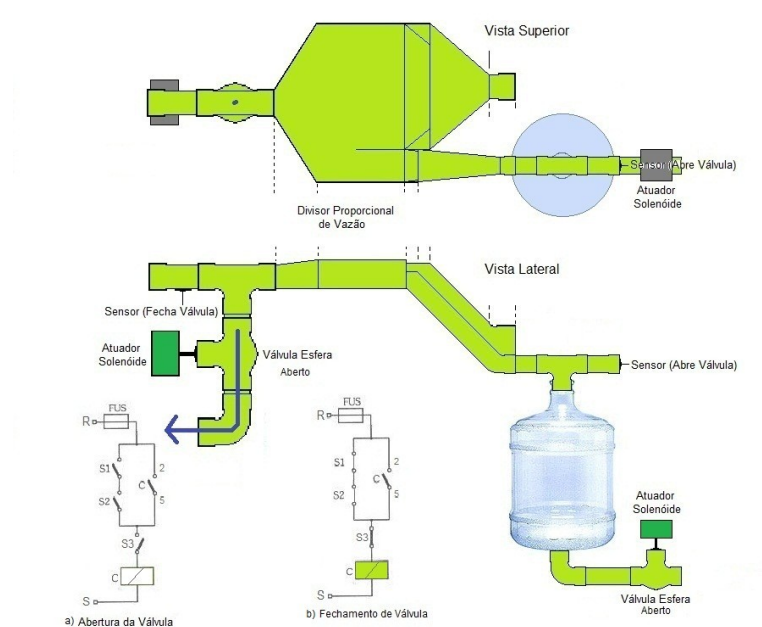


Figura 29. Início da manobra de fechamento das válvulas.

O “selo” também irá atuar, como pode ser observado na figura 30, e o circuito será interrompido quando as válvulas estiverem completamente fechadas.

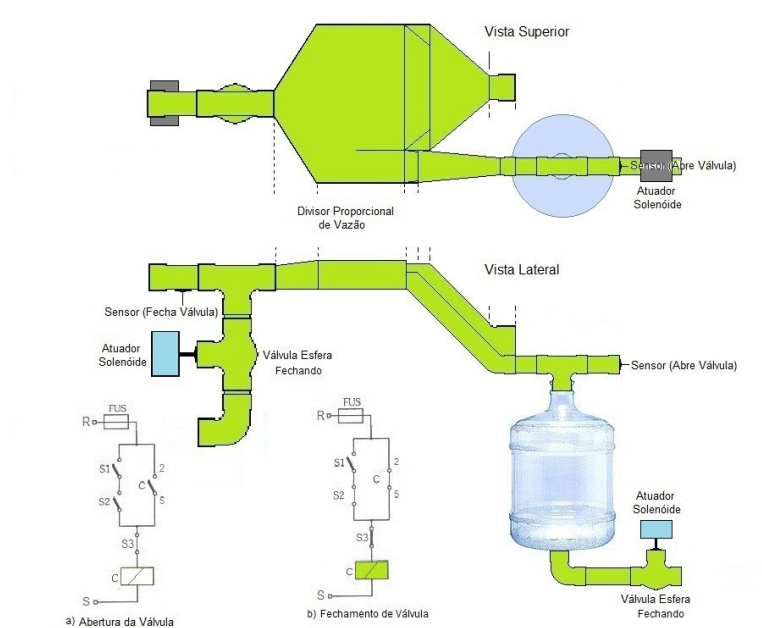


Figura 30 Estado dos contatos enquanto as válvulas estão fechando.

Torna-se possível então, o início de um novo ciclo, quando começar outra chuva, como pode ser observado na figura 31.

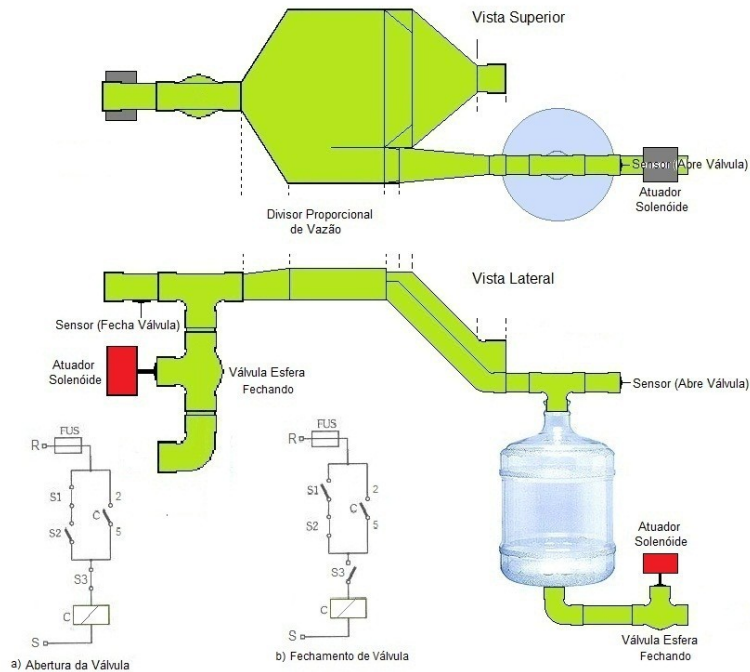


Figura 31. Situação dos contatos quando a válvula se encontra fechada.

Mesmo o sistema de descarte sendo constituído por vários componentes aparentemente complexos, com exceção do divisor de vazão, todos são vendidos em lojas especializadas (hidráulica, elétrica e eletrônica industrial).

5.1.7 Projeto do reservatório de armazenamento

“O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia” NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

5.1.8 Identificação dos usos da água (demanda e qualidade)

Determina-se a demanda de água para uso na lavanderia tomando se como base as informações quanto à população e seus hábitos.

Os parâmetros de qualidade da água apropriada para o uso determinado acima são relacionados na tabela 1 do item 4.5.1 da NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

5.1.9 Estabelecimento do sistema de tratamento necessário

De acordo com a necessidade da verificação de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, determina-se o tratamento que possibilita atingir tais parâmetros.

5.1.10 Projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações etc.).

5.1.10.1 Tubos e conexões

Devem ser dimensionados segundo a norma NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998), ou a NBR 10844 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989) de acordo com a situação.

5.1.10.2 Filtragem (No interior do reservatório de água pluvial)

Após o descarte dos primeiros litros a água que é direcionada para o reservatório encontra-se praticamente limpa, porém é aconselhável que passe pelo menos por uma peneira fina para a retirada de qualquer partícula maior de sujeira que venha a se desprender da tubulação, das calhas ou do telhado. Essa peneira pode estar dentro do reservatório, conectada a tubulação superior de entrada.

5.1.10.3 Cesto clorador para água pluvial

Cesto acoplado a uma boia onde são colocadas pastilhas de cloro, que em contato com a água se dissolvem, promovendo a desinfecção.

5.1.11 Locação dos elementos do sistema de aproveitamento de água de chuva.

Como ponto de partida, utiliza-se uma instalação hidráulica usual, que se encontra esquematizada na figura 32.

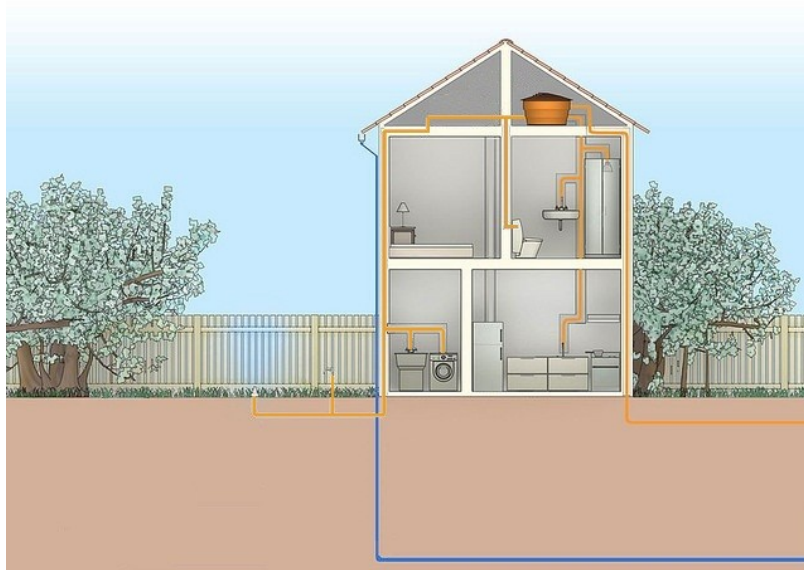


Figura 32. Instalação Hidráulica clássica de um sobrado.

Primeiramente pode-se acrescentar o sistema de coleta de água de chuva.

A instalação de calhas, tubulações verticais e horizontais segue a norma NBR 10844 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

A pré-filtragem, cuja principal função é a retirada de folhas, pode ser feita com a instalação de uma tela inclinada em relação ao eixo longitudinal em toda a extensão das calhas.

Na figura 33 a grade possui a mesma inclinação do telhado. Pode ser instalada com uma inclinação de até 45 graus, o que aumenta a sua eficiência. O tamanho dos orifícios também pode ser alterado.

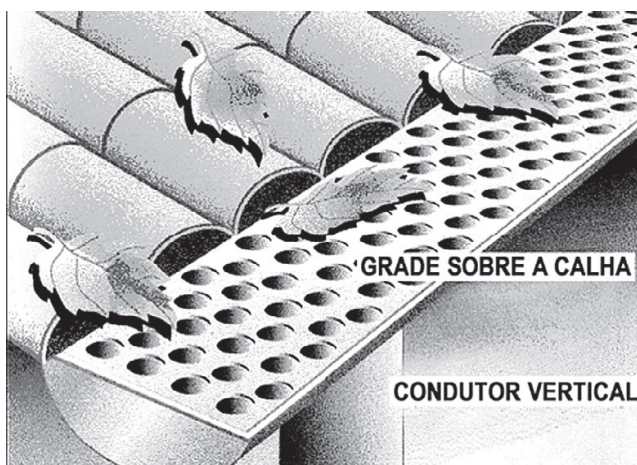


Figura 33. Grade instalada nas calhas. Fonte: Waterfall, 2002 apud Gonçalves, 2006.

O equipamento de descarte deve ser instalado o mais alto possível para por sua vez permitir que o reservatório também seja instalado na maior altura, aproveitando ao máximo a energia potencial gravitacional.

A figura 34 apresenta o detalhe da localização do equipamento de descarte. Vale salientar que a altura em relação ao chão é o fator mais relevante. A localização horizontal, ou seja, se vai ficar atrás, ou na frente, ou do lado da edificação, ou se vai ter um ambiente reservado, fica a critério do projetista. O mesmo vale para o reservatório de água pluvial.

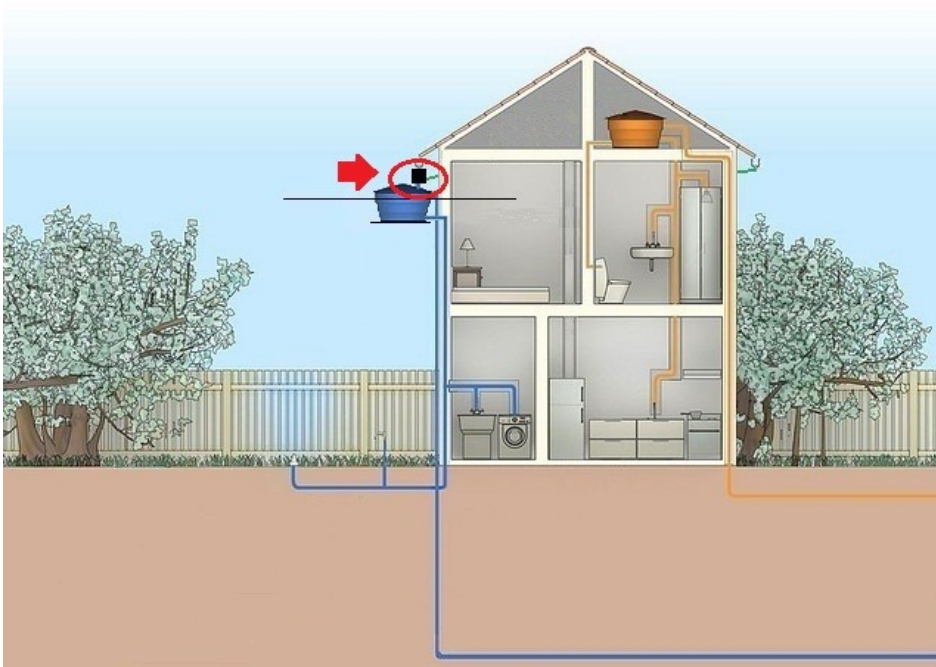


Figura 34 Localização do equipamento de descarte das primeiras águas.

O traço horizontal representa o plano onde o reservatório deve ser localizado. A posição no plano horizontal deve ser determinada de tal forma que seja mantida a facilidade de acesso e em contra partida, sua locação represente o menor custo.

Deve-se procurar instalar o reservatório a maior altura, para que a energia gravitacional seja aproveitada o máximo possível.

A altura otimizada do Reservatório de Água Pluvial é representada na figura 35.

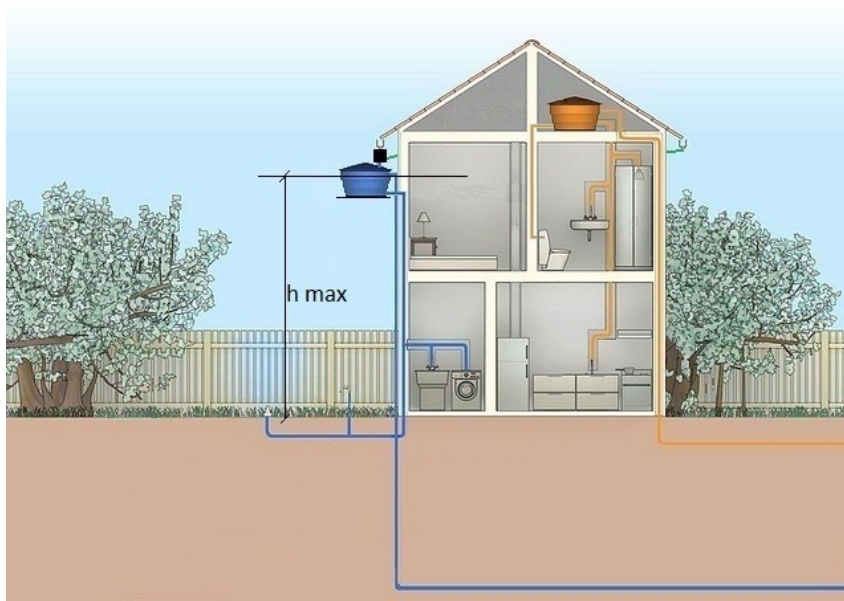


Figura 35. Altura otimizada do Reservatório de Água Pluvial

5.2 Coleta e uso de água cinza

Os principais elementos associados ao projeto de sistemas de reúso direto de água cinza:

- pontos de coleta de água cinza e pontos de uso;
- determinação de vazões disponíveis;
- dimensionamento do sistema de coleta e transporte da água cinza bruta;
- determinação do volume de água a ser armazenado;
- estabelecimento dos usos da água cinza tratada;
- definição dos parâmetros de qualidade da água em função do uso estabelecido;
- tratamento da água;
- dimensionamento do sistema de distribuição de água tratada aos pontos de consumo.
- projeto dos sistemas complementares (filtro, dosador de cloro, bomba, controle da bomba);
- localização dos elementos do sistema de aproveitamento de água cinza.

5.2.1 Pontos de coleta de água cinza e pontos de uso

5.2.1.1 Ralo do(s) chuveiro(s) do Piso Superior

Serão considerados como os principais pontos de coleta de água cinza. Para a instalação deve ser atendida a NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999).

5.2.1.2 Caixas Acopladas dos Vasos Sanitários

Todos os vasos sanitários da edificação serão considerados pontos de utilização da água cinza. A NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998), estabelece os parâmetros da instalação.

5.2.2 Determinação de vazões disponíveis

Determina-se a quantidade de água cinza disponível tomando se como base as informações quanto à população e seus hábitos. Para cada projeto torna-se necessário um levantamento prévio das informações.

5.2.3 Dimensionamento do sistema de coleta e transporte da água cinza bruta

Seguir a norma 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999). Direcionar a água cinza dos ralos para o reservatório ou para o sistema de tratamento, caso seja previsto anteriormente à reservação.

5.2.4 Determinação do volume de água a ser armazenado

Depende da quantidade e hábito dos moradores. Deve ser apenas suficiente, ou seja, não deve ser previsto uma reserva de água superior ao consumo diário para evitar, por exemplo, o surgimento de odores.

5.2.5 Estabelecimento dos usos da água cinza tratada

Apenas nos vasos sanitários. Simplifica o tratamento, a coleta e a distribuição.

5.2.6 Definição dos parâmetros de qualidade da água em função do uso estabelecido

Segundo a norma 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997). Divisão por categorias da qualidade da água. Uma vez que a água cinza é utilizada apenas com uma função é necessário somente atingir os padrões estabelecidos para a categoria.

5.2.7 Tratamento da água

A NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), recomenda alguns métodos de tratamentos. Os parâmetros estabelecidos devem ser atingidos. A norma não estabelece o método de tratamento e sim, os parâmetros de qualidade da água que devem ser alcançados com o tratamento.

5.2.8 Dimensionamento do sistema de distribuição de água após o tratamento aos pontos de consumo

De acordo com a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998). O dimensionamento segue as mesmas recomendações das instalações de água fria, tendo como objetivo principal interligar os reservatórios de água cinza aos vasos sanitários da edificação.

5.2.9 Projeto dos sistemas complementares

5.2.9.1 Bomba para Água Cinza

Elemento necessário no sistema, devido à necessidade de disponibilizar água de reúso no piso superior, a fim de alcançar o objetivo de abastecer todos os vasos sanitários. A proporção entre a altura a ser vencida e o consumo de energia implica na necessidade de reduzir o quanto for possível à diferença de cota entre os reservatórios de água cinza.

5.2.9.2 Filtro de água cinza

Uma simples peneira é suficiente para retirar cabelos e outros elementos sólidos indesejáveis ao funcionamento. Essa peneira pode estar localizada dentro do reservatório inferior, conectada a tubulação superior de entrada.

5.2.9.3 Cesto clorador para água cinza

Cesto acoplado a uma boia onde são colocadas pastilhas de cloro, que em contato com a água se dissolvem, promovendo a desinfecção. Deve ser instalado no reservatório inferior de água cinza.

5.2.9.4 Controle do bombeamento da água cinza.

O circuito de comando da bomba que irá transferir a água cinza de um reservatório para outro é representado na figura 36.

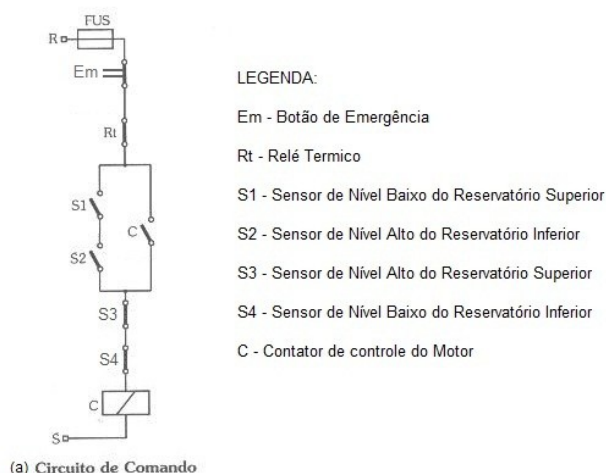


Figura 36. Circuito de comando da bomba da água cinza.

Os circuitos possuem os mesmos elementos dos circuitos das válvulas, sendo apenas os sensores de posicionamento das válvulas substituídos por um relé térmico, que irá interromper o funcionamento caso a corrente elétrica consumida pela bomba ultrapasse um valor considerado seguro. Acrescenta-se também um botão de emergência e impede o funcionamento quando acionado. Trata-se de um elemento retentivo, ou seja, não retorna sozinho a posição inicial, com o contato fechado. É necessária outra operação para que retorne. É acrescentado em circuitos elétricos para que seja possível desligar imediatamente quando alguém percebe alguma anormalidade e religar apenas depois de resolvido o problema.

A ligação elétrica da bomba é representada na figura 37.

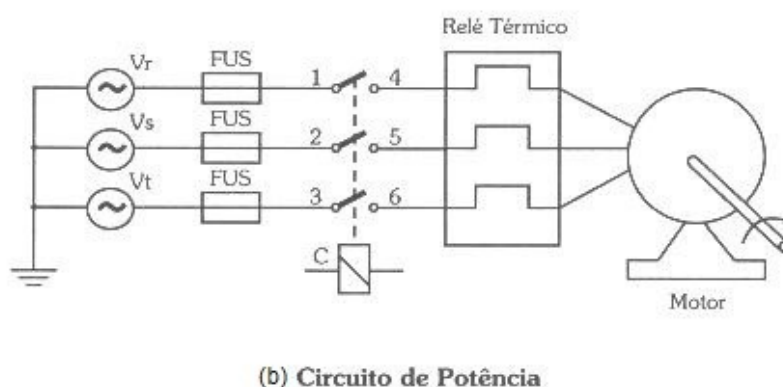


Figura 37. Circuito de potência da bomba.

5.2.10 Locação dos elementos do sistema de aproveitamento de água cinza

Partindo do esquema anterior, onde os circuitos de água potável e pluvial já estão separados.

5.2.10.1 Reservatório Inferior de Água Cinza

A água cinza será representada esquematicamente pela cor cinza.

Na figura 38 apresenta-se a melhor configuração possível para a instalação do primeiro reservatório de água cinza.



Figura 38, Configuração otimizada do reservatório inferior de água cinza.

5.2.10.2 Reservatório Superior de Água Cinza

Para que se obtenha uma economia ainda maior, usando apenas água cinza nas descargas dos vasos sanitários, torna-se necessário também disponibilizar água cinza para a utilização no piso superior. Surge então a necessidade da instalação de mais um reservatório, denominado reservatório superior de água cinza. Este reservatório deve ser posicionado verticalmente de tal forma que se obtenha a menor distância possível entre o nível mínimo do reservatório inferior e o nível máximo do reservatório superior, como representado na figura 39. As pressões mínimas recomendadas na NBR 5626 devem ser respeitadas. Existe mais um

fator que influencia nesta distância, que é a altura dos reservatórios. Quanto mais baixos forem, melhor.



Figura 39. Altura otimizada do reservatório superior de água cinza.

5.2.10.3 Bombeamento de água cinza

Necessário para transferir a água cinza do reservatório inferior para o superior.

Baseado na manutenção do nível do reservatório superior de água cinza, levando-se em consideração a quantidade de água no reservatório inferior. Para que a bomba venha a ser ligada automaticamente é necessário que o nível do reservatório superior esteja baixo e ao mesmo tempo exista uma quantidade mínima pré-definida de água no reservatório inferior. Esta quantidade deve ser definida de tal forma que a bomba depois de ligada, permaneça neste estado por um tempo mínimo, evitando que ligue e desligue muito seguidamente. Por sua vez, o desligamento deve acontecer assim que ocorrer uma das seguintes situações: ou o reservatório superior atingir o nível máximo, ou o reservatório inferior chegar ao mínimo.

A figura 40 representa a instalação da bomba de água cinza, responsável pela transferência de água entre os reservatórios.



Figura 40. Instalação da bomba de água cinza.

5.3 Diferenças e semelhanças no projeto da distribuição de água potável em relação a uma instalação clássica

5.3.1 Reservatório de Água Tratada

Em uma edificação residencial, um reservatório de água potável tem ligado a ele: uma tubulação de entrada, na maioria das vezes controlada por uma válvula ligada a uma boia; uma tubulação de saída ligada ao sistema hidráulico geral; um tubo extravasor para possibilitar a saída controlada caso seja permitida a entrada além da capacidade do reservatório e; uma tubulação de limpeza com registro que torne possível zerar o conteúdo do reservatório.

Um fato muito comum é a instalação deste reservatório entre o forro e o telhado das edificações quando existir espaço suficiente. Nesse caso, também é comum que ocorram algumas pequenas falhas de projeto sendo a principal, a não instalação de um extravasor visível ou às vezes até a ausência do mesmo. No caso de alguma falha no controle da entrada da água no reservatório, se o extravasor não tiver a saída visível, ninguém irá perceber o problema. Na ausência do extravasor, irá ocorrer o transbordamento do reservatório e as consequências dependerão do tipo de forro.

Outra falha que ocorre é não se prever a instalação da saída para limpeza do reservatório, que deve possibilitar que o mesmo seja completamente esvaziado.

A figura 41 destaca a situação usual na instalação de reservatórios.

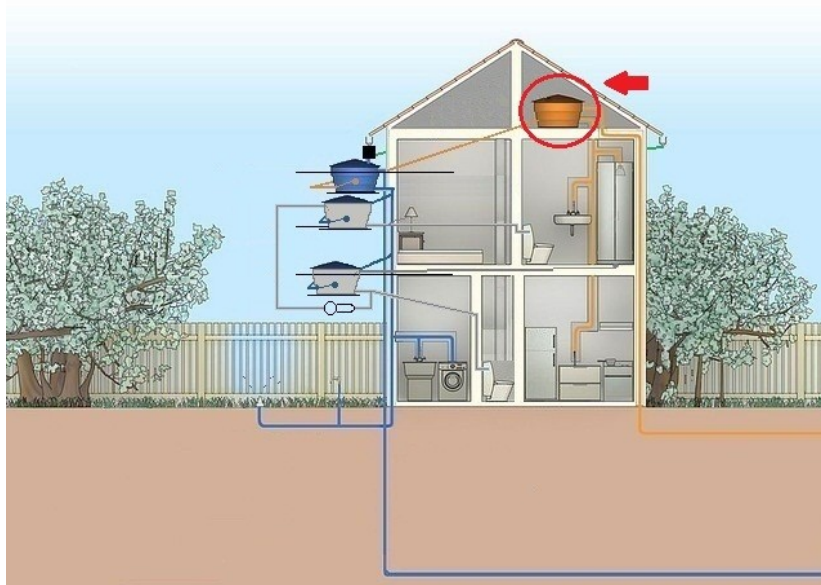


Figura 41. Instalação usual do reservatório de água tratada.

O extravasor pode ser direcionado em direção a uma das abas do telhado, ou numa direção perpendicular desde que sua extremidade seja visível.

Quanto à limpeza, o espaço para a saída pode ser obtido apoiando se o reservatório sobre calços paralelos.

A figura 42 apresenta uma alternativa de instalação do extravasor e como pode ser obtido o espaço para se instalar o tubo de limpeza.



Figura 42. Instalação alterada do reservatório de água tratada.

5.4 Localização e geometria dos reservatórios

A disposição horizontal dos reservatórios fica a critério do projetista.

O reservatório de água tratada é usualmente instalado entre o telhado e o forro. O que ocorre nesse caso é o esquecimento que os reservatórios de água devem ser limpos regularmente, pelo menos uma vez por ano. É recomendável instalar reservatórios em locais de fácil acesso, para facilitar a limpeza, porém devido à necessidade de aumentar a área útil das construções, são colocados em locais inapropriados.

O Reservatório de água pluvial também tem a necessidade de fácil acesso para limpeza, e existe outro fator muito importante para sua instalação que é a sua posição vertical. O nível máximo deve ficar o mais próximo possível da saída do sistema de descarte de água das primeiras chuvas para aproveitar ao máximo a energia potencial.

Um cuidado a ser tomado é evitar que a localização do reservatório de água pluvial interfira no acesso ao reservatório superior de água cinza devido à necessidade de limpeza e manutenção.

Para a localização do reservatório inferior, uma opção pode ser a garagem, pois trata-se de um espaço pequeno necessário para sua instalação.

Quanto à geometria dos reservatórios, quanto menor for a sua altura, melhor será aproveitada a energia gravitacional, por outro lado, maior será a área ocupada.

5.5 Métodos de interligação entre os sistemas

Tendo como objetivo evitar a falta de um determinado tipo de água, bem como impossibilitar a disponibilidade de um tipo inadequado em qualquer ponto da instalação:

5.5.1 Boia de manutenção de nível mínimo do reservatório de água pluvial

Elemento fundamental no sistema integrado, não permite que falte água no sistema pluvial. Caso não esteja chovendo e o nível ficar abaixo do mínimo, a boia irá descer, abrindo a válvula e permitindo que água tratada entre no reservatório apenas para manter um nível de segurança, através da interligação de conjuntos. É neste momento que inicia a necessidade de respeitar a qualidade da água disponibilizada. Como o controle de fluxo é realizado pela boia, somente é permitida a vazão saindo do reservatório de água potável para o de água pluvial e de forma alguma no sentido contrário.

A figura 43 representa os pontos a serem interligados e o caminho mais curto entre eles. O caminho real fica a critério do projetista, pois depende da localização dos reservatórios e também das paredes, lajes e demais elementos da edificação.

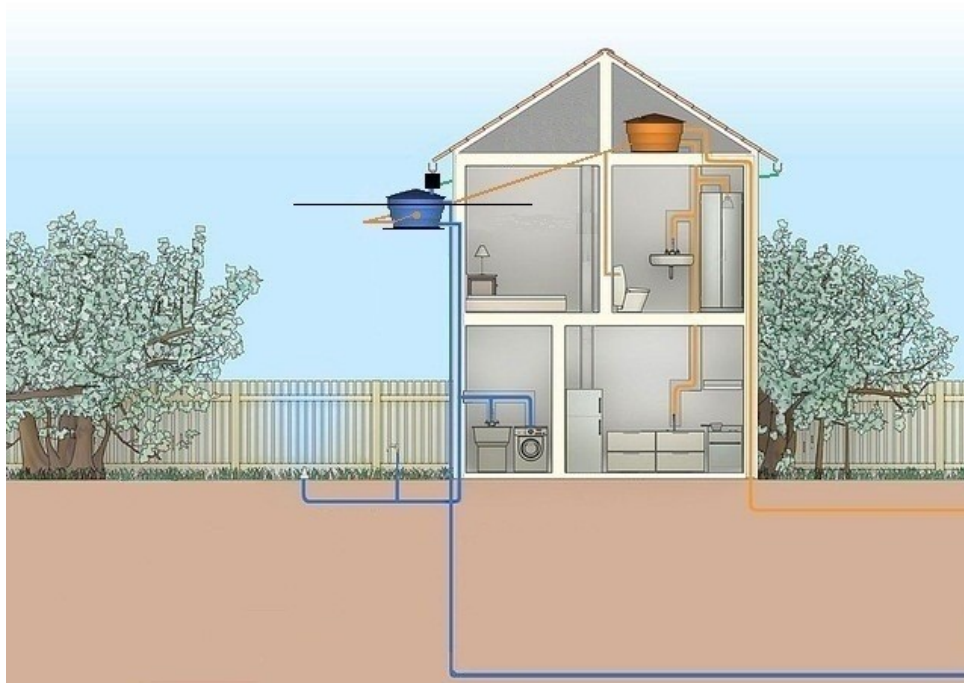


Figura 43. Configuração otimizada do conjunto de água pluvial.

Em sistema integrado de provimento de água, um reservatório de água pluvial tem ligado a ele duas tubulações de entrada, sendo a superior, a chegada da água do telhado, após passar pelo equipamento de descarte das primeiras chuvas e a inferior para manter o nível

mínimo do reservatório (anteriormente a essa entrada deve existir um registro para manutenção); uma tubulação de saída, ligada onde é permitido usar a água pluvial, como por exemplo, a lavanderia; um tubo extravasador para possibilitar a saída controlada caso seja ultrapassada a capacidade do reservatório e; uma tubulação de limpeza com registro que torne possível zerar o conteúdo do reservatório.

5.5.2 Extravasador e saída de limpeza do reservatório de água pluvial

Sistema com infiltração no solo: o volume de água que extravasado reservatório é direcionado a um sistema de infiltração no solo.

Para que seja obtida uma maior eficiência na absorção pelo solo da água pluvial, toda água com destino a rede pluvial deve ser inicialmente direcionada para a área não construída do terreno, onde uma parte será absorvida pelo solo e a excedente será coletada por um ou mais ralos (ou bueiros), como representado na figura 44.

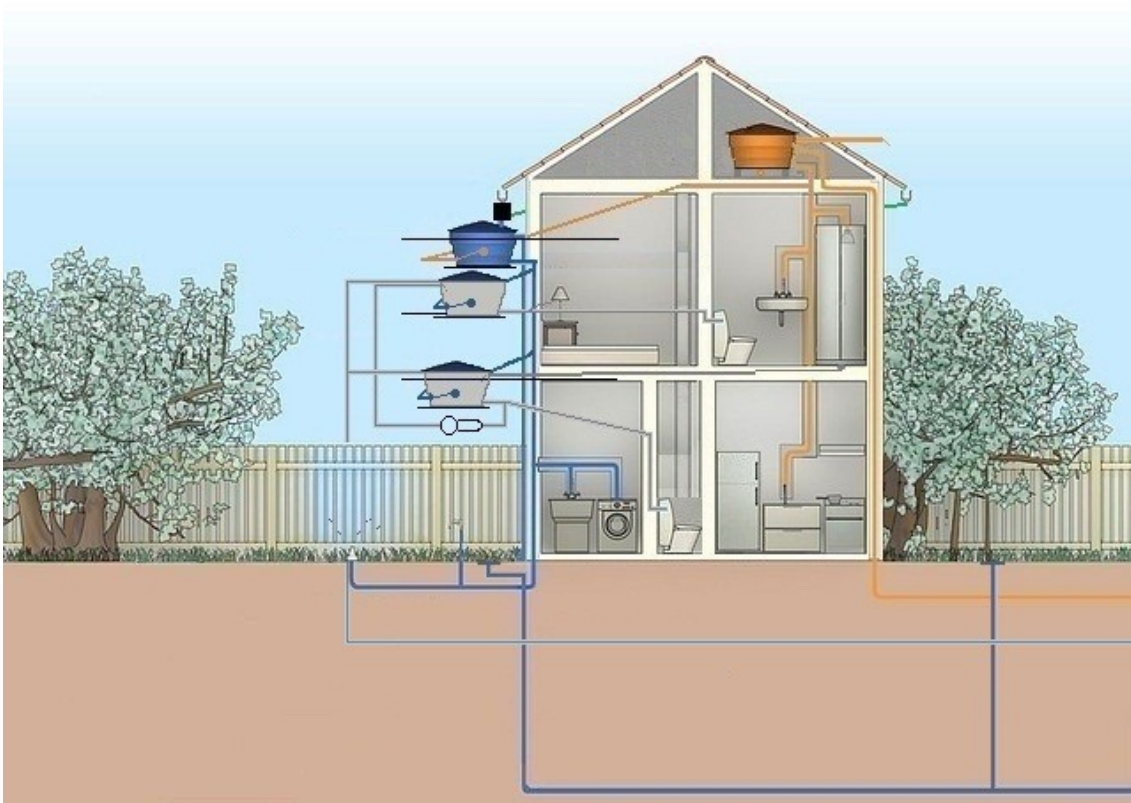


Figura 44. Utilização de ralos (bueiros) para a coleta superficial excedente de água pluvial.

5.5.3 Boia de nível mínimo do reservatório inferior de água cinza

Possui a mesmas características e recomendações da boia do reservatório de água pluvial, apenas mudando a origem da entrada que nesse caso é a água do reservatório de água de chuva.

5.5.4 Boia de nível mínimo do reservatório superior de água cinza

Possui a mesmas características e recomendações da boia do reservatório inferior de água cinza.

5.5.5 Interligações dos reservatórios de água cinza com a rede de esgoto

O extravasor e a saída para limpeza de cada um dos reservatórios de água cinza deverão ser ligados à rede de esgoto doméstico.

A figura 45 apresenta esquematicamente as ligações. Ambos extravasores e ambas saídas para limpeza devem ser ligadas a rede. Como a água pluvial é usada apenas para manter o nível mínimo, não existe a possibilidade de lançamento na rede de esgoto, a não ser que a boia apresente problemas de funcionamento.

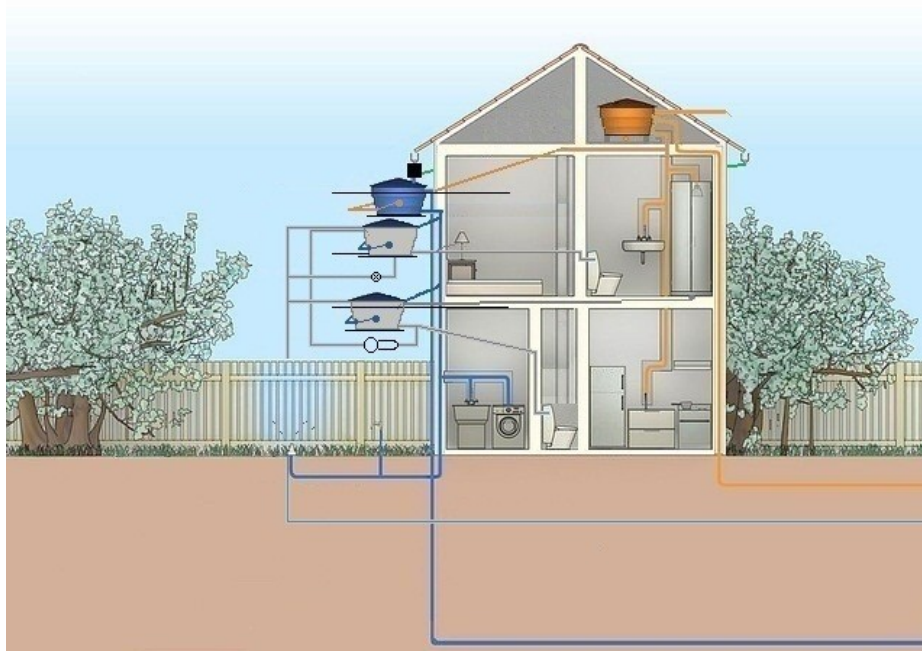


Figura 45. Tubulações de água cinza ligadas à rede de esgoto sanitário.

A figura 46 apresenta a configuração final do sistema integrado com 3 circuitos distintos.

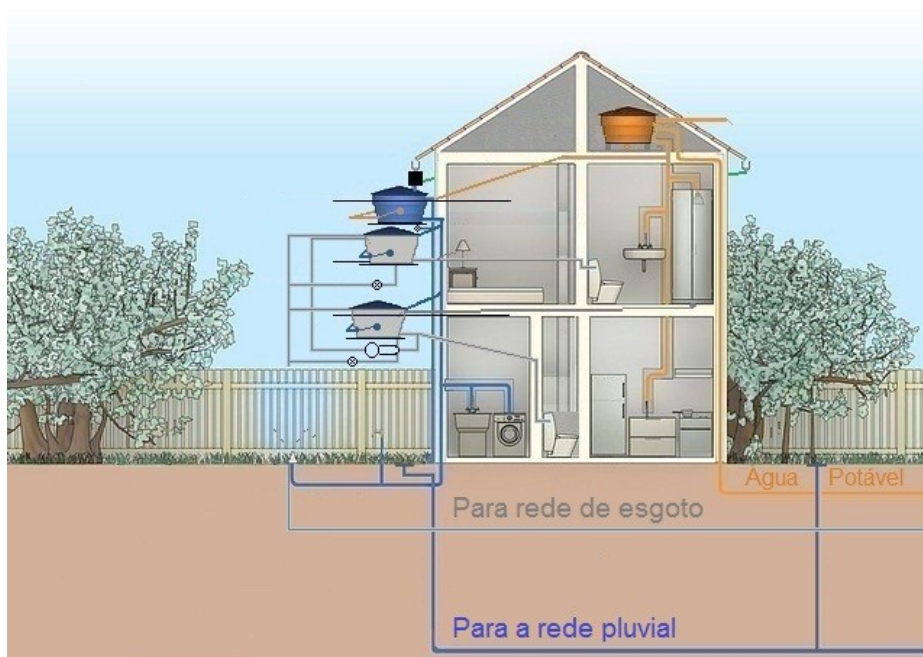


Figura 46. Configuração final do sistema integrado.

6 Discussão dos Resultados

Na figura 47 apresentam-se os 3 circuitos que formam a instalação hidro-sanitária otimizada.



Figura 47. Diagrama final da instalação hidro-sanitária otimizada.

Nenhum projeto encontrado durante a pesquisa contempla três circuitos distintos. Um projeto dessa natureza proporciona uma eficiência maior, por outro lado a sua execução é mais complexa e conseqüentemente mais cara.

A figura 48 ilustra uma situação imprópria de instalação apresentada em Gonçalves, (2009), pois a tubulação impede a abertura do reservatório para limpeza ou manutenção.



Figura 48. Captação de água pluvial. Fontes: UFBA e Alves *et al.*, 2008 apud Gonçalves 2009.

Comparando o esquema da figura 49 apresentada pela Sociedade do Sol, (2003), e o esquema da figura 50, fica visível a diferença entre as instalações. A execução do primeiro é mais fácil, porém a energia gasta para o bombeamento é maior uma vez que a altura a ser vencida é maior.



Figura 49. Sistema de reúso da água do chuveiro (Fonte: Sociedade do Sol, 2003).

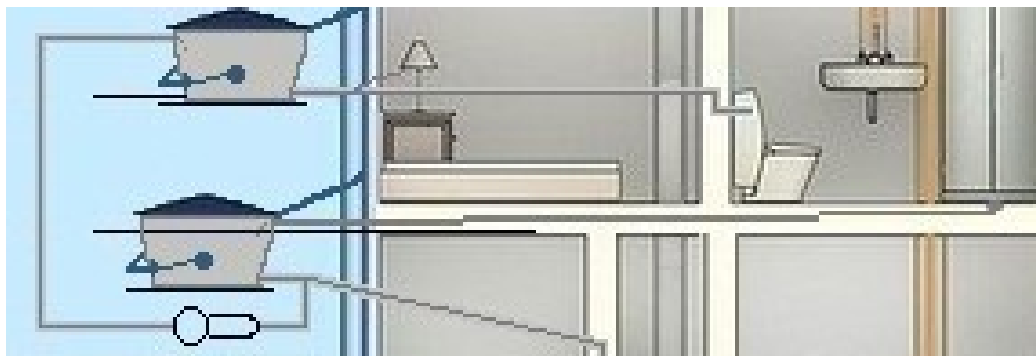


Figura 50. Sistema de reúso da água do chuveiro; detalhe da distância horizontal entre reservatórios.

Uso de energia alternativa para o bombeamento

Torna-se praticamente inevitável em sistemas alternativos de provimento de água em edificações, o uso de algum tipo de bombeamento devido à necessidade de pressurização adequada da rede de distribuição. Mesmo minimizando as distâncias, a necessidade externa de energia remete a alternativas ecologicamente corretas como, por exemplo, a energia solar. O custo inicial se paga com o passar do tempo com a economia no consumo de energia elétrica.

Impressão de manuais do sistema de reúso

A norma NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), estabelece a necessidade de confecção de manuais de operação de equipamentos de coleta, tratamento e armazenamento de esgoto. A água cinza bruta é considerada esgoto doméstico, se enquadrando, portanto nas especificações da norma.

Por sua vez, a coleta e armazenamento de água pluvial, também possui a previsão de manutenções, além de análises periódicas no que diz respeito à qualidade da água. Devido a esses fatores, um manual de operação e manutenção do sistema torna-se indispensável. No manual, devem constar todos os itens recomendados pelas normas, das quais se destacam:

- limpezas periódicas dos equipamentos;
- limpezas periódicas dos reservatórios;
- manutenções preventivas dos equipamentos;
- monitoramento da qualidade da água;
- monitoramento e manutenção da quantidade de cloro presente na água.

Identificação a acesso aos pontos de água não potável

As normas preveem o uso de cores diferenciadas nas tubulações que conduzem água não potável além de identificação escrita nos pontos de distribuição (lavanderia, torneira do jardim). Também deve ser dificultado o acesso de crianças às torneiras que disponibilizam água não potável, prevendo a instalação a uma altura fora do alcance.

Quantidade “suficiente” de água cinza

Um fator importante a ser considerado é a quantidade de água cinza a ser coletada e armazenada. Se por um lado, é desejável que todas as descargas dos vasos sanitários sejam feitas usando se apenas este tipo de água, por outro lado, não é interessante o acúmulo por um período muito longo para evitar entre outras possibilidades o surgimento de odores indesejáveis. Mesmo que a demanda e a capacidade de produção sejam bem dimensionadas na fase de projeto, as variáveis podem aumentar ou diminuir durante o período de utilização, surgindo a necessidade de ajustes no volume a ser armazenado, o que pode ser obtido com um extravasor com altura ajustável no reservatório superior de água cinza.

Ainda pode ser previsto a utilização de equipamentos eletromecânicos que possibilitem o descarte da água uma vez por dia, combinando como condições uma faixa de horário com o funcionamento do chuveiro.

7 Conclusões e recomendações

7.1 Conclusões

Para que um sistema que contemple tanto o reúso de água cinza quanto o aproveitamento de água de chuva é necessário seguir fielmente as recomendações das normas NBR 13.969/1997 e NBR 15527/2007 respectivamente, pois elas fornecem os parâmetros de qualidade das águas e indicam as normas necessárias para o projeto da instalação hidro-sanitária.

O projeto deve contemplar antecipadamente quantas pessoas irão ocupar a edificação e se for possível até algumas informações comportamentais, para determinar de forma mais exata a necessidade de água para cada finalidade;

Para a coleta de água pluvial, deve se observar o entorno, verificando a existência de elementos poluentes que possam comprometer a qualidade da água.

O sistema precisa de operador treinado para atender as exigências da norma. O operador necessita de acesso livre as instalações para realizar as manutenções e limpezas o que se torna um fator limitante para a localização dos equipamentos.

Levando se em consideração que a água fornecida pelas empresas públicas deve possuir pressão suficiente para alcançar o reservatório de um sobrado, não há necessidade de se prever bombeamento de água potável. Por sua vez, a coleta de água cinza somente pode ser realizada em pontos abaixo dos pontos de utilização, principalmente no caso da necessidade de prover todos os vasos sanitários com água de reúso. A necessidade de bombeamento reduz a possibilidade da viabilidade econômica, porém outros fatores, como, por exemplo, legislações que tornem obrigatório a utilização de águas de reúso nos vasos sanitários.

Outro fator importante é o percentual de economia de água. Esse fator implica diretamente na complexidade de execução do sistema. Tomando por exemplo, o reservatório de água pluvial. Quanto maior sua capacidade maior o custo de instalação. Caso a sua posição seja externa a edificação, existe a necessidade da construção de um suporte, que tem seu custo aumentado, proporcionalmente ao aumento da capacidade. Também deve ser considerada a necessidade de manutenção e para isso deve ser prevista uma forma segura, como a construção de uma plataforma para a permanência do operador. Caso a opção construtiva seja dentro do perímetro da construção, surge a necessidade de se reservar uma área para o reservatório, diminuindo a área útil da edificação.

Estimar o verdadeiro valor percentual da redução do consumo é muito difícil, pois é praticamente impossível determinar um padrão de distribuição de consumo. Tomando por

exemplo os valores estatísticos encontradas na bibliografia, o consumo de água para fins não potáveis varia de 19% a 49%, dependendo tanto de fatores construtivos quanto dos hábitos dos usuários. No projeto deve se buscar o máximo de economia para cada caso. É possível zerar o uso de água potável na descarga dos vasos sanitários usando apenas água de reúso. Os demais usos não potáveis já dependem de outros fatores, pois se for estabelecido apenas o uso de água pluvial, caso ocorra um período de estiagem longa, além da estimada em projeto, irá faltar água e será inevitável o uso de água potável. A dependência das precipitações pluviais pode ser reduzida caso seja utilizada água de reúso tratada adequadamente o que leva novamente a considerar a viabilidade em função da necessidade ou até da obrigatoriedade da economia de água.

7.2 Recomendações

Algumas recomendações para novas pesquisas em sistemas de reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais:

- Estudar a viabilidade econômica da implantação de sistemas de reúso de águas cinzas em conjunto com o aproveitamento de águas pluviais.
- Estudar formas de tratamento para as águas cinzas com a finalidade de uso em outras atividades mais nobres, como por exemplo, a lavagem de roupas.
- Estudar outras formas de desinfecção para águas cinzas e águas pluviais.
- Acompanhar o funcionamento de um sistema de reúso após a implantação.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 15527**: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ALVES NETO, J. A. **Comandos Elétricos de Motores**, 1998.

ARAGÃO A. L. **Desenhos**, 2010 Disponível em:
http://www.flickr.com/photos/desenhos_anna_luiza/4465323344/
Acesso em: junho 2012

BONI, Solange da S. N. **Gestão de água em edificações: formulação de diretrizes para o reúso de água para fins não potáveis** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP: 2009. 241p.

BUENO, Lara F., GALBIATTI, João A., BORGES, Maurício J. **Monitoramento de Variáveis de Qualidade da Água do Horto Ouro Verde - Conchal – SP**, *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.25, n.3, p.742-748, set./dez. 2005.

COLLADO T. A. C **Reúso de Água de Chuva passo a passo**, 2010 Disponível em:
<http://criasustentavel.blogspot.com.br/2010/10/reuso-de-agua-de-chuva-passo-passo.html>
Acesso em: junho 2012.

COZZA, A. **Soluções Ecológicas**, 2012 Disponível em:
<http://www.clareando.com.br/interno.asp?conteudo=solucoes>
Acesso em: junho 2012

CUNHA, Vanessa D. da. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reúso urbano**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade São Paulo. São Paulo, 2008. 106 p.

GONÇALVES, R.F (Coordenador). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009 352p.

_____. (Coordenador), **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Primeiros Dados do Censo 2010**. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em:
http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/index.php

Acesso em: junho 2012

SOUTO, W. A. **Apostila de Comandos Elétricos**, Gráfica CEFET-BA, 2004.

MAY, Simone. **Caracterização, Tratamento e Reúso de Águas Cinzas e Aproveitamento de Águas Pluviais em Edificações**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. 223p.

NOGUEIRA, P. F. **Escassez de água**. Disponível em:
http://www.uniagua.org.br/public_html/website/default.asp?tp=3&pag=reuso.htm
Acesso em: junho 2010.

OKAMURA E. K. **Economia de Água em Bacias Sanitárias**
Revista Ciências do Ambiente On-Line Fevereiro, 2006 Volume 2, Número 1.
Disponível em
<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/26/14>
Acesso em: junho 2012.

POLIANA. **Embalagens** 2010 Disponível em:
http://www.polianaplas.com.br/imagens/produtos/produtos_garrafoes_1.jpg
Acesso em: junho 2012.

SCHAEFER, J. **Contatos elétricos industriais** 2012 Disponível em:
<http://quadroeletrico.blogspot.com.br/2012/01/contatos-eletricos-industriais.html>
Acesso em: junho 2012.

SINDUSCON. **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo. Prol Editora Gráfica, 2005.

SOCIEDADE DO SOL, **Desenvolvimento Sustentável**, 2003 Disponível em:
www.sociedadedosol.org.br
Acesso em: junho 2012.

UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta**. Disponível em:
<http://www.uniagua.org.br>
Acesso em: junho 2012.

UOL ARQUITETURA, **Tire Suas Dúvidas**, 2010 Disponível em:
<http://caseimoveis.uol.com.br/tire-suas-duvidas/arquitetura/como-e-o-sistema-para-aproveitar-agua-da-chuva.jhtm>
Acesso em: junho 2012

URBANO, E. **Reúso de água**, 2011 Disponível em:
<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/reusodeagua/reuso-de-agua-do-banho.htm>
Acesso em: junho 2012