

Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sudeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 122

Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal

Julio Cesar Pascale Palhares

Autor

Embrapa Pecuária Sudeste
São Carlos, SP
2016

Embrapa Pecuária Sudeste

Rod. Washington Luiz, km 234
13560 970, São Carlos, SP
Caixa Postal 339
Fone: (16) 3411- 5600
Fax: (16): 3361-5754
www.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Alexandre Berndt
Secretária-Executiva: Simone Cristina Méo Niciura
Membros: Maria Cristina Campanelli Brito, Emilia M. P. Camarnado
Milena Ambrosio Telles, Mara Angélica Pedrochi

Normalização bibliográfica: Mara Angélica Pedrochi
Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito
Foto(s) da capa: Julio Palhares

1ª edição

1ª edição on-line (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pecuária Sudeste

Palhares, Julio Cesar Pascale

Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal. — [Recurso eletrônico]/Palhares, Julio Cesar Pascale. — Dados eletrônicos. — São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Word Wide Web: <http://cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicação/documentos122.pdf> >

Título da página na Web (acesso em 10 de agosto de 2016).

32p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 122; ISSN: 1980-6841).

1. Uso da água. 2. Aproveitamento da água. 3. Água armazenada – qualidade. 4. Água da chuva - tratamento. I. Palhares, Julio Cesar Pascale. II. Título. III. Série.

CDD: 333.9116

© Embrapa 2016

Autores

Julio Cesar Pascale Palhares

Zootecnista, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste,
São Carlos, SP,
julio.palhares@embrapa.br

Sumário

1. Introdução	7
2. Aspectos do sistema de aproveitamento de água da chuva	9
3. Cálculo do tamanho da cisterna.....	12
4. Qualidade da água armazenada na cisterna	17
4.1 Fatores que influenciam na qualidade da água armazenada.....	20
5. Estudo de caso	25
6. Bibliografia consultada	31

Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal

Julio Cesar Pascale Palhares

1 Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos de janeiro de 1997 instituiu fundamentos e instrumentos de gestão a fim de regular o uso da água. Dentre esses destacam-se o conceito de que a água é um recurso natural limitado e os instrumentos de outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e a cobrança pelo uso da água. O órgão gestor ainda trabalha para a implementação da Política na sua integralidade. A água será mais um quesito do manejo diário e do custo de produção das atividades agropecuárias. Portanto, conhecimentos e tecnologias que promovam a redução da captação de água das fontes naturais terão impactos ambientais e econômicos positivos.

A cisterna é uma tecnologia que pode ter como uma de suas finalidades armazenar água de chuva. Na propriedade rural, a cisterna promove a segurança hídrica e contribui para a viabilidade econômica da atividade. A utilização da água armazenada em cisterna para as rotinas da produção animal é uma prática desejável desde que sejam observados o correto manejo das estruturas de captação, condução e armazenamento e a legislação relacionada à qualidade da água para os diversos usos.

A chuva é considerada uma fonte alternativa de água para fins potáveis ou não potáveis. Define-se água de chuva como a água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas nas quais não haja circulação de pessoas, veículos ou animais (ABNT, 2007). A precipitação inclui a água da chuva, da neve, de granizo, de geada, de neblina e do orvalho. A chuva é a forma mais frequente de precipitação. As características principais da precipitação são o seu volume total, a sua duração e as distribuições temporal e espacial. Os tipos de precipitação são: convectivas (grande intensidade e pequena duração), orográficas (pequena intensidade e longa duração) e ciclônicas (pequena a moderada intensidade e grande área).

Os componentes de um sistema de aproveitamento de água de chuva variam de acordo com o uso que se pretende fazer e da qualidade da água desejada, do espaço para as instalações e dos recursos financeiros disponíveis. As vantagens são:

- ✓ Até o momento, é uma fonte de água em que a cobrança pelo seu uso não é feita;
- ✓ A utilização da água dá-se no local de uso, reduzindo a necessidade de sistemas de captação e distribuição;
- ✓ É uma fonte de água que pode substituir, parcial ou integralmente, as fontes superficiais e subterrâneas, principalmente quando essas apresentam limitações de qualidade;
- ✓ A água armazenada na cisterna apresenta qualidade para usos cotidianos das atividades agropecuárias como, irrigação, limpeza e resfriamento de instalações. Para usos mais nobres, como o consumo dos animais e a higienização de equipamentos que tenham contato com os produtos (por exemplo: leite), a qualidade da água deve ser monitorada;
- ✓ O armazenamento da água de chuva reduz a necessidade de obras de drenagem dos terrenos;
- ✓ O armazenamento contribui para a segurança hídrica da propriedade.

O aproveitamento da água de chuva insere-se no conceito de sistema descentralizado, uma vez que tem seu uso previsto no próprio local de captação, e a gestão do sistema pode ser feita pelo produtor rural.

2 Aspectos do sistema de aproveitamento de água da chuva

Independentemente da escala e da finalidade, o sistema de aproveitamento da água de chuva é composto por seis componentes básicos:

- ✓ Superfície de captação: área pela qual a água da chuva escorre;
- ✓ Calhas: necessárias para a condução da água para a cisterna;
- ✓ Telas e sistema de descarte da primeira chuva: para retirada de folhas, galhos e detritos, evitando a entrada desses na cisterna;
- ✓ Cisternas: local onde a água é armazenada;
- ✓ Sistema de tratamento: dependendo do tipo de uso será necessária a utilização de tecnologias de tratamento para ter água na qualidade desejada.

O tamanho da cisterna é definido pelas variáveis: precipitação local, demanda para os diversos usos, duração do período seco, área de superfície de captação, estética, preferências pessoais e orçamento disponível. De acordo com o manual da Ana; Fiesp; SindusCon-SP (2005), a metodologia básica para projetos de sistemas de coleta, tratamento e uso de água de chuva envolve as seguintes etapas:

- ✓ Identificação dos usos da água (demanda e o padrão de qualidade para o uso proposto),
- ✓ Caracterização da qualidade da água de chuva;
- ✓ Avaliação da precipitação média local (milímetros por mês);
- ✓ Medição da área de coleta;
- ✓ Determinação do coeficiente de escoamento referente ao tipo de cobertura;
- ✓ Proposição de sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc.);

- ✓ Cálculo do reservatório de descarte das primeiras águas;
- ✓ Escolha do sistema de tratamento da água, se necessário (dependente do tipo de uso);
- ✓ Cálculo da cisterna.

As cisternas podem estar sobre o solo, enterradas, semi-enterradas ou elevadas e ter diversas formas: retangular, quadrada, cilíndrica ou cônica. Dependendo da pressão que a estrutura da cisterna poderá exercer na superfície de apoio, a estabilidade do solo deve ser avaliada. Na Figura 1 observam-se dois tipos de cisterna instalados em propriedades rurais.



Fotos: Julio C. P. Palhares

Figura 1. Tipos de cisternas. (A)- Cisterna enterrada, revestida com manta de polietileno e coberta com lona, instalada em propriedade de criação de suínos. (B)- Cisterna de caixa de água, instalada em propriedade de criação de bovinos de leite.

Os materiais mais utilizados na construção de cisternas são: vinimanta de PVC, manta de PEAD, fibra de vidro, alvenaria, ferro cimento ou concreto armado. No Quadro 1 tem-se as características e os cuidados no uso de cada tipo de material.

Quadro 1. Materiais para cisterna e suas características.

Material	Características	Cuidados
Plástico Galão Fibra	Disponível no comércio e de baixo custo Disponível no comércio, modificável e móvel	Utilizar somente novos Deve estar assentada em piso liso, contínuo e ao nível do chão
Polietilino/Polipropileno	Disponível no comércio, modificável e móvel	Degradável pelos raios ultravioleta. Deve ser pintado ou colorido
Metal Tambores de aço Tanques galvanizados	Disponível no comércio, modificável e móvel Disponível no comércio, modificável e móvel	Verificar se foi utilizado para produtos tóxicos. Susceptíveis à corrosão e ferrugem Susceptíveis à corrosão e ferrugem
Concreto e Alvenaria Ferrocimento e Blocos de concreto	Durável e imóvel	Potencial para rachaduras e falhas
Madeira	Estética atrativa, durável e móvel	Alto custo

Fonte: Adaptado de Texas WaterR Development Board (2005).

O sistema de condução da água para a cisterna, geralmente, é feito por calhas que podem ser de diversos materiais. A opção por um ou outro material irá depender da condição financeira do produtor. Lembre-se que as calhas estarão em contato com a água e com outros elementos que podem causar corrosão.

Existem fatores que podem resultar no extravasamento (perda) da água ao passar pelas calhas: número insuficiente de saídas de água ao longo das calhas, distância excessiva da cumeeira do telhado ao beiral, angulação acentuada do telhado e manutenção inadequada das calhas. Para prevenir esses problemas sugerem-se modificações no tamanho e na configuração das calhas e aumento das saídas de água.

3 Cálculo do tamanho da cisterna

A eficiência de um sistema de aproveitamento da água de chuva é definida pelo volume da cisterna. A cisterna é o componente mais caro do sistema, por isso seu dimensionamento deve ser criterioso para garantir a viabilidade econômica. O custo da cisterna pode representar de 50% a 85% do custo total do sistema de aproveitamento.

Existem diversas fórmulas para o dimensionamento da cisterna. As fórmulas que utilizam séries históricas de dados pluviométricos e características locais dos regimes de chuva apresentam os melhores resultados.

O cálculo do potencial de água de chuva a ser captada pelas áreas de cobertura é feito pela Equação 1:

$$V_{\text{chuva}} = A \times P \times C \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

V_{chuva} = volume de água da chuva a ser captado (m^3)

A = área de cobertura (m^2)

P = precipitação anual na região (metro/ano)*,

C = fator de escoamento da cobertura**

* dividir milímetro por 1.000 para converter em m/ano

** Sugere-se utilizar o valor de 0,8, independentemente do tipo de cobertura.

O fator de escoamento da cobertura (C) expressa a relação entre a água que escoar superficialmente e o total da água precipitada. Ele varia com a inclinação do telhado e com o material da superfície de captação. Existem diferentes materiais de telhado no meio rural, como: cerâmica, fibrocimento, zinco, aço galvanizado, plástico, concreto armado ou manta asfáltica. O tipo de revestimento interfere na quantidade captada e na qualidade da água.

O volume da cisterna é calculado a partir dos valores estimados das demandas de água na propriedade. Para esse cálculo utiliza-se a Equação 2:

$$V_{\text{cisterna}} = \sum D \times 30 \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

V_{cisterna} = volume da cisterna (m^3)

$\sum D$ = somatório das demandas da propriedade (m^3/dia)

30 = número de dias do mês

Se o objetivo é ter água disponível na cisterna por todo o período da seca, adota-se um período que represente o maior número de dias sem chuva na região (DS). Com isso, a cisterna deverá ter capacidade para armazenar o somatório das demandas durante todos os dias de seca. A cisterna terá um volume maior, conseqüentemente, um maior investimento financeiro deverá ser feito, mas será garantida a disponibilidade de água, independentemente das condições climáticas. Para fazer esse cálculo utiliza-se a Equação 3:

$$V_{\text{cisterna}} = \sum D \times DS \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

V_{cisterna} = volume da cisterna (m^3)

$\sum D$ = somatório das demandas da propriedade (m^3/dia)

DS = número de dias sem chuva na região (dias)

A Eficiência (E) do sistema de aproveitamento de água da chuva é dada pela Equação 4:

$$E\% = (V_{\text{chuva}}/V_{\text{cisterna}}) \times 100 \quad (\text{equação 4})$$

Para exercitar a aplicação das fórmulas é apresentado um estudo de caso, tendo como referência um sistema de produção de leite. As características do sistema de produção são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2. Características do sistema de produção de leite.

Aspecto	Unidade
Áreas de cobertura disponíveis: sala de ordenha e balança. Telhados de chapas de zinco (A)	220 m ²
Fator de escoamento da cobertura (C)	0,8
Demanda da propriedade - considerou-se o consumo de água para a lavagem do piso da ordenha duas vezes por dia (D)	0,9 m ³ /dia
Número de dias sem chuva na região (DS)	30 dias

Como o sistema de produção só tem uma demanda, lavagem do piso da ordenha o volume da cisterna, será 27 m³:

$$V_{\text{cisterna}} = 0,9 \text{ m}^3/\text{dia} \times 30 \text{ dias} = 27 \text{ m}^3$$

Na Tabela 1 encontram-se os dados de precipitação mensais e o volume de água da chuva que pode ser captado (V_{chuva}) por mês.

Tabela 1. Volume de água da chuva captado (V_{chuva}).

Mês	Precipitação em milímetros	Precipitação em metros	V_{chuva} (m ³)
	A	B	C
	Médias da série histórica da estação meteorológica	$B = A \div 1.000$	$C = 220 \text{ (m}^2) \times B \text{ (m)} \times 0,8$
Janeiro	272,8	0,273	48,01
Fevereiro	228,0	0,228	40,13
Março	143,4	0,143	25,23
Abril	60,3	0,060	10,60
Mai	53,2	0,053	9,37
Junho	29,4	0,029	5,17
Julho	28,2	0,028	4,96
Agosto	24,1	0,024	4,24
Setembro	59,5	0,059	10,47
Outubro	105,9	0,106	18,63
Novembro	149,0	0,149	26,23
Dezembro	220,7	0,221	38,84

Relacionando o volume de água de chuva a ser captado por mês com a demanda mensal do sistema de produção (27 m³), observa-se que somente nos meses de janeiro (48 m³), fevereiro (40,13 m³) e dezembro (38,84 m³) o volume de água da chuva captado atenderia à demanda do sistema de produção, durante todo mês. O balanço entre captação e demanda pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Balanço entre o V_{chuva} e a demanda de água para lavagem do piso da ordenha.

Mês	V _{chuva} (m ³)	Demanda de água	Balanço entre V _{chuva} e a demanda
	A	B	C
	-	27 m ³	C = A - B
Janeiro	48,01	27	21,01
Fevereiro	40,13	27	13,13
Março	25,23	27	-1,77
Abril	10,60	27	-16,40
Mai	9,37	27	-17,63
Junho	5,17	27	-21,83
Julho	4,96	27	-22,04
Agosto	4,24	27	-22,76
Setembro	10,47	27	-16,53
Outubro	18,63	27	-8,37
Novembro	26,23	27	-0,77
Dezembro	38,84	27	11,84

Nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro poderia ser captado mais água do que a capacidade de armazenamento da cisterna (27 m³) (valores em azul da Tabela 2). Para que essas perdas não ocorressem, a cisterna deveria ter 48 m³, volume máximo que poderá ser captado (mês de janeiro). Isso corresponde a volume 77% maior do que o de 27 m³ previsto de demanda, com maior custo de investimento na cisterna. Mas os volumes de água de chuva captados além da demanda mensal nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro, seriam armazenados para os meses posteriores viabilizando a maior utilização de água de chuva pelo sistema de produção. Na Tabela 3 observa-

se esse cálculo. No ano da implantação da cisterna, a água também poderia ser utilizada em março e abril, além de janeiro, fevereiro e dezembro. No segundo ano após a implantação da cisterna, esse período se estenderia para abril e maio.

Se o único fator para tomada de decisão é o valor do investimento, a escolha entre uma cisterna de 27 m³ e uma de 48 m³ será o custo da água para o produtor. Normalmente, esse custo envolve o custo de captação (caso utilize energia elétrica) e o de manutenção das redes de distribuição. Entretanto, se a região em que se localiza a propriedade apresenta, ou pode apresentar, problemas de escassez (seca) e conflito pelo uso da água, a decisão não será só de ordem financeira. Nesse caso, a cisterna significa maior segurança hídrica e também redução do custo de produção, caso o produtor tenha que comprar água para manter a atividade.

Tabela 3. Disponibilidade de água no mês, considerando o excesso captado no mês anterior.

Mês	V _{chuva} (m ³)	Excesso captado (m ³)	Reserva de água no ano de implantação da cisterna	Reserva de água no segundo ano após a implantação da cisterna
			C	D
	A	B	C = (A + B) - 27	D = (C + B) - 27
	-	-		
Janeiro	48,01	21,01	-	32,85
Fevereiro	40,13	13,13	34,14	45,98
Março	25,23	-	32,37	44,21
Abril	10,60	-	15,98	27,81
Maio	9,37	-	-	10,18
Junho	5,17	-	-	-
Julho	4,96	-	-	-
Agosto	4,24	-	-	-
Setembro	10,47	-	-	-
Outubro	18,63	-	-	-
Novembro	26,23	-	-	-
Dezembro	38,84	11,84	11,84	11,84

4 Qualidade da água armazenada na cisterna

A qualidade da água de chuva deve ser considerada em três momentos: enquanto está na atmosfera, após passagem pela área de cobertura e na cisterna. A qualidade pode ser afetada pelos seguintes fatores: localização geográfica da propriedade, presença de vegetação no entorno da área de captação, condições meteorológicas, estação do ano, tipo de cobertura do telhado, condição de conservação da área de captação e material da cisterna.

No meio rural, a contaminação da água ao passar pelo telhado pode se dar por fezes de pássaros e de pequenos animais, insetos e outros animais mortos em decomposição, restos vegetais (folhas, galhos, etc.), poeiras e restos do revestimento do telhado. Em regiões agropecuárias, a água da chuva pode apresentar significativa concentração de nitrato devido ao uso intensivo de fertilizantes, além de eventuais resíduos de agroquímicos.

Existem diferentes concepções de sistemas de aproveitamento de água de chuva, e a qualidade da água que se quer é um dos fatores que determinam essa concepção. Propõe-se aqui o uso do sistema de armazenamento com derivação, também denominado de sistema autolimpante. Nesse caso, a derivação é instalada na tubulação vertical de descida da água de chuva, com o objetivo de descartar a primeira chuva (escoamento inicial). A Abnt (2007) NBR 15527/07 define o escoamento inicial como a “[...] água proveniente da área de captação, suficiente para carregar a poeira, fuligem, folhas, galhos e detritos” (ABNT, 2007).

A qualidade da água de chuva, na maioria das vezes, diminui ao passar pela superfície de captação, sendo a recomendação descartar o escoamento inicial. O sistema de descarte tem a função de reter contaminantes, tais como poeiras, pólen e fezes de animais. Na Figura 2 apresenta-se um sistema de descarte da primeira chuva, proposto pela Universidade Federal de Pernambuco. As características desse sistema podem ser vistas em <<https://www.youtube.com/watch?v= tgvvO6essYs>> .



Foto: Julio C. P. Palhares

Figura 2. Exemplo de sistema de descarte da primeira chuva de tubos de PVC de 100 mm.

O tempo de desvio da primeira chuva deverá levar em conta o período de estiagem e os fatores ambientais e humanos que impactam na contaminação das áreas de coleta da água, como por exemplo a presença de aves nas áreas de cobertura e/ou a pulverização de plantações nas proximidades.

A NBR 15527:07 (ABNT, 2007) recomenda, na falta de dados, o descarte de 2 mm da precipitação inicial. Descartes menores podem ser praticados, porém isso pode significar maior possibilidade de acúmulo de material no fundo da cisterna e conseqüentemente maior frequência de limpeza. Toda a água da chuva pode ser coletada diretamente na cisterna e esta funcionar como um sistema de sedimentação. Entretanto, a água armazenada pode ter menor qualidade, o que, dependendo do tipo de uso, não será um fator limitante.

Há grande variação nas estimativas de quanto de água da primeira chuva deve ser desviado. Existem muitas variáveis que determinam a eficácia de lavagem para retirada dos contaminantes, sendo o próprio perfil dos contaminantes uma delas. Outras são: a inclinação da superfície do telhado, a intensidade da chuva e o período de tempo entre chuvas (o que aumenta a quantidade de contaminantes acumulados).

Também deve ser instalado um filtro ou uma tela na saída da derivação. A instalação de telas ou grades é uma maneira simples de evitar a entrada de folhas, gravetos ou outros materiais grosseiros na cisterna. Esses materiais decompõem-se prejudicando a qualidade da água armazenada. As telas ou outros sistemas para o bloqueio de folhas, galhos, etc. devem ser limpos regularmente a fim de manter sua eficácia. Os detritos podem obstruir o fluxo de água e ser fonte de micro-organismos que depreciam a qualidade da água. Há diversos tipos de filtro disponíveis. A escolha por qual modelo utilizar deve ser feita com orientação técnica e considerando a realidade produtiva e econômica da propriedade. Independente do tipo de filtro escolhido é obrigatória a manutenção e a limpeza deste e, caso isso não ocorra, o sistema de filtragem pode se transformar em uma fonte de contaminação da água. O que caracteriza um bom sistema de filtragem não é o seu alto preço, mas sim o correto manejo.

As medidas de manutenção com o objetivo de conservar a qualidade da água armazenada na cisterna são:

- ✓ As paredes e a cobertura da cisterna devem ser impermeáveis;
- ✓ A cisterna deve ser opaca, evitando a entrada de luz para inibir o crescimento de algas;
- ✓ A entrada da água e o extravasor devem ser protegidos por telas para evitar a entrada de insetos e pequenos animais;
- ✓ A cisterna deve ter uma abertura para ações de inspeção e limpeza;

- ✓ A entrada da água não deve provocar turbulência no conteúdo para evitar a ressuspensão de material depositado no fundo da cisterna.

4.1 Fatores que influenciam na qualidade da água armazenada

O Brasil não possui, até o momento, nenhuma legislação específica que estabeleça padrões de qualidade da água armazenada em cisternas para utilização na produção animal. Quando o objetivo de uso da água for a dessedentação dos animais deve-se ter como referencial a Resolução n. 357 de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2005). Essa Resolução determina que as águas destinadas ao consumo de animais devem cumprir os padrões determinados na Classe 3. Se a água da cisterna for utilizada na dessedentação de aves de corte ou postura também deve ser considerada a Instrução Normativa n. 56 de 2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2007).

Para o correto manejo de cisternas recomenda-se a leitura da norma técnica NBR 15527:07 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Essa Norma trata do aproveitamento da água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Os conceitos presentes na Norma são válidos para áreas rurais.

A - Condições atmosféricas

As fontes de emissões de gases e poeiras presentes na região irão influenciar na qualidade da água armazenada. Em áreas rurais as principais fontes de emissão que podem impactar negativamente a qualidade da água de chuva são: movimentação do solo, principalmente nas épocas de preparo do solo para o plantio e na colheita das culturas; erosão por ventos; aplicação de agroquímicos; produção de animais. Essas fontes emitem poeiras, partículas, elementos tóxicos e gases que irão depreciar a qualidade da água.

Para reduzir o impacto dessas fontes sugere-se:

- ✓ Não captar a água das primeiras chuvas;
- ✓ Utilizar cercas vivas no entorno das instalações que irão captar a água da chuva;
- ✓ Realizar a limpeza periódica das instalações de cobertura, condução, filtragem e armazenamento de água;
- ✓ Realizar correto manejo dos resíduos animais (dejetos e carcaças) a fim de reduzir a emissão de gases e evitar a presença de aves e roedores;
- ✓ Planejar o próprio programa de controle de pragas agrícolas e ter conhecimento da escala de uso de agroquímicos nas propriedades vizinhas.

B- Tipo de cobertura e sua manutenção

Os diversos tipos de telha (zinco, cerâmica, etc.) irão influenciar de forma diferente a qualidade da água, pois ao longo do tempo os materiais que compõem a telha poderão ser dissolvidos na água. Não há um tipo de telha ideal. Independente do tipo de telha, a correta instalação, manutenção e consideração da vida útil do material são essenciais para manter a água com qualidade.

Os materiais utilizados na fixação do telhado, como pregos e chapas também podem influenciar a qualidade da água devido ao desgaste e à corrosão. Esses devem ser mantidos em bom estado de conservação e substituídos quando necessário. Deve-se conhecer os elementos presentes na tinta utilizada na pintura das telhas, optando-se por tintas que não contenham substâncias que prejudiquem a saúde de humanos e dos animais.

A manutenção e a limpeza das coberturas e calhas são obrigatórias. Recomenda-se a limpeza dessas instalações a cada seis meses. Esse período pode ser reduzido em certos casos como: após estiagens, queimadas e intensa movimentação dos solos ao redor da propriedade,

em que o acúmulo de poeiras nas instalações será elevado e, quando houver grande acúmulo de fezes de animais (pássaros) no telhado.

C - Manejo da cisterna

O proprietário de um sistema de captação de água da chuva é responsável pela manutenção do sistema. O correto manejo garantirá a disponibilidade de água com qualidade. Como em qualquer atividade, o correto manejo irá determinar a qualidade do produto. O manejo da cisterna é simples, devendo ser baseado em duas ações: limpeza e monitoramento.

Além da limpeza das instalações de cobertura e calhas, a cisterna também deve ser limpa. No momento da limpeza, a cisterna deve estar seca e ser escovada com água e sabão. Caso as paredes e o fundo da cisterna apresentem acúmulo de resíduos ou lodo, esses devem ser retirados por completo. Cuidados devem ser tomados, visando ao correto enxágue. Deve-se evitar o acúmulo da água de limpeza na cisterna. Muitos proprietários optam por trabalhar com várias cisternas em sequência. A vantagem desse arranjo é permitir que uma cisterna seja esvaziada a fim de executar sua manutenção, sem perder toda a água armazenada. A limpeza da cisterna deve ser feita na época em que a demanda não dependa da água armazenada por um longo período.

Quando houver a presença de produtos potencialmente nocivos à qualidade da água, como restos de vegetais, fezes e animais mortos, nas instalações de captação e condução de água, o sistema deve ser paralisado, impedindo a entrada desses produtos na cisterna. Somente após a adequada limpeza, a cisterna poderá novamente armazenar água. Na Tabela 4 são recomendadas as frequências de limpeza de cada componente do sistema de captação de água de chuva.

Tabela 4. Frequência de limpeza dos componentes do sistema de captação.

Componente	Frequência de limpeza
Dispositivo de descarte de chuva inicial	Mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Sistema de filtragem	Mensal
Bombas	Mensal
Cisterna	Anual

Fonte: Adaptado de Abnt (2007).

O ideal é que a água armazenada na cisterna seja monitorada mensalmente. Muitas vezes esse ideal não é possível devido à falta de laboratórios na região e ao custo da análise. O produtor deve avaliar sua realidade e estabelecer o seu período ideal de monitoramento. Mesmo nas épocas de estiagem a água armazenada deve ser monitorada. Para se realizar a coleta da amostra de água é preciso o conhecimento de técnicas de amostragem. Amostra má coletada significa resultado não confiável e gasto de tempo e dinheiro. Agende a coleta com o laboratório, assim os técnicos irão dar toda orientação necessária para a coleta da amostra.

Recomenda-se que sejam analisados os seguintes parâmetros de qualidade da água: pH, sólidos totais dissolvidos, amônia, nitrato, cloro residual livre, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Dependendo das emissões presentes na região e do tipo de telha, outros parâmetros podem ser analisados como: tipos de agroquímicos, cobre, zinco, ferro etc. No Quadro 3 são apresentadas as opções de tratamento da água para cada finalidade.

Quadro 3. Técnicas de tratamento da água da chuva.

Método	Local	Finalidade
Telas e grades	Calhas e tubo de queda	Prevenir a entrada de folhas e galhos no sistema
Sedimentação	Na cisterna	Sedimentar matéria particulada
Filtração: Na linha de água Carvão ativado Osmose reversa Camadas mistas Filtro lento	Após bombeamento Na torneira Na torneira Tanque separado Tanque separado	Filtrar sedimentos Remover cloro Remover contaminantes Capturar material particulado Capturar material particulado
Desinfecção: Fervura/destilação Tratamento químico (cloro ou iodo) Radiação ultravioleta Ozonização Nanofiltração Osmose Reversa	Antes do uso Na cisterna ou no bombeamento (líquido, tablete/pastilha ou granulado) Sistemas de luz ultravioleta devem estar localizados após a passagem por filtro Antes da torneira Antes do uso Antes do uso	Eliminar micro-organismos Eliminar micro-organismos Eliminar micro-organismos Eliminar micro-organismos Remove moléculas Remove íons contaminantes e micro-organismos

Fonte: Adaptado de Texas WaterR Development Board (2005).

D- Sistema de retirada de água da cisterna

A água deve ser retirada da cisterna a 20 cm abaixo da superfície da água. A água do fundo é sempre de pior qualidade devido ao acúmulo de partículas nessa região. Como o nível da água na cisterna altera-se constantemente, devido à entrada da água de chuva e à retirada para o uso, o produtor deve elaborar um sistema de retirada que permita o ajuste da altura como, por exemplo, o uso de bóia de nível.

Se a retirada for feita por baldes ou similares, esses devem estar limpos para que não depreciem a qualidade da água e ser guardados em lugar que não tenha produtos tóxicos e acesso de animais e pessoas.

Em cisternas de grande volume utilizam-se bombas para retirada.

Deve-se regular as bombas para que no momento da retirada não haja turbilhonamento da água. Isso provoca a suspensão das partículas depositadas no fundo.

5 Estudos de caso

Caso 1 – Sistema de captação instalado em propriedade leiteira

Aqui serão apresentados os resultados de pesquisa em que se avaliou o “Potencial da água de chuva na produção de leite e o impacto na redução do consumo” (SANTOS, 2015). O sistema de produção de estudo tinha 39 vacas, sendo 31 em lactação, 31 novilhas e 11 bezerras. As vacas produziam em média 24,3 litros de leite/dia.

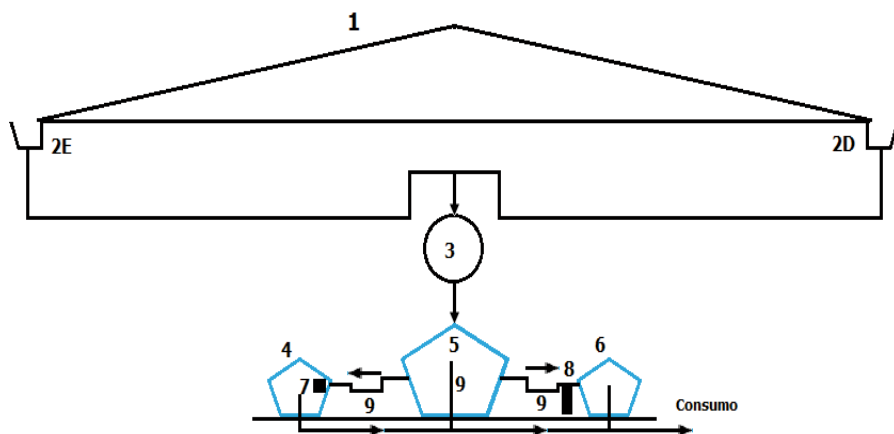
Os usos da água eram para higiene durante a ordenha, limpeza das instalações e equipamentos e consumo humano e animal. A área total de telhado que poderia ser utilizada para captação de água era de 818 m², podendo captar 992 m³ de água por ano (16% da demanda anual do sistema de produção).

A precipitação total no período em que os testes ocorreram foi de 567,2 mm, o que possibilitou captação de 123 m³.

Com objetivo de obter água com elevado padrão de qualidade foram realizados testes com filtros e cloradores no sentido de avaliar as tecnologias e definir a mais adequada.

Na Figura 3 observa-se o esquema de captação e os tratamentos utilizados nesse estudo.

Figura 3. Esquema de captação e tratamento da água de chuva.



1. Captação: Telhado com telhas de cerâmica com área total de 218 m²; 2. Calhas; 3. Sistema de descarte da primeira chuva com capacidade de 70 L; 4. Reservatório de 500 litros com clorador; 5. Reservatório de 1.500 litros para armazenamento da água captada; 6. Reservatório de 500 litros com filtro; 7. Clorador; 8. Filtro; 9. Canos.

O modelo de clorador utilizado, denominado dosador por gravidade, permitia ajuste preciso da cloração, que ocorria apenas quando entrava água no reservatório. Esse é um ponto muito importante para que não haja excesso de cloração e cheiro e gosto de cloro na água. Em períodos de longa estiagem, caso a água fique muito tempo armazenada, todo cloro será consumido sendo necessário dosá-lo. No caso, foi adotado o uso de pastilhas de cloro efervescentes.

O filtro utilizado possui sistema construtivo que força as partículas sólidas a serem conduzidas para o fundo do recipiente, sem a necessidade de passar pelo sistema de filtragem. Mesmo com a pequena carga a que estava exposto, 10 cm de coluna de água, apresentava uma vazão de 280 litros por hora, quando limpo.

Nas primeiras chuvas notou-se grande quantidade de material decantado no reservatório de água bruta. O material era basicamente orgânico e, provavelmente, originário do crescimento de musgos e líquens que, ao longo dos anos, se acumularam no telhado coberto por

telhas de cerâmica. O material orgânico incrustado nas telhas soltava-se gradualmente durante os períodos de chuva. Nesse caso, indica-se a lavagem do telhado uma vez ao ano para ter uma água de melhor qualidade e resultar em menor consumo de cloro.

Verificaram-se reduções na contagem de bactérias na água após o tratamento por cloração e após a passagem pelo filtro. Em nenhuma coleta observou-se eliminação total das bactérias, mesmo com a água contendo cloro entre 0,1 ppm a 3,0 ppm. Uma explicação para esse fato é que a alta presença do material orgânico no reservatório contribuiu para a sobrevivência das bactérias. A ausência de *Escheriquia coli* em cinco amostras pode ser atribuída a longos períodos de chuva que antecederam à coleta e à completa lavagem da área de telhado.

Os autores concluíram que o sistema de cloração é imprescindível para manter a segurança microbiológica da água de chuva armazenada. Sempre que possível, deve-se associar à cloração o uso de um filtro de 100 micras, mantendo a cloração com residual entre 1 e 2 ppm. Em períodos de estiagem e calor forte, os reservatórios devem ser drenados e limpos e caso haja acúmulo de detritos no fundo esses devem ser retirados. Se houver precipitação, o filtro deve ser limpo pelo menos uma vez por semana.

Caso 2 – Sistema de captação instalado em unidade terminadora de suínos

O estudo de caso foi conduzido em propriedade familiar localizada na região do Oeste de Santa Catarina. A água armazenada na cisterna foi monitorada por dezoito meses, com periodicidade mensal. As coletas para as análises de qualidade da água ocorreram em dois pontos da cisterna, superfície (coletas realizadas 20 cm abaixo da superfície da água) e fundo. Os elementos nitrogenados foram monitorados somente na água de superfície.

O produtor construiu a cisterna em agosto de 2008 devido aos recorrentes eventos de falta de água na estação da seca, obrigando-o a adquirir de duas a quatro cargas de água por dia (8.000 L/carga) para consumo dos animais. A cisterna era do tipo escavada, revestida com manta de polietileno, coberta com estrutura metálica e lona e sua capacidade de armazenamento era de 500 m³.

Antes de a água ser armazenada na cisterna, passava por sistema de filtração em série composto por três filtros. Os filtros eram feitos em caixas d'água com capacidade de 2.000 L e tinham pedras como meio filtrante. O primeiro filtro possuía basalto, sendo que no segundo e terceiro havia brita tipo 2. O descarte das águas das primeiras chuvas era realizado após passagem pelo sistema de filtragem.

As águas das primeiras chuvas eram descartadas de acordo com a percepção dos proprietários, de forma manual. Essa situação tinha elevado potencial de erro na quantidade de água a ser descartada. Os produtores relataram que em algumas chuvas esse descarte não era realizado, pois a chuva ocorria à noite ou não havia possibilidade de fazer no momento necessário. Portanto, em alguns eventos de precipitação a água da primeira chuva foi armazenada, o que acarretaria impactos na qualidade da água. Durante o período de monitoramento a cisterna não foi limpa, bem como o telhado e as calhas.

Na região de estudo as maiores fontes de emissão de gases e partículas eram a produção animal e a agricultura. A emissão de gases pela produção de animais é constante. A contribuição da agricultura tem perfil sazonal, pois as maiores emissões ocorrem no período de preparo da terra para o plantio e na colheita do milho, entre os meses de julho e setembro e fevereiro, respectivamente.

A água armazenada na cisterna apresentou qualidade satisfatória para o consumo dos animais. Observou-se diferença significativa entre as amostras coletadas na superfície e no fundo da cisterna somente para as variáveis de oxigênio dissolvido e temperatura (Tabela 5).

Tabela 5. Médias e erros-padrão das variáveis de qualidade da água na cisterna.

Variáveis	Médias	
	Profundidade	
	Superfície	Fundo
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	3,4 ± 0,27 a	1,7 ± 0,28 b
Temperatura (°C)	21,6 ± 0,83 a	19,3 ± 0,87 b
pH	6,9 ± 0,10 a	6,9 ± 0,10 a
Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹)	24,62 ± 2,29 a	23,42 ± 2,39 a
Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹)	0,06 ± 0,01 a	0,05 ± 0,01 a
Potencial redox (mV)	-48,49 ± 26,93 a	-45,25 ± 28,13 a
Coliformes totais (UFC 100 mL ⁻¹)	653 ± 309 a	970 ± 309 a
Coliformes termotolerantes (UFC 100 mL ⁻¹)	624 ± 302 a	958 ± 302 a
Escherichia coli (UFC 100 mL ⁻¹)	29 ± 14 a	18 ± 14 a
Amônia (N-NH ₃ mg.L ⁻¹)	0,10 ± 0,02 a	-
Nitrito (N-NO ₂ mg.L ⁻¹)	0,02 ± 0,00 a	-
Nitrato (N-NO ₃ mg.L ⁻¹)	1,18 ± 0,07 a	-

Médias seguidas por letras distintas, nas linhas, diferem significativamente pelo Teste F ($p < 0,05$).

A temperatura da água apresentou média de 20,5°C, portanto em condições ideais para o consumo dos animais. As maiores temperaturas da água foram observadas entre os meses de novembro de 2009 e março de 2010 na superfície da cisterna, variando de 22°C a 26,6°C, portanto, mesmo no verão, a cisterna demonstrou possuir a capacidade de manter a temperatura da água em valores satisfatórios para o consumo de animais.

O pH da água para consumo de animais pode variar de 6,0 a 9,0 (Conama, 2005). Observou-se maior frequência de valores elevados no fundo da cisterna, atingindo o máximo de 7,6, porém dentro do aceitável.

As concentrações de sólidos dissolvidos totais (SDT) sempre estiveram abaixo do padrão da Resolução Conama nº 357 (BRASIL, 2005) que é de 500 mg/L. A concentração máxima (84 mg/L) ocorreu em dezembro de 2008, na superfície da água. No período entre essa coleta e a anterior observou-se uma das menores quantidades de chuva (60

mm) e a média de velocidade do vento foi a mais alta do estudo (1,70 m/s). Foi observada alta correlação entre a concentração de SDT e a velocidade do vento para ambas as profundidades. Isso atesta a influência do vento no transporte de partículas e o impacto potencial que esse transporte pode ter na conservação da qualidade da água armazenada. Em regiões agrícolas o uso de barreiras físicas (cercas vivas), a lavagem do telhado e o descarte das primeiras chuvas, devem ser práticas rotineiras de manejo da cisterna.

Os padrões constantes na Resolução nº 357 (BRASIL, 2005) para amônia, nitrato e nitrito são respectivamente: 13,3 mg/L, 10 mg/L e 1,0 mg/L. Essas concentrações não foram atingidas em nenhuma das amostras coletadas.

Os coliformes totais foram detectados em 79% das amostras de água de superfície e 89% das amostras de água de fundo. A *Escherichia coli* foi detectada em 26% das amostras de água de superfície e 11% das amostras de água de fundo. A presença de micro-organismos não apresentou um padrão de acordo com as condições climáticas ou de manejo.

Conforme a Resolução nº 357 (BRASIL, 2005), para dessedentação de animais confinados não deverá ser excedido o número de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL, em 80%, ou mais, de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano com frequência bimestral. Durante o monitoramento, esse número só foi excedido em quatro amostras da superfície (21% das amostras) e em três amostras de fundo (16% das amostras). Portanto, na maior parte do tempo a água apresentou qualidade microbiológica adequada para o consumo dos animais.

A presença de *E. coli* em algumas amostras esteve relacionada ao incorreto manejo da cisterna, estando essas ausentes na maior parte das coletas. A utilização de sistema de tratamento por cloração eliminaria esses micro-organismos.

Conclui-se que a tecnologia apresenta viabilidade de uso, desde que as boas práticas de manejo, as fontes de emissão do entorno e as condições climáticas sejam consideradas.

6 Bibliografia Consultada

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP); SINDICATO DA CONSTRUÇÃO DE SÃO PAULO (SindusCon-SP). **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. 152 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15527**: água da chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 8 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.053, 18 mar. 2005, p.58-63. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 8 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 56, de 04 de dezembro de 2007. Estabelece os Procedimentos para Registro, Fiscalização e Controle de Estabelecimentos Avícolas de Reprodução e Comerciais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 06 dez. 2007, seção 1, p.11. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 25 ago. 2010.

NUNES, M. B. **Planejamento e construção de cisternas para captação e armazenamento de água da chuva**. Rio de Janeiro: REDETEC, 2011. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 01 dez. 2015.

PALHARES, J. C. P.; GUIDONI, A. L. Qualidade da água de chuva armazenada em cisterna utilizada na dessedentação de suínos e bovinos de corte. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, p.244-254, 2012

PHILIPPI, L. S. et al.. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352 p.

SANTOS, J. L. dos. **Potencial da água de chuva na produção de leite e o impacto na redução do consumo**. 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD (TWDB). The Texas manual on rainwater harvesting. 3 ed., Austin, Texas: TWDB, 2005. Disponível em: <http://www.twdb.texas.gov/publications/brochures/conservation/doc/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2016.



Pecuária Sudeste

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CPGE: 13018