

PROJETO DE CAPTAÇÃO ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA PARA IRRIGAÇÃO A PARTIR DE SEU ARMAZENAMENTO

NERES, Roger Gonçalves¹
SARAÇOL, Gabriela Beck¹
ZÜGE, Eldo Timoteo Einhardt^{1*}
AZEVEDO, Letícia Fátima de²
CASSAL, Vivian Brusius²
KOPPER, Quelen²
MAGANO, Deivid Araujo²
PEREIRA RÊGO, Diogo Ricardo Goulart²
TRENTIN, Gustavo²
VOLK, Leandro Bochi da Silva²

RESUMO: Devido às mudanças climáticas nos últimos anos e o aumento na emissão de gás carbono os recursos naturais são de suma importância para a subsistência dos seres vivos no nosso planeta. Um dos mais importantes entre estes é a água mineral natural, que por muitos é considerada fonte inesgotável, porém, devido ao constante crescimento populacional e o avanço da agropecuária sobre as áreas de preservação permanente, tem sido drasticamente afetado o volume de água no mundo. Este projeto preconiza em suas integralidades alternativas duráveis e sustentáveis para sistemas de captação, armazenamento e reuso de água da chuva para irrigação de plantas em canteiros experimentais na área do campus do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai (IDEAU), Faculdade IDEAU –Bagé/RS.

Palavras-chave: Água mineral natural; Canteiros experimentais; Captação de água; Sistemas de irrigação..

ABSTRACT: Due to the abrupt changes in climate in recent years and the increase in the emission of Carbon dioxide, natural resources are of great importance for the survival of living beings on our planet, one of the most important of which is natural mineral water, which for many is considered an inexhaustible source, but due to the constant population growth and the advancement of agriculture and livestock in the areas of permanent Preservation, the volume of water in the world has been drastically affected. In this research we will present durable alternatives for the capture and reuse of rainwater for irrigation systems of plants in experimental beds in the area of the campus of the Institute of Educational Development of Alto Uruguay (IDEAU), Faculty IDEAU - Bagé / RS.

Key words: Experimental beds; Irrigation systems; Natural mineral water; Water collection.

Discentes do Curso Agronomia, Nível 8 2017/2 - Faculdade IDEAU – Bagé/RS.

² Docentes do Curso Agronomia, Nível 8 2017/2 - Faculdade IDEAU – Bagé/RS.

*eldozuge@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje existem grandes preocupações da sociedade em relação à conservação dos recursos da natureza. Dentre estes, a água é um dos mais preciosos recursos, se tornando indispensável para vida de todos. Cerca de 2/3 da superfície do planeta Terra são dominados pelos oceanos. O volume total de água na Terra é estimado em torno de 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, sendo que 97,5% deste volume é de água salgada, encontrada em mares e oceanos. Já 2,5% é de água doce, porém localizada em regiões de difícil acesso, como aquíferos (águas subterrâneas) e geleiras. Apenas 0,007% da água doce encontra-se em locais de fácil acesso para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera (UNIÁGUA, 2006).

O presente trabalho tem como objetivo elaborar um projeto sobre captação de água proveniente da chuva, instalação de calhas, cisternas para armazenamento e sistema de distribuição que melhor se adapte as condições estruturais dos diferentes canteiros experimentais da Faculdade IDEAU de Bagé, bem como o tipo de irrigação mais adequada a estas áreas com suas respectivas demandas, buscando a durabilidade do sistema e minimização de custos em sua implantação. Além de unir conhecimentos das diferentes disciplinas ofertadas na grade curricular do oitavo semestre do curso de agronomia do Instituto de Desenvolvimento Educacional de Bagé, Faculdades IDEAU de Bagé/ RS.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial Teórico

2.1.1 Água de Chuva e seus Usos

A quantidade de chuva que precipita em alguma região com a capacidade de armazená-la determinou, ao longo da história, a possibilidade de civilizações perdurarem em algum lugar fixo, distante de recursos hídricos. Pode-se dizer que sempre houve o aproveitamento da água

de chuva, mas o documento mais antigo de que se tem notícia é a pedra Moabita, datada de 830 aC, que foi achada na antiga região de Moab perto de Israel.

Hoje, os motivos que levam a decisão de se utilizar água de chuva, conforme Tomaz (2003) são:

- a) conscientização e sensibilidade da necessidade da conservação da água;
- b) região com disponibilidade hídrica baixa;
- c) elevadas tarifas de água das concessionárias públicas;
- d) a racionalidade do uso da água tratada apenas para consumo humano;
- e) retorno dos investimentos (*payback*) muito rápido;
- f) instabilidade do fornecimento de água pública;
- g) exigência de lei específica;
- h) locais onde a estiagem é frequente;

2.1.2 Sistema de Coleta e Aproveitamento de Água da Chuva

De acordo com o manual da ANA/FIESP & Sindus Con -SP (2005), a metodologia básica para projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água de chuva envolve as seguintes etapas:

- a) determinação da precipitação média local (mm/mês);
- b) determinação da área de coleta;
- c) determinação do coeficiente de escoamento;
- d) projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc.);
- e) projeto do reservatório de descarte;
- f) escolha do sistema de tratamento necessário; f) escolha do sistema de tratamento necessário;
- g) projeto da cisterna;
- h) caracterização da qualidade da água pluvial;

i) identificação dos usos da água (demanda e qualidade).

Conforme Leal (2000), o sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais funciona da seguinte maneira: a água é coletada de áreas impermeáveis, normalmente telhados. Em seguida, é tratada e armazenada em reservatório de acumulação, que pode ser apoiado, enterrado ou elevado e ser construído de diferentes materiais como: concreto armado, blocos de concreto, alvenaria de tijolos, aço, plástico, poliéster e polietileno.

A norma NBR 15527/2007 também aborda o sistema de coleta e aproveitamento: concepção do sistema de aproveitamento de águas pluviais, calhas e condutores, reservatórios de descarte (reservatório utilizado para coletar a água de escoamento inicial) e reservatório de águas pluviais (reservatório utilizado para a acumulação das águas pluviais), instalações prediais, qualidade da água, bombeamento e manutenção do sistema.

Simplificadamente, o sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva pode ser representado conforme a Figura 1.

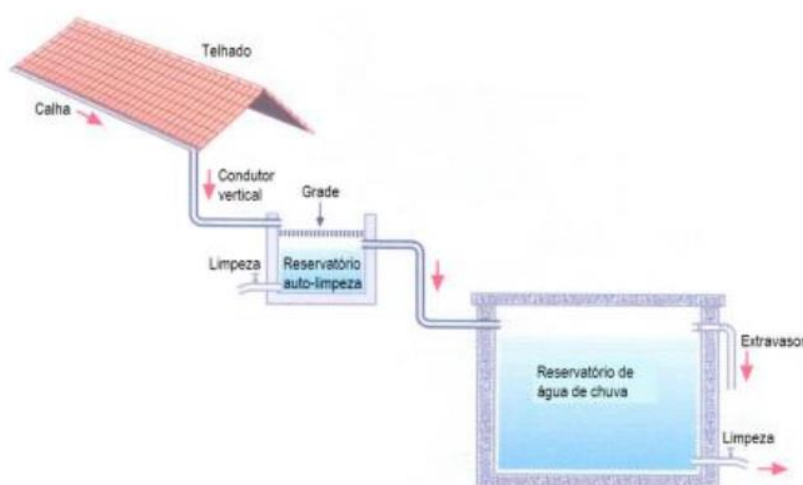


Figura 1- Sistema de coleta e aproveitamento de águas
Fonte: TOMAZ (2003)

2.1.3 Captação da Água

Existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois estes possibilitam reduzir o consumo de água potável diminuindo os custos de água fornecida pelas companhias de abastecimento, além de minimizar riscos de enchentes e preservar o meio ambiente reduzindo a escassez de recursos hídricos (MAY, 2004).

Conforme os dados apresentados por Tomaz (2003), os usos não potáveis de água para rega de jardins, lavagem de carros e descargas em bacias sanitárias somam em torno de 50% da demanda total de água em uma residência, percentual representativo e que pode ser suprido por um sistema de aproveitamento de água pluvial. O sistema utiliza telhados como superfícies responsáveis pela captação da água da chuva, a qual é conduzida através de calhas para o seu posterior armazenamento em reservatórios. De acordo com Carvalho et al. (2007), o adequado dimensionamento do reservatório de armazenamento é de fundamental importância para a viabilidade técnico e econômica da implantação de um sistema de aproveitamento da água de chuva.

2.1.4 Calhas e Condutores

A manutenção e limpeza do sistema de captação e armazenamento influenciarão diretamente na eficiência do mesmo. Essa manutenção permitirá que se evitem entupimentos e os riscos de contaminação serão reduzidos.

Com relação ao dimensionamento das calhas (quando houver necessidade) e condutores, deve ser feito, conforme Werneck (2006), como em qualquer edificação, considerando a intensidade pluviométrica da região, com base nos índices pluviométricos de volume precipitado e período de retorno, seguindo as normas da ABNT (NBR 10844).

Para a NBR 10844/89, as calhas devem ser feitas de chapas de aço galvanizado, (NBR 7005, NBR 6663), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.

Os condutores verticais, devem ter tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento, PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cobre, chapas de aço galvanizado (NBR 6663, NBR 7005), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro.

Nos condutores horizontais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento (NBR 8056), PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cerâmica vidrada (NBR 5645), concreto (NBR 9793, NBR 9794), cobre, canais de concreto ou alvenaria.

Para que não ocorra transbordamento de água é necessário que seja feito o correto dimensionamento das calhas e a especificação de um número adequado de coletores verticais, para que o sistema opere com a eficiência esperada e não traga problemas tanto a estrutura quanto aqueles que dependerão desse sistema.

2.1.5 Reservatório

O reservatório é componente do sistema responsável pelo armazenamento da água da chuva captada. Além de ser responsável por aproximadamente 50 a 60% do custo total do sistema, sem considerar o tratamento da água, o tipo de reservatório pode interferir na qualidade da água armazenada (DE PAULA, 2005).

2.1.6 Tipos de sistema de coleta de chuva

De acordo com Herrmann e Schmidt (1999) apud Annechini (2005), destacam-se as seguintes formas de sistema de coleta de chuvas: Sistema de Fluxo Total, Sistema com derivação, Sistema com Volume Adicional de Retenção e Sistema com Infiltração no Solo.

2.1.6.1 Sistema com derivação

Neste sistema, uma derivação é instalada na tubulação vertical de descida da água da chuva, com o objetivo de descartar a primeira chuva, direcionando-a ao sistema de drenagem. Este sistema é também denominado de sistema auto-limpante. Em alguns casos, instala-se um filtro ou uma tela na derivação, assim a chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem, conforme Figura 2.



Figura 2 - Sistema com Derivação

Fonte: Herrmann e Schmidt (1999) apud Annechini (2005))

Qualquer que seja a técnica, os componentes principais do sistema de aproveitamento da água da chuva são: a área de captação, telas ou filtros para remoção de materiais grosseiros, como folhas e galhos, tubulações para a condução da água e o reservatório de armazenamento.

2.1.7 Utilização da Água

A utilização da água da chuva vem sendo considerada como uma fonte alternativa de água, para fins potáveis ou não potáveis, dependendo da necessidade e da qualidade desta. Pode-se inserir atualmente o aproveitamento da água da chuva nos sistemas de gestão integrada de águas urbanas. 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 (PROSAB, 2006).

A qualidade da água da chuva pode ser diferenciada em quatro etapas: a primeira etapa é a qualidade da chuva antes de atingir o solo; na segunda etapa é a qualidade da chuva depois de se precipitar sobre o telhado ou área impermeabilizada e correr pelo telhado; a terceira etapa é quando a água de chuva fica armazenada em um reservatório e tem a sua qualidade alterada e depositam-se elementos sólidos no fundo do mesmo e a água está pronta para utilização; na quarta etapa a água chega ao ponto de consumo, como por exemplo, a descarga na bacia sanitária (TOMAZ, 2003).

2.1.8 Tipos de Irrigação

A irrigação é uma técnica que tem como objetivo suprir as necessidades hídricas de uma área plantada em decorrência à baixa disponibilidade hídrica ou a má distribuição das chuvas. Os métodos de irrigação utilizados na agricultura são: Irrigação superficial, localizada e a aspersão.

A irrigação localizada é aplicada na área ocupada pelas raízes das plantas, formando um círculo molhado ou faixa úmida. Essa técnica costuma ser aplicada na produção de frutíferas.

No sistema por gotejamento aplica-se água em apenas parte da área, reduzindo assim a superfície do solo que fica molhada, exposta às perdas por evaporação. Com isto, a eficiência de aplicação é maior e menor consumo de água. Os emissores utilizados neste sistema podem ser gotejadores ou microaspersores.

Tendo como vantagens baixo custo de mão-de-obra e de energia, elevada eficiência de aplicação, facilidade e eficiência na aplicação de fertilizantes com a fertirrigação, grande adaptação aos diferentes tipos de solo, mantém o solo uniformemente úmido e com oxigênio, onde o vento e a declividade do terreno não limitam a irrigação. E, em suas desvantagens o alto custo inicial devido à grande quantidade de tubulações utilizadas e por ser susceptível ao entupimento dos orifícios de saída de água. E também a diminuição da profundidade das raízes devido à constante disponibilidade de água, podendo diminuir a estabilidade da planta.

2.1.9 Licenciamento Ambiental

Conforme resolução do CONAMA nº 284 de 30 de agosto de 2001, os empreendimentos de irrigação podem causar modificações ambientais e, por isso, estão sujeitos

ao licenciamento ambiental. De acordo com o artigo primeiro da referida resolução, deve ser classificada em categorias, de acordo com a dimensão efetiva da área irrigada, por propriedade individual, e o método de irrigação empregado, conforme tabela a seguir:

Quadro I - Classificação dos projetos de irrigação pelo método empregado e dimensão efetiva da área irrigada, por propriedade individual

	ÁREA IRRIGADA / CATEGORIA				
Método de irrigação empregado	Área < 50 ha	50 ha a 100 ha	100 ha a 500 ha	500 ha a 1000 ha	Área > 1000 ha
Aspersão	A	A	B	C	C
Localizado	A	A	A	B	C
Superficial	A	B	B	C	C

No artigo Segundo está determinado que os “empreendimentos de irrigação deverão ser licenciados pelo órgão ambiental competente, devendo ser prestadas todas as informações técnicas, respectivas, na forma da legislação ambiental vigente e do disposto nesta Resolução”.

O procedimento de licenciamento deve ser iniciado por um cadastro junto ao órgão ambiental licenciador que estabelecerá os critérios e procedimento para cadastramento. De acordo com o artigo quarto, “o órgão ambiental licenciador, no exercício de sua competência e controle, expedirá Licença Prévia LP, Licença de Instalação LI e a Licença de Operação LO, para os empreendimentos de irrigação”.

2.1.10 Culturas para parâmetro

2.1.10.1 Milho (*Zea mays*)

A duração total do ciclo da cultura do milho inicia desde a data da semeadura até sua maturação fisiológica, ocasião esta em que praticamente termina o processo de senescência pela planta e encerra-se a absorção de água pelas raízes. No entanto, essa duração é variável de acordo com a cultivar (normal, precoce, superprecoce) e as condições climáticas. Normalmente um mesmo tipo de material pode alongar ou encurtar o ciclo dependendo da demanda evaporativa conforme o ambiente à qual a cultura está exposta, sendo assim quanto maior demanda evaporativa tende-rá ao encurtamento do ciclo e/ou vice-versa.

Ao longo do ciclo total da cultura objetivando a produção de grãos ou sementes secas, têm-se por base as culturas do milho, sorgo e milheto. Dividindo as fases de seus respectivos ciclos, onde cada expressa uma característica referente ao estágio de desenvolvimento da cultura, Ex; 1, 2, 3 e 4 correspondendo assim respectivamente, a 17%, 28%, 33% e 22% do ciclo total. Além disso, as fases 1, 2 e 4 foram subdivididas equidistantemente em mais três (a, b e c), visando melhorar a acurácia na estimativa da profundidade efetiva do sistema radicular (Z) nas fases 1 e 2, assim como na estimativa dos coeficientes de cultura (Kc) nas fases 2 e 4, tendo em vista que Z e Kc variam com o tempo nessas respectivas fases.

A cultura do milho objetivada a produção de silagem tem a duração da fase 4 como uma parcial podendo ir de 7% até 22% conforme sua finalidade. Se o objetivo da produção for milho verde/milho doce ou minimilho, a fase 4 é inexistente e a duração da fase 3 é parcial (27% e 8%, respectivamente). O sorgo silageiro segue o mesmo critério da cultura do milho para silagem. Mesmo que a presente metodologia indique uma data de irrigação, é importante também saber que, para qualquer uma das três culturas o objetivo é a obtenção de grãos secos, devendo-se, assim, suspender a irrigação logo que a cultura atinja a maturação fisiológica, o que na prática é evidenciada pela formação da chamada “camada preta” dos grãos.

2.1.10 Capacidade de Armazenamento de Água pelo Solo

Considerando o solo como um componente do sistema que tem como função armazenar água para a cultura, foram consideradas 3 opções de condição de solo, segundo a sua capacidade máxima de armazenamento (alta - 60 mm; média - 40 mm e baixa - 20 mm). Esses valores são as lâminas que podem ficar armazenadas entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) numa profundidade de 40 cm do perfil do solo. No presente caso, adotou-se um coeficiente de esgotamento (f) igual a 0,6 (ou seja, pode ser consumida até 60% da água armazenada no solo), prevendo-se o conteúdo de água no solo não se aproximar muito do PMP e causar algum déficit hídrico à cultura. Nas fases 1 e 2 do ciclo da cultura considerou-se esse valor variar em função do crescimento radicular, partindo-se de 5 cm (profundidade de semeadura), para o milho, e 2,5 cm, para o sorgo e milheto, no início da fase 1, e crescendo linearmente até atingir 40 cm, logo no início da fase 3. A escolha desse fator originou o turno de irrigação (intervalo entre irrigações) para cada uma das 4 fases e respectivas subfases a, b e c das fases 1, 2 e 4.

No caso do milho cultivado como minimilho ou milho verde/milho doce, nas fases 3 e 3b, considera-se respectivamente o f igual a 0,3, de modo a manter o solo com umidade mais elevada, para favorecer o prolongamento do período de colheita.

2.1.10.1 Lâmina Bruta de Irrigação

Deve-se frisar que a lâmina bruta de irrigação (que é a que realmente deve ser aplicada) é obtida pela divisão da lâmina líquida pela eficiência de irrigação (em decimal), que é função do sistema de irrigação utilizada pelo irrigante. Como referência foram seguintes valores de acordo com o sistema:

Irrigação Localizada:

Gotejamento 0,75 a 0,90

Microaspersão 0,70 a 0,85

2.1.10.2 Trevo Branco (*Trifolium repens* L.)

O Trevo- Branco é uma planta herbácea e grande notoriedade cosmopolita. Sua história e presença de diversas formas indicam que o trevo-branco seja originário dos países do Leste do Mediterrâneo ou da Ásia Menor. A dispersão para outros continentes foi rápida e aparentemente associada com a colonização e presença de animais domésticos em sistemas onde o pastejo dá-se por base da alimentação e nutrição dos mesmos. Constitui-se atualmente como componente de flora em todos os continentes mundiais, atestando assim a sua ampla distribuição. No ocidente a sua presença estende-se desde o Alasca até o extremo sul da América do Sul (GIBERSON E HOLLOWELL, 1966).

O trevo-branco é a mais importante leguminosa semeada em consórcio com gramíneas em pastagens de clima temperado (FRAME e NEWBOULD, 1986), destacando-se pela alta produção de forragem e elevado valor nutritivo (DALL'AGNOL et al., 1982). A espécie é particularmente valorizada para uso sob lotação contínua, pois é adaptada para produzir sob condições de desfolhação intensa, incrementando a palatabilidade e o teor de proteína da forragem colhida pelos animais.

2.1.10.3 Características morfológicas

O trevo-branco é uma leguminosa perene e estolonífera. Suas folhas são compostas por folíolos ovais e glabros, com margens denteadas e mancha esbranquiçada em forma de meia lua na face superior da folha. A inflorescência é um capítulo com muitas flores (50 a 200) brancas ou rosadas. Possui sementes muito pequenas de cor limão-pálido, com 1 a 1,5 mm de comprimento e 0,9 a 1,0 mm de largura. Há aproximadamente 1.374.000 a 1.764.000 sementes por kg (PEDERSON, 1995). Em pastagens permanentes as plantas de trevo-branco persistem, de forma geral, na forma de um estolão principal ou planta-mãe com crescimento predominantemente apical (Chapman, 1983). Em climas temperados, o trevo-branco é um exemplo clássico de uma espécie clonal que se reproduz vegetativamente, com mínima dependência sobre a reprodução sexual (CHAPMAN, 1987).

2.1.10.4 Características agronômicas

De clima temperado e subtropical, o trevo-branco não resiste a altas temperaturas e é razoavelmente tolerante à geada e ao sombreamento. A temperatura adequada para o crescimento está entre 20 e 25°C. De forma geral, apresenta um crescimento mais lento do que as gramíneas de clima temperado em temperaturas abaixo de 10°C, e mais rápido em temperaturas acima de 20°C.

Temperatura do solo abaixo de 5°C é a principal causa do crescimento lento das raízes do trevo-branco (KESSLER et al., 1994). Tolerância moderada, mas não severa (Hutchinson et al., 1995). Não obstante, a recuperação do trevo pode ser rápida depois do término da seca (APARICIO-TEJO et al., 1980).

O trevo-branco não é uma leguminosa pioneira, mas adaptada a boas condições de fertilidade de solo (Sears, 1953). Também é exigente em fósforo e para sua implantação é fundamental realizar inoculação. Esta leguminosa é geralmente mais sensível do que as gramíneas às deficiências de fósforo e potássio (Rangeley e Newbould, 1985) e muito sensível à acidez do solo (HELYAR ; ANDERSON, 1971).

O pH ótimo para o crescimento do trevo-branco é próximo de 6,0, e o limite crítico de pH é 5,0. Segundo Bailey e Laidlaw (1999), o aumento do pH do solo de 5,4 para 6,1 resultou na duplicação da produção do trevo-branco. Pode apresentar, ainda, baixa nodulação em solos muito ácidos. Porém, desde que as plantas estejam efetivamente inoculadas, o trevo-branco persiste e produz bem. (CARVALHO et al., 2008)

Material e métodos

O presente estudo foi conduzido na Faculdade de Agronomia do Instituto de Desenvolvimento Educacional de Bagé, Faculdade IDEAU de Bagé/ RS.

A pesquisa foi realizada com uma metodologia voltada a um estudo de caso com características predominantemente qualitativas. Este tipo de pesquisa oferece a facilidade de se trabalhar com um grupo específico de informações. A pesquisa apresentou-se sempre bem

delimitada, com interesse próprio, singular, mesmo que mantenha semelhanças com outros casos ou situações. Buscou relatar a realidade de forma ampla, descobrindo novos dados, levantando hipóteses e alternativas.

Dimensionamento do Reservatório para coleta de Água de Chuva

O correto dimensionamento do reservatório é fundamental para o sucesso do sistema, isto porque, segundo Tomaz (2003), o reservatório pode representar entre 50% a 85% do custo total do sistema de reuso de água da chuva.

Para o dimensionamento foi utilizado o método da simulação:

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t)$$

Sendo que: $0 \leq S(t) \leq V$

$Q(t)$ = C x precipitação da chuva (t) x área de captação;

$Q(t)$ = o volume de chuva no tempo final;

$S(t)$ = volume de água no reservatório no tempo final;

$S(t-1)$ = é o volume de água no reservatório no tempo inicial;

$D(t)$ = consumo ou demanda no tempo final;

V = volume do reservatório fixado;

C = coeficiente de escoamento superficial.

O reservatório foi fixado em 20 mil litros.

CAIXAS-D'ÁGUA 20.000 litros em Fibra de Vidro

Base:2,45m, boca:3,35m, altura do conjunto:3,50m, tampa:30cm,

270kg, variação:10cm,exp.mínima: 6mm.

A caixa d'água de fibra de vidro é um recipiente monolítico produzido em poliéster insaturado de elevada resistência mecânica e química. Sua tampa de inspeção da caixa d'água é fechada com parafusos galvanizados, oferecendo assim perfeita proteção ao conteúdo interno. A caixa de fibra é constituída de materia tóxica e conforme a legislação vigente, possui tratamento anti- crescimento de algas. E assim pode ser esterilizada apenas com vapor d'água. Por ser semi-isotérmica a troca de calor com o ambiente externo é bastante reduzida. A caixa

de fibra não requer manutenção interna ou externa e quando cheia não deverá ser movimentada de uma local para outro, pois trata-se de um container estacionário. A caixa d'água vem pronta para uso imediato, sendo de fácil manuseio e transporte. Quando instalada deverá ser colocada em base plana e nivelada, sem frestas (Figura 3).

CAPACIDADE	A*	B*	C*	D*	E*
20.000L	0,52	3,80	2,30	3,02	4,32
18.000L	0,52	3,50	2,30	3,02	4,02
15.000L	0,52	3,05	2,30	2,90	3,57
12.000L	0,52	2,48	2,30	2,90	3,00
10.000L	0,49	2,13	2,30	2,84	2,62
8.000L	0,49	1,76	2,30	2,84	2,25
7.000L	0,49	1,56	2,30	2,67	2,05
6.000L	0,49	1,37	2,30	2,67	1,86
5.000L	0,37	1,67	1,82	2,27	2,04
4.000L	0,37	1,40	1,82	2,27	1,77
3.000L	0,25	1,45	1,52	1,90	1,70
2.500L	0,25	1,20	1,52	1,90	1,45
2.000L	0,24	1,35	1,26	1,66	1,59
1.500L	0,24	1,00	1,26	1,66	1,24
1.000L	0,19	0,81	1,20	1,44	1,00
500L	0,16	0,60	1,00	1,21	0,76

* em metros



Figura 3: Foto caixa de água de fibra de 20.000 litros e tabela sugeridas para instalação do projeto

Fonte: <http://glassmar.com.br/caixa-d-agua-fibra>; acessado em: 17/10/2017, 16:24 horas.

Estimativa de volume de água da chuva que pode ser captado

O volume de chuva que poderá ser captado depende dos níveis pluviométricos da região, da área de captação e da superfície da área de captação, aplicando a equação $V = A \times P \times C$

Onde: V = volume de água de chuva a ser captado (m^3),

A = área do telhado (m^2),

P = precipitação anual na região (mm/ano)

C = coeficiente de escoamento + perdas. O valor adotado é 0,75.

Área de captação do telhado

Consideramos que o telhado para captação de chuva é de: $10m \times 52m = 520m^2$

O volume estimado de água da chuva a ser captado pela média anual da região, na área do telhado (520m²) será de: $V = 520 \times 1299,9 \text{ mm/ano} \times 0,75 = 675948$ litros por ano.

Área a ser irrigada



Figura 4: Imagem de satélite da Faculdade IDEAU- Bagé/RS.

Fonte: Google Earth Pro: acessado em 07/09/2017, 14:05 horas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume de chuva a ser captado está correlacionado com o índice pluviométrico da região da área de captação e superfície da área de captação. Os procedimentos para instalação deste tipo de estrutura devem sempre ser procedidos com as orientações técnicas para garantir sucesso no investimento.

O calculo de volume do reservatório é necessários obter os dados da chuva. Optou-se, por segurança, utilizar uma série longa com registros diários de dados consistidos de precipitações.

Segundo a classificação climática do estado do Rio Grande do Sul (CAMARGO, 1991) e conforme mostra o histórico da região em questão enquadra-se no tipo fundamental TE SB v. A temperatura média anual fica compreendida entre 16 a 19 °C enquanto a temperatura média do mês mais frio é inferior a 13°C. A precipitação média anual é de 1299,9 mm para os últimos trinta anos.

Área de demanda

A área total dos canteiros é de: denominada **área 1(A1)** com 1542 m², **área 2(A2)** com 532 m² e 1743m² **área 3(A3)**.

Para cálculos seguiu-se a metodologia de (MANTOVANI, et. al., 2009), para os parâmetros de irrigação.

Quadro II- Média da evapotranspiração potencial – ETP (mm) acumulada mensal, estacional e anual na região Sul do Brasil.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Bagé – INMET	132	107	97	62	40	28	28	39	45	58	90	121

Fonte: INMET 1961-1990

Quadro IV - Precipitação normal para Bagé média dos últimos 30 anos.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Bagé – INMET	107,5	113,9	105,6	83,3	87,5	96,1	136	109	139,1	132,1	95,7	99,1

Fonte: INMET Brasil 1961-1990

Quadro V - Precipitação normal, área de captação e total de chuva captada pelo telhado.

Precipitação do período (mm) XÁrea de captação (m²)=Total de chuva(mm)			
Janeiro	107,5	520,0	55900
Fevereiro	113,9	520,0	59228
Março	105,6	520,0	54912
Abril	83,3	520,0	43316
Maio	87,5	520,0	45500
Junho	96,1	520,0	49972
Julho	136	520,0	70720
Agosto	109	520,0	56680
Setembro	139,1	520,0	72332
Outubro	132,1	520,0	68692
Novembro	95,7	520,0	49764
Dezembro	99,1	520,0	51532
		Total	55900

Quadro VI - Demanda de água das diferentes áreas.

Meses Do Ano	Evapot. Mensal (mm)	Área 1 (m²)	Total demandado área 1 (litros)	Área2 (m²)	Total demandado Área 2 (litros)	Área 3 (m²)	Total Demandado Área 3 (litros)	Kc Milho (mm)	Kc Trevo Branco (mm)
Jan	132	1542	203544	532	70224	1743	230076	158	132
Fev	107	1542	164994	532	56924	1743	186501	128	86
Mar	97	1542	149574	532	51604	1743	169071	116	78
Abr	62	1542	95604	532	32984	1743	108066	74	50
Mai	40	1542	61680	532	21280	1743	69720	48	32
Jun	28	1542	43176	532	14896	1743	48804	XX	22
Jul	28	1542	43176	532	14896	1743	48804	XX	22
Ago	39	1542	60138	532	20748	1743	67977	XX	31
Set	45	1542	69390	532	23940	1743	78435	XX	36
Out	58	1542	89436	532	30956	1743	101094	70	58
Nov	90	1542	138780	532	47880	1743	156870	108	90
Dez	121	1542	186582	532	64372	1743	210903	145	121
Total Anual			1306074		450704		1476321	1016	758

Quadro VII - Capacidade de armazenamento, demandas das áreas e déficit e excesso de água durante os meses do ano.

Mês Do Ano	Área 1 – Demanda da área de Evapo transpiração potencial(m²)	Total demandado área 1 (litros)	Área2 - Trevo Branco (m²)	Total demandado Área 2 (litros)	Área 3 - Milho (m²)	Total Demandado Área 3 (litros)	Demanda total de irrigação (litros)	Produção de água do telhado (litros)	Déficit ou excesso de armaze namento (litros)
Jan	1542	37779	532	13034	1743	88022	138835	55900	-82935
Fev	1542	0	532	0	1743	24576	24576	59228	34652
Mar	1542	0	532	0	1743	18127	18127	54912	36785
Abr	1542	0	532	0	1743	0	0	43316	43316
Mai	1542	0	532	0	1743	0	0	45500	45500
Jun	1542	0	532	0	1743	0	0	49972	49972
Jul	1542	0	532	0	1743	0	0	70720	70720
Ago	1542	0	532	0	1743	0	0	56680	56680
Set	1542	0	532	0	1743	0	0	72332	72332
Out	1542	0	532	0	1743	0	0	68692	68692
Nov	1542	0	532	0	1743	21439	21439	49764	28325
Dez	1542	33769,8	532	11650,8	1743	80004	125424	51532	-73892
Total Anual		71548,8		24684,8		232168	328401	678548	350147

No dimensionamento e distribuição do sistema de irrigação a pressão da coluna de água será suficiente para distribuição da água adequadamente para as áreas de cultivo. Para distribuição será necessárias tubulações com 3 polegadas de diâmetro na linha principal e tubos gotejadores com vazão de 2,8 litros por hora com espaçamento de 0,5 metros entre gotejadores.

4 CONCLUSÃO

É necessária a instalação de no mínimo oito caixas de água de vinte mil litros, para armazenar a água captada e disponibilizar para o sistema de irrigação nos períodos em que as chuvas não suprem a demanda nos meses de dezembro e janeiro.

Para o sistema de irrigação será necessário aquisição de cento e vinte e quatro metros de canos com 3 polegadas, sete mil quatrocentos e vinte e dois metros de mangueiras com gotejadores ou microaspersores, redutores, mais curvas, "T", registros para tubulação maior e saídas para as linhas. Para irrigar as três áreas de instalação dos canteiros experimentais mencionadas no presente trabalho.

Os procedimentos para instalação deste tipo de estrutura devem sempre ser procedidos com as orientações técnicas para garantir sucesso no investimento.

REFERÊNCIAS

ANA; FIESP; SINCUSCON-SP. **Conservação e reuso de água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica. 2005.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. 124f.

BELTRÃO, et al. **Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.6 no.3. Campina grande, 2002

GLASSMAR, **Caixa de água de fibra para armazenamento**,
<http://glassmar.com.br/caixa-d-agua-fibra>; acessado em:17/10/2017, 16:24 horas.

CAMARGO, K. J. **Água de Chuva Captada para Armazenamento em Cisternas Rurais com Sistema de Pré – Limpeza**. Anais da 9ª Conferência Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva. Petrolina, Brasil. 1999.

CARVALHO, G. S., OLIVEIRA, S. C., MORUZZI, R. B. **Calculo do volume de reservatório de sistema de aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos para aplicação em residência unifamiliar**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS: DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO, 10. São Carlos. 2007

CARVALHO, P. C. F., SANTOS, D. T.; GONÇALVES, E. N.; MORAES, A.; NABINGER, C. **FORRAGEIRAS DE CLIMA TEMPERADO**.

DE PAULA, H. M. **Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia: avaliação da qualidade da água em função do tempo de detenção no reservatório**.



Mestrado em Engenharia Civil – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2005.

GIBSON, P.B.; HOLLOWELL, E.A. **White clover**. In: **Agriculture handbook**. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, 1966. 33p (AgricultureHandbook, 314)

GONCALVES, R.F. (Org.). **Uso racional da água em edificações**. Prosab-Finep Edital 4. Rio de Janeiro: Abes, 2006.

IRRIGAÇÃO, **Culturas do milho, sorgo e milheto irrigados, Manejo da Água**
<file:///K:/Embrapa%20Milho%20e%20Sorgo.html>. Acessado em 27/10/2017.

LEAL, U. **Ciclo da água na edificação**. Técnica, n. 48, v. 9, p. 45-6, set/out, 2000.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3 ed. atual. – Viçosa: Ed. UFV, 2009. 355p.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais, 1989.

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

NBR 15527: Água de chuva -Aproveitamento de em coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis -Requisitos. 2007.

NBR 15527: aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não

Normas Climáticas do Brasil1961-1990 / Organizadores: Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes.Brasilia, DF; INMET, 2009. 465p.

PRELA, Angélica. **Física do Ambiente Agrícola**. Revista Jardinagem nº 27, SP, 2007. Disponível em www.jardimdeflores.com.br/JARDINAGEM.

PROSAB, **Uso Racional da Água em Edificações** / Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Rio de Janeiro: ABES, 2006.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 284, de 30 de agosto de 2001, disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=28>, acessado em 25/10/17

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento da Água de Chuva**. São Paulo: Navegar, 2003



Um novo conceito na formação!



INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO
EDUCACIONAL DE BAGÉ
FACULDADE IDEAU DE BAGÉ



UNIÁGUA. **Universidade da água. Água no Planeta.** Disponível em:
<http://www.uniagua.org.br>, acessado em 27/10/2017.

WERNECK, C. F. **Construção e Recuperação de Cisternas e Nascentes.** Coleção Quem Sabe Faz. Saúde 2, ed. UFMG, Belo Horizonte-MG, 2206. 97p.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALEMEDA, I. R. de (editores técnicos) **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Floresta, 2011. 1 atlas (336p.):