
CARTILHA

MANEJO E MANUTENÇÃO DE CISTERNAS



Foto | Maikon E. Waskiewicz



Presidente

Alexandre Matthiensen – Embrapa Suínos e Aves

Vice-presidente

Celi T.A. Favassa – Universidade do Contestado - Campus Concórdia - UnC

Secretário Executivo

Janiel Giron – Prefeitura de Ipumirim

Comissão Consultiva

Ademilson B. da Silva – Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - CIDASC

Alessandra T. Sghedoni – Bela Vista Produtos Enzimáticos Ind. e Com. Ltda

Cristian Marquezi – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN

Marcio A. Titon – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI

Marilu Matiello – Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Concórdia e Região – AECON

Priscila C. de Almeida – Prefeitura de Presidente Castello Branco

Entidade Executiva

ECOPEF

Autoria

Alexandre Matthiensen

Caroline G. Hoss

Maikon E. Waskiewic

Colaboradores

Paulo Belli Filho

Jorge M. R. Tavares

Paulo Armando V. de Oliveira

Rosaura C. Adornes

Revisão

Vilmar Comassetto

Celi T.A. Favassa

Márcio A. Titon

Projeto Gráfico

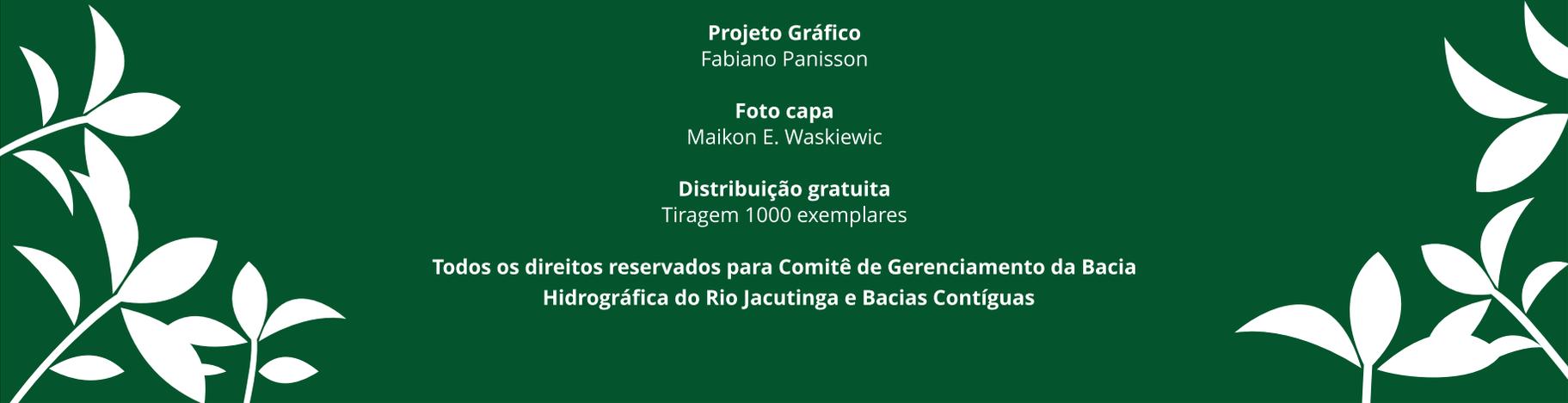
Fabiano Panisson

Foto capa

Maikon E. Waskiewic

Distribuição gratuita

Tiragem 1000 exemplares



**Todos os direitos reservados para Comitê de Gerenciamento da Bacia
Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas**

APRESENTAÇÃO

Em um mundo em constante mudança, a gestão dos recursos hídricos deve ser capaz de responder a essas mudanças e se adaptar às novas condições ambientais. A gestão integrada da água, que tem como base o fato da água ser um recurso finito e possuir usos interdependentes, desafia os modelos tradicionais de gestão dos recursos hídricos. A gestão integrada visa atender objetivos simples, de eficiência hídrica, proteção dos ecossistemas e igualdade na alocação das águas entre os diferentes grupos socioeconômicos de usuários. As atividades que envolvem a maximização do uso sem comprometimento da sustentabilidade dos ecossistemas são apoiadas pelo comitê de bacia hidrográfica, em seu papel de articulador das ações das entidades que utilizam os recursos hídricos na bacia.

Particularmente nas áreas rurais de Santa Catarina, onde normalmente não há rede de abastecimento de água organizada, administrada e fornecida por concessionárias públicas ou privadas, a oferta de água em quantidade e qualidade ideais para suprir a demanda das atividades é um desafio a ser superado. Os sistemas de produção regionais, com foco na produção intensiva de proteína animal, produtos lácteos e grãos, necessitam de água para todas as suas atividades, seja para a dessedentação dos animais, irrigação das lavouras ou limpeza de instalações. A tendência de aumento na escala produtiva das propriedades reflete no aumento da demanda de água, tornando o suprimento por fontes naturais ainda mais desafiador.

Muitos dos rios e lajeados do Oeste e Meio-Oeste Catarinense já apresentam água de qualidade insatisfatória para algumas finalidades, necessitando um tratamento mais complexo para seu uso. A enorme demanda por água é também motor propulsor da

perfuração excessiva de poços profundos. Atualmente, a região sente o comprometimento dos recursos hídricos subterrâneos frente à existência de grande quantidade de poços secos ou inativos, além da qualidade comprometida pela contaminação de poços mal construídos, de manutenção inadequada e/ou inexistente. Neste contexto, o aproveitamento da água da chuva mostra-se uma alternativa promissora para garantir a segurança hídrica das propriedades e uma importante ferramenta para a gestão dos recursos hídricos e garantia da segurança hídrica. A captação e armazenamento da água da chuva para aproveitamento nas atividades agropecuárias é, acima de tudo, uma atitude de consciência ambiental e preocupação com o uso sustentável desse valioso recurso natural.

Esta cartilha foi elaborada por membros do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas, em parceria com colaboradores da Embrapa Suínos e Aves, Consórcio Lambari, Epagri, Universidade do Contestado – Campus Concórdia e Universidade Federal de Santa Catarina. Ela tem o objetivo de apresentar o funcionamento e as técnicas de manejo e manutenção dos sistemas de aproveitamento da água da chuva mais comumente utilizados na região Oeste e Meio-Oeste de Santa Catarina, expor informações sobre o panorama atual da captação, do armazenamento e do uso das águas pluviais no cenário rural, assim como difundir os benefícios trazidos pela utilização dessa tecnologia. Aspectos construtivos e técnicos de dimensionamento dos sistemas não são foco desta publicação, devendo ser buscados alhures (por exemplo, Série Documentos Nº 157, da Embrapa Suínos e Aves – 2012 – e Boletim Técnico Nº 167, da Epagri – 2015).

QUAL A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA?



A água sempre desempenha papel fundamental na história da humanidade. O surgimento de muitas cidades sempre se deu ao longo dos rios. Sua importância é fundamental para a nossa sobrevivência e como recurso para o desenvolvimento de todas as atividades produtivas. Dessa forma, a quantidade e qualidade das águas deve assegurar os seus usos múltiplos: produção agropecuária, indústria, geração de energia elétrica, abastecimento de água, tratamento de esgotos e por último, mas não menos importante, a manutenção de todas as formas de vida, que é representada pela garantia de uma constante quantidade de água nos cursos naturais, também conhecida como vazão ecológica.

USO MÚLTIPLO DAS ÁGUAS

Conforme prevê a Lei das Águas (Lei Federal nº 9.433/1997), a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas. Assim, todos os setores usuários de água têm igualdade de acesso aos recursos hídricos. A Lei das Águas só traz uma exceção a esta regra, que vale para situações de emergência (escassez hídrica), em que os usos prioritários da água passam a ser o consumo humano e a dessedentação de animais.

O Comitê de Bacia Hidrográfica contribui para a garantia do uso múltiplo das águas, deliberando e participando de projetos que difundem o cuidado e a utilização consciente dos recursos hídricos, assim como ações que previnam ou minimizem os efeitos de secas e inundações.



Percentual de uso da água no mundo.

Ilustração: A. Matthiensen

O QUE É UM COMITÊ DE BACIA?



Um comitê de bacia é uma entidade sem fins lucrativos e tem seu fundamento legal e institucional na Lei Federal Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos.

É formado por representantes de órgãos e entidades públicas, representantes dos municípios contidos nas sub-bacias correspondentes, representantes da sociedade civil e usuários das águas, através de suas entidades associativas, que tenham interesses na gestão, oferta, controle, proteção e uso dos recursos hídricos. Sua área de atuação pode ser a bacia ou um conjunto de sub-bacias hidrográficas contíguas, e tem, como um dos objetivos, orientar sobre o uso e a proteção da água superficial e subterrânea, através da gestão integrada da bacia hidrográfica.

O Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas, ou simplesmente Comitê Jacutinga, foi criado em 2003, sendo composto por representantes de órgãos federais, estaduais, municipais, usuários de água e de entidades da sociedade civil.

As funções do Comitê Jacutinga são:

- Promover o debate sobre assuntos relacionados à água;
- Buscar soluções para os conflitos relacionados ao uso da água;
- Aprovar e acompanhar o planejamento e implementação de ações para melhorar o uso dos recursos hídricos.

Em 2018 estavam em funcionamento no Brasil 235 comitês de bacias hidrográficas, com 155 Planos de Recursos Hídricos já desenvolvidos (ANA, 2019).

No dia 03 de Setembro de 2019 o Comitê Jacutinga completou 16 anos de atuação!

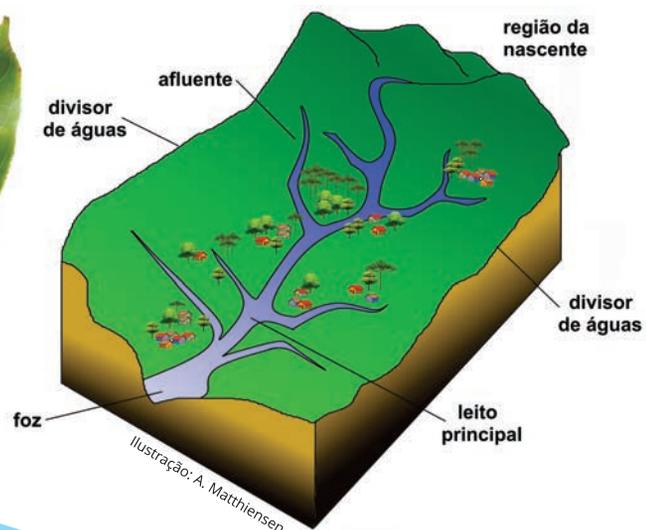
O QUE É UMA BACIA HIDROGRÁFICA?



Uma bacia hidrográfica (BH) é o conjunto de riachos, córregos e ribeirões que desaguam em um rio, lago ou mar. Corresponde à área de drenagem de todos os corpos d'água que convergem das partes mais altas dos terrenos para a parte mais baixa, em direção à foz do rio principal de uma determinada região.

O contorno da bacia é chamado de divisor de águas, e caracteriza-se por uma linha imaginária que separa as águas que precipitam sobre os morros, onde parte escoam para um outro rio. Na nossa região, seu formato é parecido com o de uma folha de árvore: a nervura central corresponde ao rio principal e as secundárias podem ser comparadas aos rios menores. O relevo, a vegetação, os animais e as pessoas também fazem parte da bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica é a unidade base para todo o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, como aponta a Lei Federal Nº 9.433 de 1997, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos.

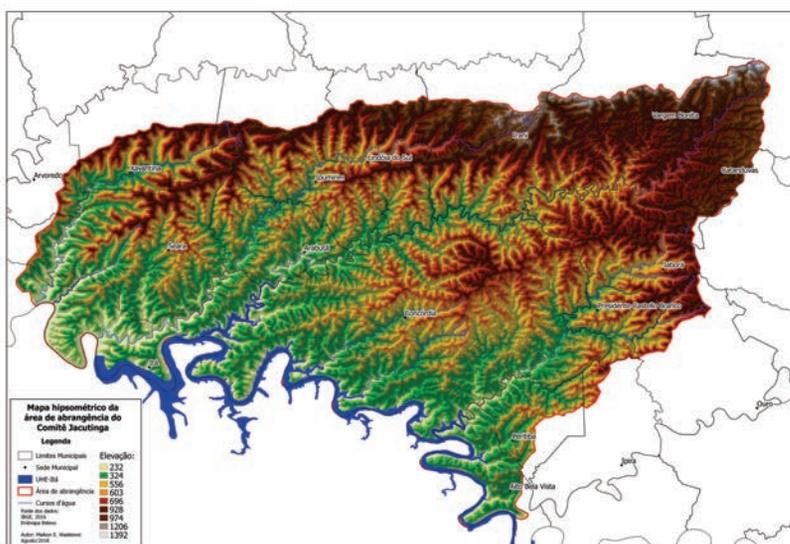


O desafio ambiental que se apresenta na bacia do rio Jacutinga e Contíguos é o de como compatibilizar desenvolvimento socioeconômico e preservação ambiental, especialmente em relação aos recursos hídricos.

A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUTINGA



A BH do Rio Jacutinga possui uma área de 2.712,2 km², que representa 2,9% da área do Estado de SC. É composta por 7 sub-bacias (Rancho Grande, Suruvi, Queimados, Jacutinga, Engano, Ariranha e Ariranhazinho), sendo que o maior curso de água da bacia é o rio Jacutinga, que cede seu nome a toda a bacia hidrográfica da região. Suas principais nascentes situam-se nos municípios de Água Doce, Vargem Bonita, Catanduvas e Irani. Também compõem a hidrografia da bacia outras contribuições independentes, denominadas sub-bacias contíguas. Aproximadamente 166 mil pessoas vivem no território da bacia hidrográfica, que compreende 19 municípios.



Mapa hipsométrico da área da BH do Comitê Jacutinga.

Água Subterrânea

No território de atuação do Comitê Jacutinga destacam-se dois aquíferos subterrâneos principais: Aquífero Serra Geral e Aquífero Guarani. A Formação Serra Geral constitui-se de uma camada vulcânica, com rochas de alta impermeabilidade, estando localizado mais próximo à superfície e reservando água ao longo de falhas e fraturas, portanto, sendo carregado pela infiltração da água da chuva. Possui espessura média de 150m e disponibilidade hídrica estimada em 7.463 m³/s (ANA, 2005). Os rendimentos dos poços do Aquífero Serra Geral variam entre 5 a 40 m³/h, com valores próximos a 10 m³/h, em média (COMASSETTO et al., 2014). O Aquífero Guarani é constituído por camadas sedimentares e está confinado, no topo, pelos derrames do Grupo Serra Geral. Possui água de boa potabilidade, porém pode ocorrer saturação por elementos químicos como, por exemplo, flúor. As vazões desse aquífero raramente ultrapassam 3 m³/h (VALDATI et al., 2018).

Disponibilidade hídrica superficial

A vazão (Q) é o principal indicador de disponibilidade hídrica superficial em uma BH, e é definida pelo volume de água que passa por uma determinada seção de um rio ou canal, em um determinado intervalo de tempo (ANA, 2005). Um dos tipos de vazão de referência utilizadas é a Q90 (vazão média mensal com permanência da água em, pelo menos, 90% do tempo). A Bacia do rio Jacutinga apresenta Q90 de 5,91 m³/s (SDS, 2006).

Outro tipo de vazão utilizado é o Q7,10, que representa a vazão mínima que determinado rio apresenta para um período de 7 dias e com recorrência de 10 anos. A Bacia do Jacutinga apresenta Q7,10 de 2,12 m³/s.

O Comitê Jacutinga, por intermédio das entidades parceiras, já desenvolveu projetos sobre qualidade de águas superficiais, subterrâneas, pluviais e caracterizou áreas de nascentes.

BALANÇO HÍDRICO



O balanço hídrico de uma região é a contribuição das entradas e saídas de água, durante um determinado tempo, sempre considerando as disponibilidades e as demandas de água.

As demandas hídricas são divididas em consuntivas e não-consuntivas. Para a região do Comitê Jacutinga, as demandas consuntivas mais importantes são o abastecimento humano, o abastecimento industrial e a dessedentação animal, enquanto que a demanda não-consuntiva compreende, principalmente, a geração de energia elétrica.

Do ponto de vista da gestão hídrica, as demandas consuntivas são as que geram maior número de conflitos, e que requerem medidas mais complexas para seu controle e fiscalização (SDS, 2006; VALDATI et al., 2018).

Em relação às vazões de referência Q90 e Q7,10 das águas superficiais, a SDS (2006) elaborou um balanço quantitativo a partir da razão entre o somatório das demandas consuntivas e a disponibilidade hídrica. Com isso se obteve o ICRH (Índice de Criticidade de Recursos Hídricos). Para a Bacia do Jacutinga, o ICRH calculado para a vazão Q90 atingiu valor de 0,09, classificado como

“normal”. Já para a vazão Q7,10 o ICRH atingiu um valor de 0,28, o mais alto dentre as bacias do oeste catarinense, sendo classificado como situação “preocupante”.

A degradação das águas superficiais pelas atividades agroindustriais, agricultura intensiva e efluentes domésticos, em conjunto com as frequentes estiagens na região deram início desde a década passada a uma crescente busca das águas subterrâneas, muitas vezes incentivadas por políticas públicas estaduais e federais. A realização de estudos técnicos preliminares à perfuração de poços é de fundamental importância para a preservação e uso responsável dos recursos hídricos subterrâneos.

Para as águas subterrâneas, o balanço hídrico estimado e calculado por Silva & Kirchner (2011), a partir do rendimento dos poços cadastrados da região e seus usos levantados, apresenta uma situação muito crítica de sobreexploração do recurso hídrico para a Bacia do Jacutinga, com comprometimento de 130% da disponibilidade (tabela abaixo), caso se confirme um cenário de extração de água subterrânea 5 vezes maior do que a existente pelos poços cadastrados.

Estimativa de extração de água subterrânea na região de abrangência do Comitê Jacutinga

Disponibilidade hídrica subterrânea (hm ³ /ano)	Extrações (hm ³ /ano)	Estimativa de extrações com clandestinidade (hm ³ /ano)	Comprometimento da disponibilidade (%)
279,68	72,89	364,45 (estimada 80% maior)	130,31

O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA



A água da chuva é muito lembrada por abastecer os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Porém, principalmente em regiões com relativa abundância de recursos hídricos, é esquecida como um recurso hídrico propriamente dito, que pode ser prontamente utilizado ao ser coletado antes mesmo que chegue a um corpo receptor. A utilização da água da chuva é uma técnica milenar, utilizada por diferentes civilizações e culturas ao longo do tempo, como os Maias, Incas e Astecas.

Como a água da chuva pode ser captada junto ao local onde será utilizada, dispensa a necessidade de transporte ou de extensa estrutura adutora, e sua utilização apresenta grandes possibilidades, principalmente em áreas descentralizadas em que não há rede de abastecimento público. A água da chuva pode atender diversas demandas tornando-se, em alguns casos, a fonte mais viável a ser utilizada ou, até mesmo, a única fonte de água disponível. Em outro contexto,

quando o regime pluviométrico local é favorável e os recursos hídricos relativamente abundantes, a água da chuva pode ser utilizada como um recurso alternativo e/ou complementar às outras fontes de abastecimento.

O uso da água da chuva em propriedades rurais de produção animal gera melhorias em âmbito ambiental, social e econômico. No quesito ambiental, contribui para a conservação dos recursos hídricos, reduzindo a extração de fontes superficiais e subterrâneas, promovendo o uso racional da água e reduzindo o impacto hídrico do setor. No aspecto social, essa prática auxilia na segurança hídrica da propriedade rural, apoiando a manutenção do homem no campo e contribuindo para a educação ambiental. Finalmente, na dimensão econômica, pode reduzir o custo da água na produção e possibilitar a expansão do rebanho onde a água é um fator limitante.

A estimativa total de água para os usos múltiplos (irrigação, abastecimento humano urbano e rural, indústria, termelétricas, dessedentação animal e mineração) no Brasil, no ano de 2018, foi de 2.048 m³/s (ANA, 2019).

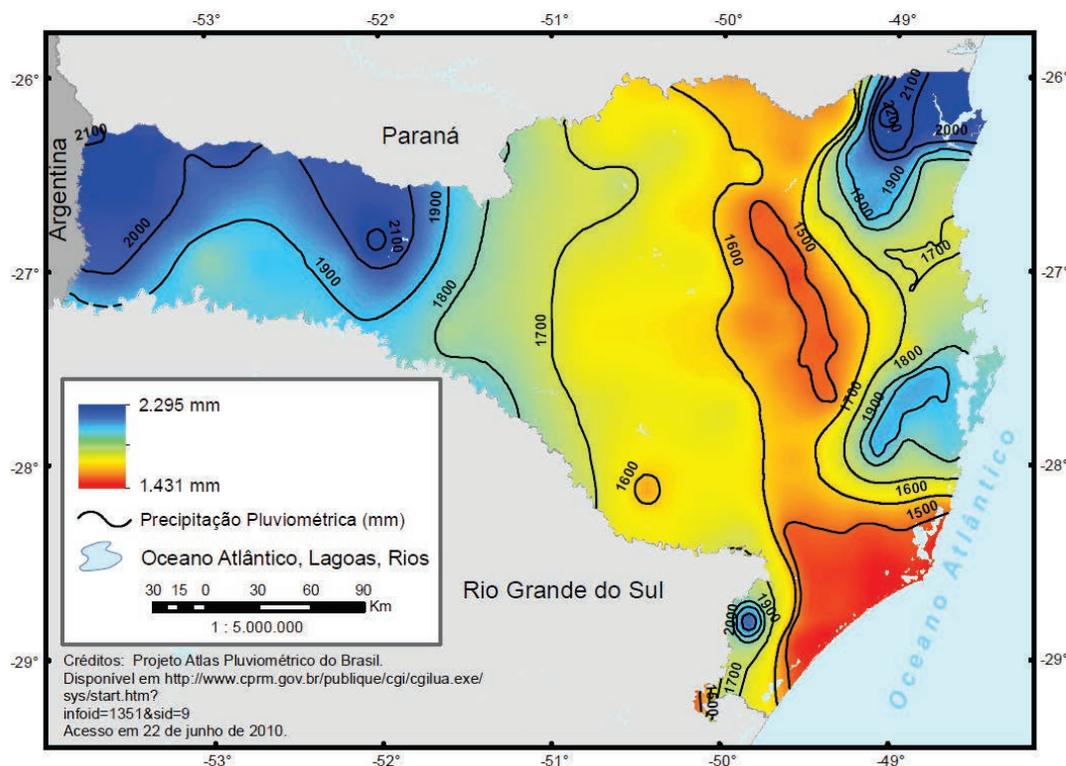
ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NO ESTADO DE SANTA CATARINA



A chuva é uma das variáveis climáticas de maior influência no meio ambiente, na economia e na sociedade. Assim, o conhecimento do regime pluvial de uma região é fundamental para o correto manejo da água e das produções agrícola e pecuária. Desde meados do século XX, o total de chuva sazonal e anual em Santa Catarina apresenta uma tendência de aumento (MINUZZI e LOPEZ, 2014), principalmente nas estações do outono e primavera. Porém, o Estado de Santa Catarina é igualmente afetado por eventos de inundações e de estiagens.

Na região litorânea de Santa Catarina há uma concentração do volume das chuvas em um número menor de meses. Entretanto, no oeste e meio-oeste do Estado há uma distribuição média de chuva ao longo de todo ano, sendo raros meses que apresentam, ao menos, um dia sem registro de precipitação.

Mapas de isoietas anuais médias para o Estado de Santa Catarina (período: 1977 – 2006)



Isoietas são linhas curvas que representam regiões de mesma pluviosidade (quantidade de chuva, em mm, que cai em determinada região durante determinado período).

SISTEMA ATMOSFÉRICO PREDOMINANTE



Apesar de episódios de estiagem serem recorrentes na região Oeste e Meio-Oeste de SC, as chuvas são bem distribuídas durante as quatro estações do ano, em decorrência da dinâmica dos sistemas atmosféricos produtores de chuvas, que apresentam características peculiares, mas sem estação seca definida.

No verão, devido à maior insolação, as temperaturas ficam mais elevadas, favorecendo a formação de nuvens. As chuvas normalmente acontecem nos finais de tarde e início de noite, e quase sempre apresentam volumes expressivos em pouco espaço de tempo. As chuvas de outono e do inverno são mais dependentes da passagem de frentes frias pelo estado. A maior ou menor instabilidade depende do sistema de baixa pressão que se origina do Chaco Argentino. Na primavera, as condições atmosféricas são mais instáveis, podendo resultar em chuvas intensas com trovoadas, granizos e ventos fortes.

A formação do fenômeno El Niño favorece maior instabilidade atmosférica em SC, com episódios de chuvas mais frequentes e volumosas. Durante o La Niña, as chuvas ficam mais irregulares e rápidas. Porém, essas condições não são

regra, existindo também situações de chuvas abaixo da média com El Niño atuante e acima da média quando em La Niña.

Outro fenômeno comum é o bloqueio atmosférico, que resulta em movimento nulo ou muito lento de toda a dinâmica atmosférica regional. Sob a influência de um bloqueio, as frentes frias ficam semi-estacionárias entre o Uruguai e o sul do Brasil, com conseqüente estabilidade na mesorregião oeste de SC, com predominância de céu claro e sem chuvas e grande amplitude térmica diária. Essa condição de bloqueio pode ocorrer em qualquer época do ano, mas é muito mais frequente em maio, elevando as temperaturas, que podem atingir até 30°C no dia, mesmo durante o inverno, e originando pequenos verões chamados de “veranico de maio”.

As informações sobre o sistema atmosférico predominante são da publicação de Monteiro e Silva (2018): Estiagem no Oeste Catarinense, Editora UDESC.

Cerca de 13,8 trilhões de m³ de água na forma de chuva caíram sobre o território brasileiro em 2018 (ANA, 2019). Destes, 11,7 trilhões de m³ voltaram à atmosfera pela evapotranspiração. Os 2,1 trilhões de m³ restantes infiltraram no solo, chegando aos aquíferos subterrâneos, ou alcançaram os rios e demais corpos hídricos superficiais.

ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA REGIÃO OESTE E MEIO OESTE DE SANTA CATARINA



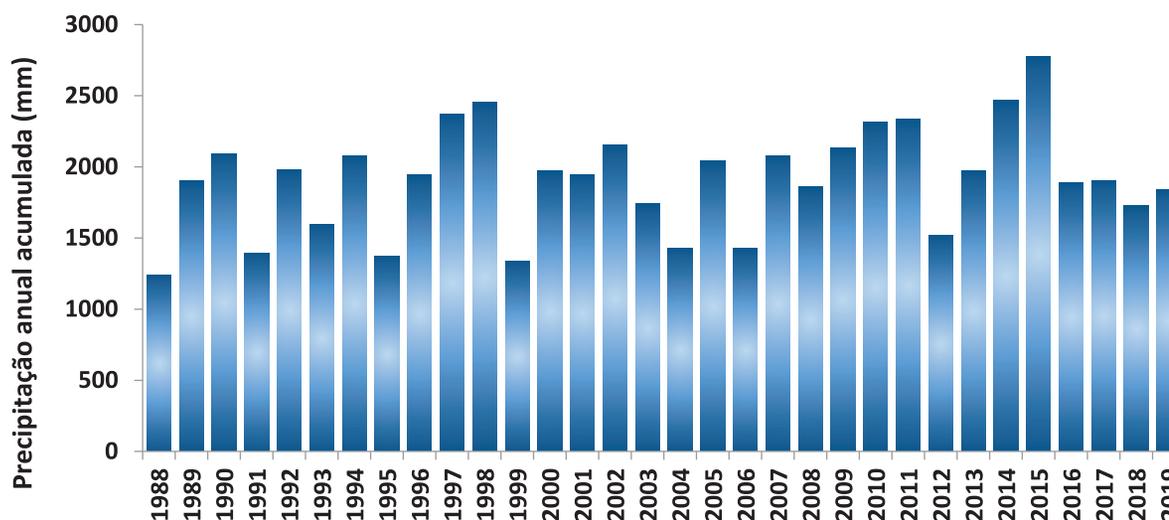
A precipitação média mensal para a região oeste e meio-oeste é mostrada na tabela abaixo. Nela, estão dispostas as médias das séries históricas (em mm de chuva) dos dados coletados nos municípios de Chapecó (1969 a 2017, estação meteorológica da Epagri) e Concórdia (1987 a 2019, estação meteorológica da Embrapa Suínos e Aves). Na última coluna é mostrada a precipitação média anual nesses mesmo períodos.

Precipitação média mensal para a região oeste e meio-oeste de SC

Cidade / Meses	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Chapecó	181,5	184,4	134,2	166,5	174,4	177,6	155,7	139,5	179,0	224,8	167,8	176,3	2061,7
Concórdia	193,7	164,3	132,2	139,7	159,0	148,8	136,9	121,9	178,3	226,2	150,4	149,2	1915,0

O mês de maior pluviosidade na região é o mês de outubro, onde a média mensal para ambas as cidades fica acima de 200 mm de chuva. Os meses com menores médias de pluviosidade são março e agosto.

A série histórica das médias anuais para a estação meteorológica da Embrapa Suínos e Aves, localizada no município de Concórdia, é mostrada no gráfico abaixo. Há anos onde a quantidade média de chuva fica abaixo dos 1.500 mm (1988, 1991, 1995, 1999, 2006, 2012) e outros anos onde o volume médio anual ultrapassa os 2.300 mm (1997, 1998, 2010, 2011, 2014, 2015).



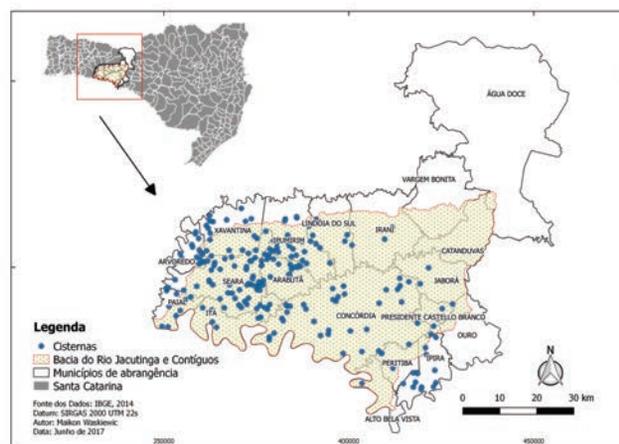
Série histórica de médias anuais de precipitação da estação meteorológica da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

LEVANTAMENTO E CADASTRAMENTO DE CISTERNAS NO TERRITÓRIO DO COMITÊ JACUTINGA

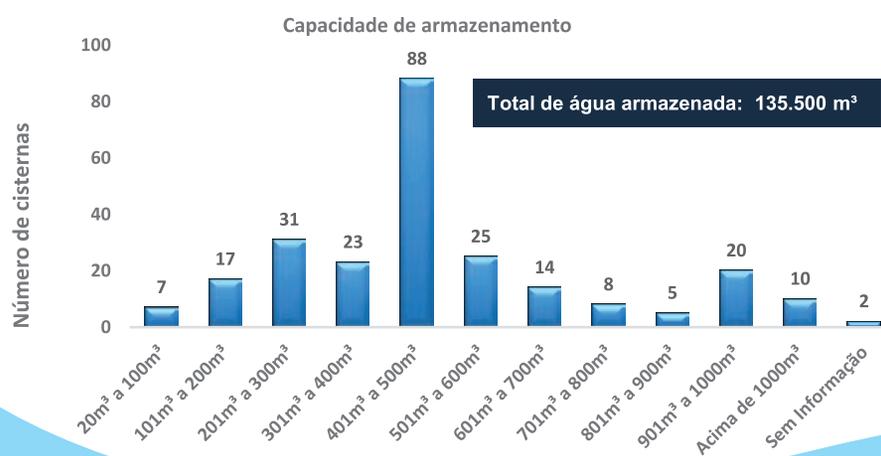


A crescente tendência de aumento dos sistemas de captação, armazenamento e uso das águas da chuva é função do cenário atual de demanda hídrica no Estado de Santa Catarina, com ênfase nas atividades rurais como a criação animal. Existem também fatores internos e externos que interferem no planejamento e gestão dos recursos hídricos, tais como contaminação da água subterrânea, existência de poços clandestinos e inadequações no manejo de resíduos. Ainda, a declividade acentuada do relevo da região e a baixa capacidade de infiltração dos solos diminuem o tempo de retenção das águas na bacia e afetam a recarga dos aquíferos.

Em 2016, o Comitê Jacutinga realizou levantamento e cadastramento das cisternas rurais nos 19 municípios que fazem parte de seu território de atuação, contabilizando a existência de 244 cisternas cadastradas, sendo a maior concentração nos municípios de Arvoredo, Ipumirim, Concórdia e Seara, respectivamente. Foram levantadas também informações sobre as fontes de custeio para implantação, tipos de telhado, material construtivo, e uso da água, bem como hábito de manutenção e manejo das cisternas pelos proprietários.



Distribuição das cisternas cadastradas na área de abrangência do Comitê Jacutinga.



É esperado que, atualmente, o número de cisternas instaladas seja maior. Contudo, contabilizando apenas as cisternas cadastradas, ao considerar o enchimento completo de todas ao mesmo tempo, o armazenamento de água desse conjunto de reservatórios seria de mais de 135 milhões de litros de água.

SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA E SEUS COMPONENTES



Um sistema de aproveitamento de água da chuva é o conjunto de dispositivos e estruturas que capta, conduz e armazena o volume precipitado. A quantidade de água a ser armazenada depende, além do índice pluviométrico da região, do design e aspectos construtivos do sistema.

Os sistemas implantados em propriedades rurais que possuem produção de animais confinados utilizam os próprios telhados das granjas como área de captação. Os extensos telhados, que normalmente possuem mais de 100 m de comprimento, são capazes de captar um grande volume de água da chuva, que é coletada por calhas localizadas no perímetro de caimento dos telhados e, então, conduzidas por meio de tubulação, normalmente de PVC.

Entre a captação e o armazenamento são utilizados dispositivos capazes de propiciar uma melhor qualidade para a água que será encaminhada à cisterna. Os componentes utilizados neste sistema intermediário dependem da qualidade que se quer dar à água. Para sistemas em que o uso da água requer uma melhor qualidade, como na dessedentação animal, aconselha-se que o sistema intermediário seja completo, possuindo dispositivo de descarte de sólidos grosseiros, dispositivo de desvio dos primeiros escoamentos e filtros.

O armazenamento da água coletada deve ser feito em cisternas estanques, que podem ser colocadas no nível do solo, em locais elevados ou localizadas de forma total ou parcial no subsolo. Devem possuir paredes lisas, a fim de evitar a deposição de detritos e fixação de microrganismos e ser fechada, protegendo das intempéries e da entrada de radiação solar, evitando a proliferação de algas. As entradas e saídas devem ser protegidas, para evitar a entrada de pequenos animais e possíveis vetores de doenças, como moscas e mosquitos.

Diversos materiais podem ser empregados na construção das cisternas, desde que não reajam com a água, modificando sua qualidade. O modelo mais utilizado e já consolidado nas propriedades rurais de produção animal do sul do Brasil é a cisterna semienterrada, revestida por geomembrana PEAD/PVC.

Esse tipo de cisterna utiliza a própria estrutura do solo para suportar o volume de água, sendo passível armazenar volumes superiores a 1 milhão de litros. A geomembrana é impermeável, evitando a entrada de contaminantes, e protege contra a entrada de raios solares. A parte superior também é protegida, sendo sustentada por barras de ferro galvanizado, .



Cisterna semienterrada revestida de PEAD.

Com o passar do tempo, a cisterna funciona também com o um “tanque de sedimentação”, portanto, ao se retirar a água da cisterna para o uso, deve-se evitar coletar diretamente próximo ao fundo, pois contém água de pior qualidade devido aos sedimentos e detritos acumulados durante o armazenamento. A coleta de água da superfície também deve ser evitada, pela possível existência de material sobrenadante. A captação para retirada da água deve ser realizada em sub-superfície (alguns cm abaixo da superfície), com o auxílio de uma bomba, que transfere a água até um reservatório em uma cota superior, a partir de onde a água é encaminhada para os pontos de utilização por meio da gravidade.

Dependendo do uso que se dará à água, deve ser realizado um processo de desinfecção antes de sua utilização, como, por exemplo, a cloração, para eliminar microrganismos que possam vir a causar alguma doença. No caso da água utilizada para dessedentação animal, a desinfecção é imprescindível.



Ilustração: A. Matthiensen

Esquema ilustrativo de um sistema completo, normalmente encontrado nas propriedades rurais de SC (desenho sem escala).

USO DA ÁGUA DA CHUVA NA CRIAÇÃO ANIMAL



Durante o cadastramento das cisternas no meio rural da Bacia do rio Jacutinga, foi observado que em mais de 95% dos casos a água da chuva armazenada é destinada à produção animal, principalmente para a dessedentação. Nessas atividades, as demandas de água assumem uma escala maior. Na produção intensiva de suínos, por exemplo, uma granja com 1.000 animais em fase de terminação apresenta, em média, um consumo de água de aproximadamente 2.700 m³ em um ano, considerando os gastos com limpeza das instalações e conforto térmico e respeitando o período de vazio sanitário.

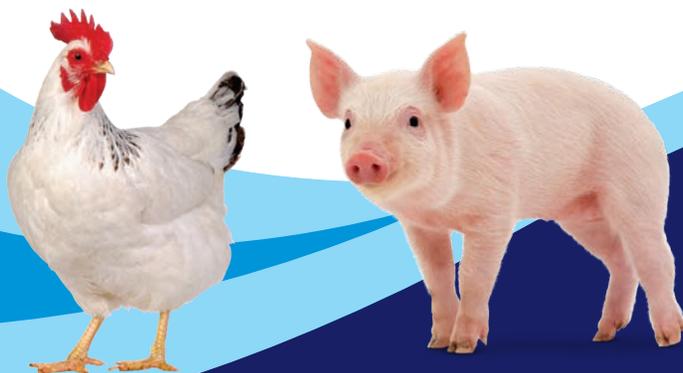
No caso de suínos em sistemas de produção em fase fisiológica de terminação, para região de Concórdia, o potencial dos sistemas de aproveitamento de água da chuva no suprimento da demanda da produção varia entre 58% e 87%. Já para a produção de frangos de corte, os sistemas apresentam potencial para suprir 100% da demanda (HOSS et al., 2019). Essa informação evidencia os benefícios do aproveitamento da água da chuva na atividade, que atua como ferramenta na gestão integrada dos recursos hídricos, ao minimizar a utilização de fontes superficiais e subterrâneas e garantir a segurança hídrica das propriedades em períodos de estiagem.

Ainda durante as visitas para o cadastramento das

cisternas, foram observados alguns problemas resultantes de manejo inadequado e ausência de limpeza periódica dos dispositivos do sistema intermediário (filtros e caixas de desvio das primeiras águas), das calhas e da própria cisterna e seus componentes.

Como o uso da água da chuva já é uma realidade por parte dos produtores rurais e agroindústrias, sua seguridade, adequabilidade e viabilidade devem ser trabalhadas, tanto em termos de quantidade hídrica como em qualidade da água armazenada. Para isso, os pontos críticos do uso desse sistema de abastecimento precisam ser identificados, e os riscos sanitários devem ser eliminados e/ou minimizados.

A gestão sustentável e o uso racional da água na produção de animais confinados é de extrema importância para o desenvolvimento sustentável e para a continuidade da atividade. Políticas públicas em nível estadual e federal estão sendo implantadas para tal finalidade. Uma vez que a atual legislação exige que os novos licenciamentos e a renovação das licenças estejam vinculados à construção e uso de cisternas nas propriedades, é fundamental o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa que visem avaliar o manejo das cisternas e a qualidade da água, considerando o seu uso.



QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA ARMAZENADA



A qualidade da água da chuva é, em geral, muito boa, pois provém de um processo de purificação natural onde ocorrem as etapas de evaporação e condensação da água, que constituem o chamado ciclo da água ou ciclo hidrológico.

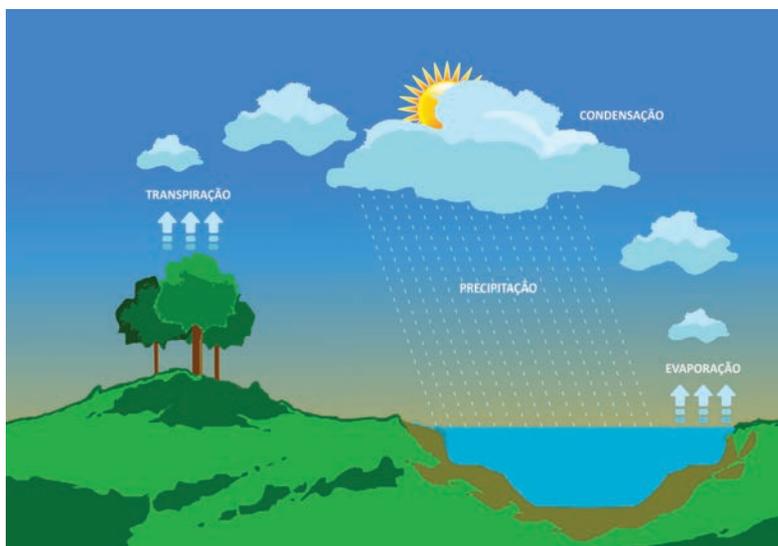


Ilustração: A. Matthiensen

Ciclo da água

Contudo, ao precipitar, a água da chuva pode capturar e carrear poluentes presentes na atmosfera, podendo, inclusive, ter seu pH alterado, quando a precipitação ocorre na superfície de coleta de água para aproveitamento, podendo carrear o material depositado sobre os telhados e comprometendo sua qualidade. Dessa forma, pode-se dizer que a qualidade da água da chuva armazenada nas cisternas dependerá das condições ambientais e da limpeza dos componentes por onde passa.

Em geral, as águas das cisternas apresentam baixa dureza, alcalinidade e salinidade, o que evita a ocorrência de rejeição e diminui os casos de diarreia em animais, quando da utilização na dessedentação. O pH costuma situar-se na faixa

considerada ideal para todos os usos preponderantes da água, entre 6,0 e 8,5, e a ocorrência de compostos nitrogenados, em suas diferentes formas (amônia, nitrito e nitrato), são raramente encontradas em concentrações maiores que os valores máximos permitidos para os padrões mais exigentes de qualidade da água. A qualidade química dessas águas é reconhecida como sendo superior à das águas de fontes superficiais, como rios e lagos e também das águas de poços, que podem apresentar elevados níveis de sais minerais e até mesmo metais tóxicos, devido ao contato com as rochas e contaminações do solo.

Para manter a qualidade físico-química da água da chuva durante o armazenamento é importante o uso dos dispositivos do sistema intermediário (descarte de sólidos grosseiros, descarte dos primeiros escoamentos e sistema de filtração). Também é importante a utilização de materiais que não possam descascar, soltar partes, ou liberar algum tipo de substância tóxica para a água.

Por sua vez, a qualidade microbiológica requer maiores cuidados. Estudos de qualidade microbiológica da água da chuva coletada mostram frequentemente a presença de organismos indicadores de contaminação fecal, assim como também a presença de alguns patógenos específicos. Um estudo sobre a qualidade da água de cisternas implantadas na região de abrangência do Comitê Jacutinga apontou a presença de *Escherichia coli*, que é uma bactéria indicadora de contaminação fecal, em 42,9% das amostras de água analisadas, de um total de 40 cisternas, antes da etapa de cloração (WASKIEWIC et al., 2017; HOSS et al., 2018).

Porém, é importante ressaltar que a água da chuva, quando utilizada para fins mais nobres, como é o caso da dessedentação animal, assim como ocorre com qualquer outra fonte de água, necessita passar por desinfecção. A desinfecção, como por exemplo a cloração, tem a função de eliminar os microrganismos presentes, minimizando o risco de contaminação.

OS DISPOSITIVOS DO SISTEMA INTERMEDIÁRIO



1. Dispositivo de descarte de sólidos grosseiros

Materiais como folhas, gravetos, frutos, animais mortos e dejetos, podem estar depositados sobre a área de captação e calhas, e serem carregados pela água para dentro do sistema. A presença desse tipo de material na cisterna contribui significativamente com a deterioração da qualidade da água e aumenta a frequência de necessidade de limpeza do reservatório. O dispositivo de descarte de sólidos grosseiros impede a entrada dos detritos de tamanho maior, impedindo que sigam junto com a água captada. Esse descarte é feito a partir de grades, telas ou peneiras.



Em primeiro plano, dispositivo de descarte de sólidos grosseiros.

No mercado, já existem disponíveis dispositivos prontos que devem ser instalados junto aos condutores (canos PVC). Alternativamente, esses dispositivos podem ser facilmente construídos com materiais simples. Outra forma possível, que foi a mais encontrada durante o cadastramento das cisternas, é a colocação de uma tela sobre as próprias calhas, o que, no caso de grande quantidade de detritos, evita o entupimento das calhas e condutores. Contudo, há a necessidade de serem removíveis, para que se possa, de tempos em tempos, realizar a limpeza das calhas.

OS DISPOSITIVOS DO SISTEMA INTERMEDIÁRIO

2. Descarte dos primeiros escoamentos

Após um período de estiagem, muitas impurezas transportadas pelos ventos, como poeira, ou provenientes da decomposição de detritos maiores e animais mortos, ficam depositadas sobre os telhados. Quando ocorre uma chuva, os primeiros milímetros de água fazem a lavagem da atmosfera e do telhado, tornando a qualidade destes primeiros escoamentos muito inferior, com alto teor de sólidos dissolvidos e particulados, além de elevada carga de microrganismos. Como estes resíduos possuem pequenos diâmetros ou até mesmo encontram-se solubilizados na água, o que impossibilita sua separação pelo dispositivo de retirada de sólidos grosseiros, aconselha-se o descarte dos primeiros milímetros de chuva, impedindo que essa água mais carregada de impurezas se misture com o volume armazenado na cisterna.

Para captações de grande porte, a maneira mais utilizada de realizar esse descarte é utilizando um reservatório de PVC – caixa d'água – com uma boia flutuante (figura abaixo), que permite a passagem da água para a cisterna apenas quando este reservatório estiver cheio. Antes do próximo episódio de chuva, a água armazenada neste reservatório deve ser descartada por meio de um pequeno orifício ou pela abertura de um registro, tornando o dispositivo apto a desviar novamente a água de lavagem dos telhados e da atmosfera.



Dispositivo de descarte dos primeiros escoamentos com boia flutuante.

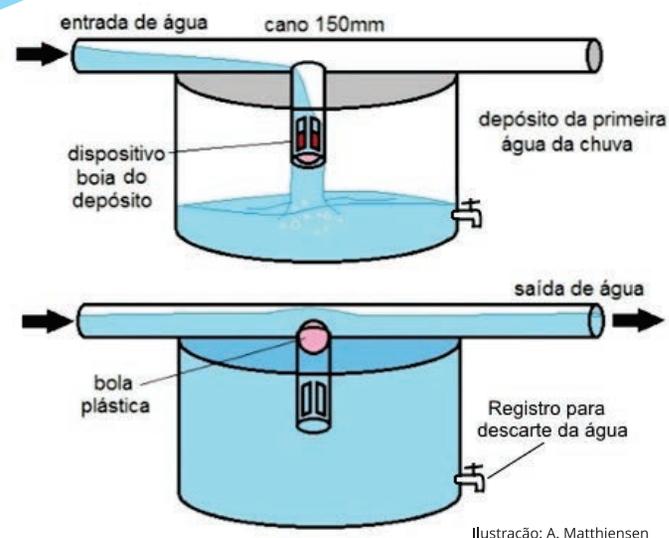
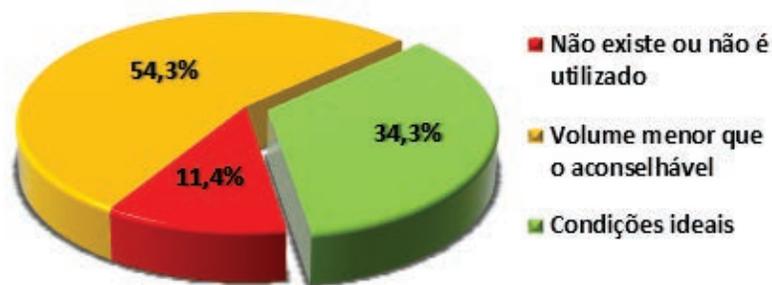


Ilustração: A. Matthiensen

Ilustração do funcionamento do dispositivo de descarte dos primeiros escoamentos.

O volume a ser descartado, que será também o volume útil deste dispositivo, é função da área de captação existente, já que se trata da água de lavagem da mesma. O descarte dos primeiros 2 mm de chuva é a recomendação mais utilizada no Brasil. Dessa forma, tem-se o volume necessário do reservatório de descarte ao multiplicar os 2 mm (0,002 m) ao somatório das áreas de telhado que contribuem para a captação da água da chuva, em m^2 . O resultado obtido será em metros cúbicos (m^3), que pode ser convertido em litros, ao multiplicar o valor encontrado por 1.000.

Apesar da importância deste dispositivo na qualidade da água armazenada e a facilidade em dimensioná-lo, é muito comum a utilização de dispositivos que descartam um volume menor que o recomendado, tornando-o menos eficaz. Em pesquisa realizada no ano de 2017 pelo Comitê Jacutinga, em parceria com a Embrapa Suínos e Aves e a Universidade Federal de Santa Catarina, de 35 sistemas de aproveitamento de água da chuva analisados, apenas 34,3% possuíam um reservatório de descarte dos primeiros escoamentos com capacidade para os primeiros 2 mm de chuva, em relação à área de captação existente. Em 11,4% dos casos, esse dispositivo não existia ou não era utilizado.



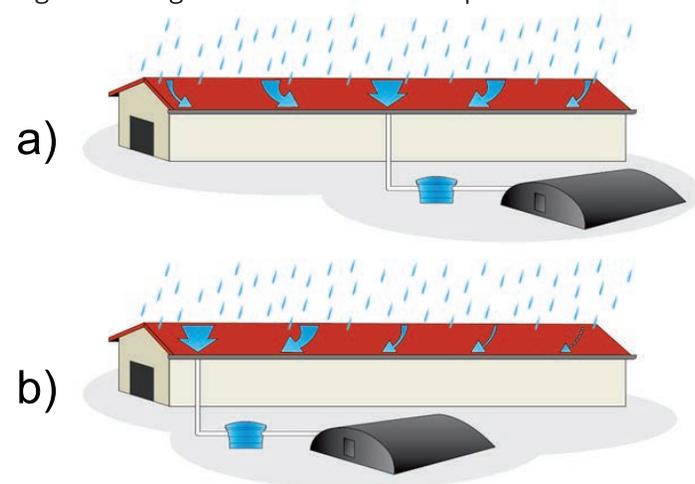
Percentual de adequação do volume da caixa dos primeiros escoamentos.

Outro problema encontrado é a falta de manejo do dispositivo, onde o reservatório de descarte não é esvaziado após o período de chuva e, assim, não funciona nos próximos episódios de precipitação. Essa falha no manejo torna o dispositivo totalmente ineficaz. Dessa forma, é muito importante que a caixa de primeiras águas permaneça sempre vazia e com a torneira fechada. Quando a chuva parar, a primeira coisa a ser feita é o descarte das águas que ficaram nessa caixa, deixando o sistema novamente pronto para o recebimento de novas águas na próxima chuva.

Alguns dispositivos de descarte dos primeiros escoamentos possuem um orifício/registo/torneira que permanece constantemente aberto, fazendo automaticamente a descarga do volume armazenado. Contudo, a vazão de saída desse orifício precisa ser mínima, de modo que permita o enchimento do reservatório e o mantenha cheio enquanto durar o evento de chuva. Esse sistema funciona relativamente bem, porém necessita checagem constante. Como a saída para o descarte possui uma abertura mínima e como a água que entrará nesse primeiro reservatório contém mais impurezas, há sempre o risco de entupimento dessa saída, comprometendo a atuação

do dispositivo.

Outra questão técnica observada é que, devido à grande extensão dos telhados das granjas, os primeiros milímetros de chuva que fazem a lavagem de diferentes pontos do telhado chegam em tempos diferentes no dispositivo de desvio e descarte. Isso diminui sua eficácia ou necessita do descarte de um volume maior de chuva. Essa situação ocorre, principalmente, quando toda a água coletada é encaminhada para um único ponto, localizado nas extremidades do comprimento das granjas (conforme ilustrado no caso b da figura abaixo). A água que faz a limpeza da extremidade oposta demora mais tempo para chegar até o dispositivo de descarte, podendo o mesmo já estar cheio no momento de sua chegada, permitindo sua entrada diretamente na cisterna. Dessa forma, a alternativa indicada é a junção das águas coletadas na parte central do telhado (caso a), homogeneizando o tempo de coleta da água de lavagem das extremidades opostas do telhado.



Localização do ponto de escoamento do telhado: a) situação mais próxima do ideal; b) situação que mais se observa em campo.

OS DISPOSITIVOS DO SISTEMA INTERMEDIÁRIO



3. Sistema de filtração

Os filtros são utilizados para melhorar ainda mais a qualidade da água que vai ser armazenada na cisterna. Tem por objetivo a retirada de detritos que tenham passado pelo dispositivo de descarte de sólidos grosseiros e não tenham sido descartados no dispositivo de descarte dos primeiros escoamentos.

A velocidade de filtração é um fator extremamente importante desses dispositivos. Em sistemas que possuem grande área de captação, a vazão de entrada de água no sistema é alta, principalmente em eventos de chuvas intensas. Dessa forma, para vencer tamanha vazão, a filtração deve ser rápida. Nesses casos, aconselha-se o uso de pedra britada como meio filtrante. Pode ser feita a utilização de filtros em paralelo, caso a vazão seja muito grande, ou em série, que possibilita um melhor polimento. Neste último caso, a granulometria da brita deve diminuir conforme a passagem nas caixas.



Filtros com pedra britada em série.

Há diversas configurações de sistemas de filtração, onde o fluxo de água pode passar pelo elemento filtrante de forma horizontal, tangencial, vertical descendente ou vertical ascendente. Para uma filtração rápida em pedra britada, é recomendável que o fluxo de filtração ocorra de forma vertical ascendente (de baixo para cima). Além de oferecer uma filtração mais eficiente, por trabalhar em sentido contrário à força da gravidade, esse tipo de filtração favorece o processo de limpeza por retrolavagem (limpeza no sentido contrário ao fluxo da filtração, ou seja, vertical descendente). Os esquemas de filtros de pedra britada por filtração ascendente podem ser observados na figura abaixo.

Esquema ilustrativo dos sistemas intermediários, com filtros de pedra britada por filtração ascendente.



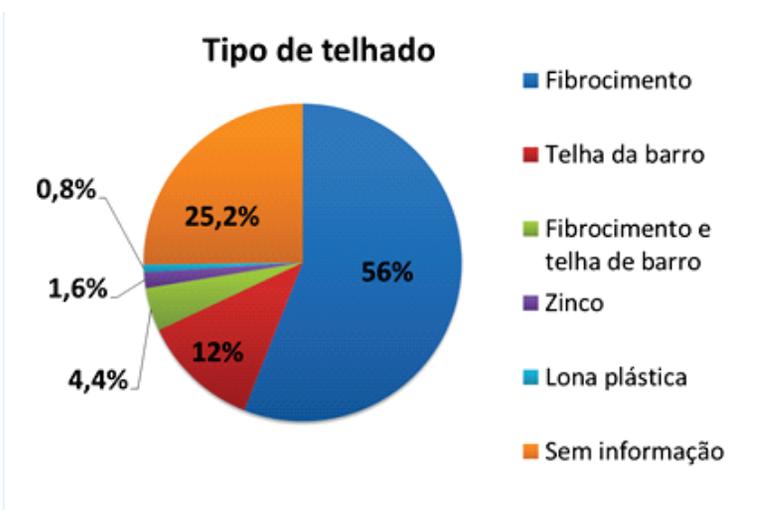
Deve-se ter cuidado com a possível colmatção (entupimento) dos filtros, onde os espaços vazios se tornam preenchidos pelos detritos filtrados e a água é impedida de seguir o seu fluxo normal. Um meio filtrante muito sujo também pode deixar de cumprir seu papel de elevar a qualidade da água e passar a ser uma fonte de contaminação. Para evitar estes problemas, as britas devem ser lavadas ou trocadas periodicamente (ver recomendações de frequência de limpeza adiante).

QUALIDADE DA ÁGUA COLETADA EM FUNÇÃO DO MATERIAL DO TELHADO



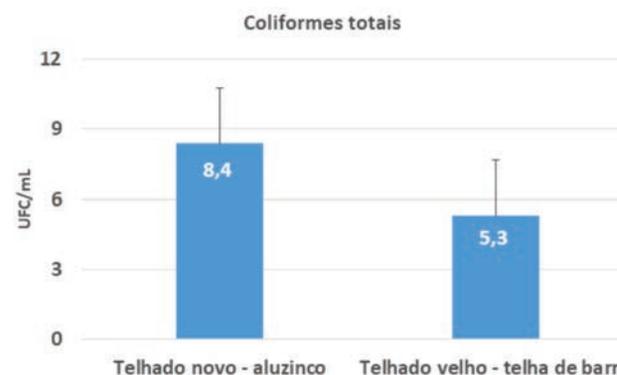
O principal fator relacionado com a qualidade da água da chuva captada é, na maioria dos casos, as características e condições de limpeza da área de captação. No caso de captações realizadas em telhados, as condições do ambiente, como a incidência de ventos fortes e a presença de fontes de contaminação fecal e de árvores próximas à área de captação, interferem negativamente nas condições de limpeza e higiene e, por consequência, na qualidade da água. O uso de telhados constituídos de materiais ásperos, com muitas ranhuras, também pode ser uma fonte de contaminação da água, ao acumular detritos e fixar microrganismos. Materiais reativos devem ser evitados.

Durante o levantamento das cisternas realizado pelo Comitê Jacutinga, em sua região de abrangência, foram identificados diferentes tipos de telhados utilizados como área de captação. Entre eles, destacam-se os telhados de fibrocimento e telha de barro.



Percentual dos diferentes tipos de telhados nas propriedades com cisternas da região de abrangência do Comitê Jacutinga.

Foi realizado um experimento onde foram analisadas amostras de água de cisternas coletadas de dois diferentes tipos de telhados, ambos localizados na Embrapa Suínos e Aves de Concórdia. Foi observada uma concentração maior de coliformes totais em um telhado novo, de aluzinco, referente a uma construção recente, do que a de uma amostra coletada em um telhado de barro, de um aviário antigo, com mais de 30 anos.



Estimativa da concentração média (com desvio padrão) de coliformes totais analisados em dois diferentes tipos de telhados, durante o período de 30 dias.

Esse resultado parece um contrassenso, pois revela informações em contrário do que seria o esperado, ou seja, uma qualidade microbiológica maior em telhados novos e sem rugosidades. A explicação para este resultado pode estar relacionada com a presença de um maior número de árvores nas proximidades da edificação com telhado de aluzinco. A existência de árvores próximas às áreas de captação tem-se mostrado, em diversos estudos, como de maior influência na qualidade microbiológica da água captada do que outros fatores, como a idade ou o material de composição dos telhados.

Novamente evidencia-se a necessidade da utilização dos sistemas intermediários de desvio dos primeiros escoamentos e uso de filtros, a fim de minimizar alterações na qualidade da água armazenada pelas condições ambientais e de limpeza da área de captação, bem como da desinfecção, caso o uso da água seja para dessedentação animal.

INFLUÊNCIA DOS DISPOSITIVOS DO SISTEMA INTERMEDIÁRIO NA QUALIDADE DA ÁGUA ARMazenADA



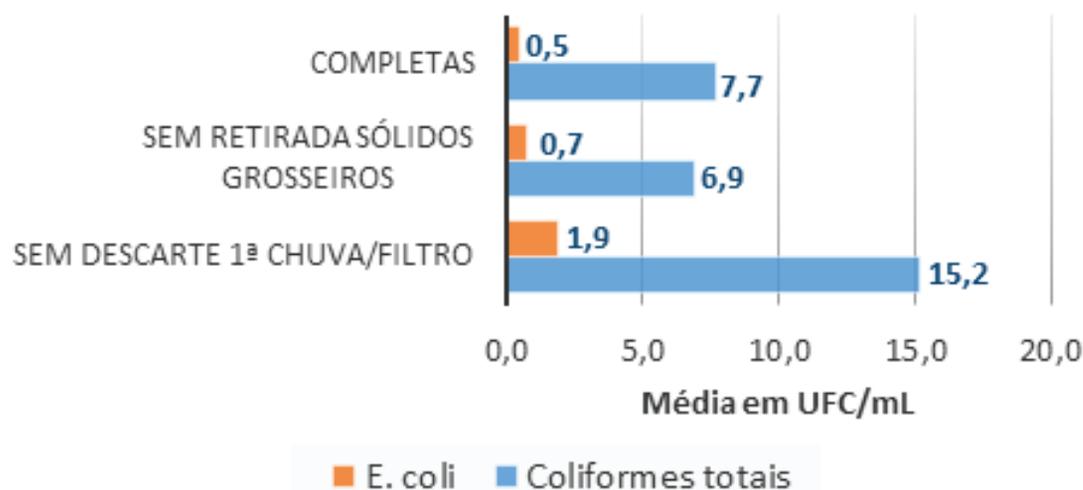
Estudos apontam que a utilização dos dispositivos do sistema intermediário tem grande influência na qualidade da água da chuva armazenada. Em um estudo realizado com as cisternas da região de abrangência do Comitê Jacutinga, os resultados das análises de qualidade das águas, tendo como base análises microbiológicas de coliformes totais e *E. coli*, foram divididos segundo 3 configurações de sistemas intermediários:

- 1) Cisternas que possuíam um sistema completo (com retirada de sólidos grosseiros, descarte dos primeiros escoamentos e filtros);
- 2) Cisternas com sistemas intermediários incompletos (sem retirada de sólidos grosseiros);
- 3) Cisternas com sistemas intermediários incompletos (sem descarte dos primeiros escoamentos e/ou filtros).

As médias encontradas nos grupos definidos para os parâmetros microbiológicos apontaram que o uso do dispositivo de descarte dos primeiros escoamentos e filtros diminuiu a incidência de coliformes totais e *E. coli*, sendo que os sistemas que possuíam estes dispositivos apresentaram redução de 50% ou mais nos parâmetros microbiológicos (figura abaixo).

Nos sistemas intermediários completos, para os parâmetros físico-químicos, foi possível observar redução nas concentrações de sólidos dissolvidos, salinidade, dureza e compostos nitrogenados, tornando a qualidade mais semelhante à da água da chuva antes do contato com a área de captação.

A ausência do dispositivo de retirada de sólidos grosseiros não resultou em grandes diferenças nos resultados, assemelhando-se aos sistemas completos. Estes resultados podem ser explicados devido ao fato de que os materiais não retirados por este dispositivo podem estar sendo barrados tanto no sistema de descarte dos primeiros escoamentos como nos filtros. Porém, a não utilização deste dispositivo pode acarretar o mau funcionamento e colmatação mais frequente dos filtros e, inexistindo esse dispositivo, ocorre prejuízo na qualidade da água armazenada na cisterna, com degradação dos detritos acumulados no fundo da cisterna.



Avaliação microbiológica da água em 3 configurações diferentes de sistemas intermediários, UFC/mL = Unidades formadoras de colônias por mililitro.

INFLUÊNCIA DO MANEJO E LIMPEZA NA QUALIDADE DA ÁGUA ARMazenADA



Para garantir a qualidade de uma fonte de água, boas práticas devem ser adotadas. Essa recomendação, que se aplica às fontes superficiais e subterrâneas, é também válida para a captação de água da chuva. A má utilização da tecnologia e a falta de manutenção e limpeza dos componentes do sistema são fatores que comprometem a qualidade da água da chuva captada e a viabilidade do seu uso.

A fim de verificar a influência das técnicas de manejo e limpeza na qualidade da água da chuva dos sistemas de aproveitamento utilizados na produção animal na região de abrangência do Comitê Jacutinga, os resultados das análises de qualidade das águas foram divididos segundo seu manejo em: manejo bom, regular e ruim.

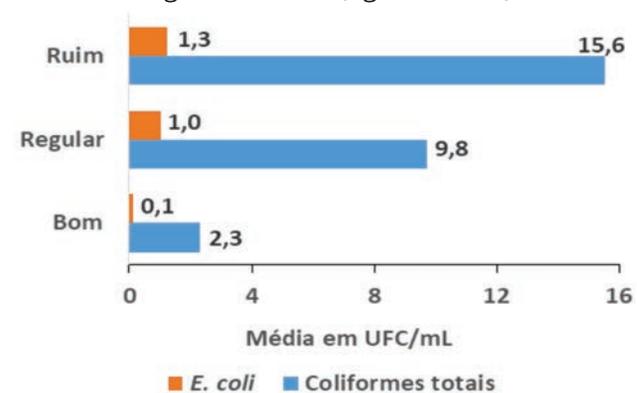
Os dados foram obtidos a partir de questionário aplicado aos proprietários rurais, e os critérios utilizados foram os apresentados na tabela abaixo. Nessa avaliação, apenas o manejo e limpeza dos sistemas intermediários foi levado em consideração. Os resultados são declaratórios, tendo participado desse questionário 36 propriedades que possuíam o sistema completo (descarte de sólidos grosseiros, descarte dos primeiros escoamentos e filtros).

Critérios para classificação dos tipos de manejo dos sistemas intermediários de proprietários com cisternas na área de abrangência do Comitê Jacutinga.

Classificação	Esvaziamento da caixa de descarte dos primeiros escoamentos	Limpeza do sistema de descarte dos primeiros escoamentos e filtro
Manejo bom	Após cada período de chuva	A cada 6 meses ou menos
Manejo regular	Mensal	Entre 6 meses e 1 ano
Manejo ruim	Nunca	Mais de 1 ano

Os resultados revelaram que a influência do manejo (incluindo limpeza) na qualidade da água armazenada é ainda mais significativa do que a utilização dos componentes do

sistema intermediário. Em apenas 27% dos sistemas com manejo enquadrado como “manejo bom” foram encontrados coliformes do tipo *E. coli*, em comparação a 60% e 64% dos casos de sistemas com manejo regular e ruim, respectivamente. A média de coliformes totais encontrada nos sistemas enquadrados como “manejo bom” foi cerca de 7 vezes menor que a dos sistemas enquadrados como “manejo ruim”. A diminuição encontrada na média de *E. coli* foi ainda maior, chegando a 10 vezes, quando comparados aos manejos considerados “regular” e “ruim” (figura abaixo).



Concentrações de coliformes totais e *E. coli* avaliados em cisternas com diferentes tipos de manejo de seus sistemas intermediários.

Além dos parâmetros microbiológicos, o manejo adequado dos sistemas mostrou minimizar concentrações e variações em diversos parâmetros físico-químicos, como sólidos dissolvidos totais, nitrato e nitrito. Os sistemas identificados como de “manejo ruim” se mostraram os mais suscetíveis às variações de qualidade da água.

Portanto, a simples existência de um sistema completo, com dispositivos de descarte dos primeiros escoamentos e filtração, não garantem, por si só, a qualidade da água armazenada. As práticas de manejo e limpeza dos sistemas se mostram fundamentais para o sucesso da aplicação desta tecnologia.

DESINFECÇÃO



A desinfecção é necessária quando ocorre a utilização da água da chuva para finalidades mais nobres, como a dessedentação animal, a fim de minimizar os riscos de doenças de veiculação hídrica, garantindo a qualidade sanitária da água. A cloração, radiação ultravioleta e ozonização são tratamentos que podem ser empregados, sendo a cloração a mais utilizada em áreas rurais, devido à sua eficiência, custo e praticidade de uso.

A maioria dos patógenos são destruídos pela cloração. Contudo, a eficácia do processo depende da qualidade da água a ser clorada. A presença de altos teores de matéria orgânica, que pode ser indicado pela turbidez e cor da água, inativa rapidamente o cloro, necessitando uma maior quantidade do mesmo.

Dessa forma, quanto mais eficiente for o sistema intermediário, com a separação dos primeiros milímetros de chuva e a retirada de detritos, melhor será o processo de cloração.

A cloração normalmente ocorre como a última etapa do tratamento da água, antes de seu uso. Não é recomendado que seja realizada dentro do reservatório da cisterna, pois o cloro pode reagir com o material orgânico presente no lodo sedimentado no fundo do tanque de armazenamento, podendo formar subprodutos e reduzir sua eficiência. Também pode reagir com as estruturas metálicas da cisterna. Recomenda-se a cloração na caixa de distribuição, em quantidades que, no caso de abastecimento de granjas de suínos e aves, seja suficiente para atender a criação durante poucos dias.

A eficácia da cloração pode ser verificada por meio do monitoramento do cloro livre residual na água, que deve ter uma concentração acima de 0,2 mg/L e menor que 5 mg/L. Observações indicam que concentrações de cloro em água acima dos 5 mg/L provocam rejeição do consumo pelos

animais pela percepção do cheiro e gosto resultantes na água. A medição do cloro residual livre, assim como a utilização da água, deve ser feita após um tempo mínimo de 30 minutos de contato do desinfetante com a água.

Outros fatores que devem ser considerados em relação à cloração são o pH e a temperatura da água. Em geral, a reatividade/eficiência do cloro diminui com o aumento do pH. Dessa forma, águas com alto pH necessitam de mais cloro para a desinfecção. A temperatura influencia na velocidade de reação do cloro, acelerando o processo em períodos mais quentes. Por isso, durante o período de inverno, quando as temperaturas são menores, o tempo de contato entre a água e o cloro, antes da utilização, deve ser maior.

Na desinfecção podem ser utilizados produtos contendo cloro líquido (hipoclorito de sódio), cloro granulado ou em pastilhas (hipoclorito de cálcio). O processo pode ser feito de forma automática ou manual. Algumas técnicas mais comuns são:

- Clorador manual: O modelo de clorador da Embrapa Instrumentação Agropecuária é de baixo custo de construção. Os materiais podem ser adquiridos em casas agropecuárias ou lojas de materiais de construção. Utiliza cloro granulado, e requer alimentação do sistema de cloração para cada enchimento da caixa de água. Maiores informações podem ser obtidas em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/46704/clorador-embrapa>

- Modelos de cloração com pastilhas: utiliza-se cloro granulado, de preferência estabilizado, que normalmente contém 60% desse elemento químico, na forma de pastilhas de hipoclorito. Ex: hipoclorito de cálcio. O monitoramento é periódico para acompanhar a dissolução da pastilha. Há, no mercado, equipamentos disponíveis para a cloração da água utilizando pastilhas.

MANEJO E LIMPEZA IDEAIS - RECOMENDAÇÕES

A norma brasileira ABNT NBR 15527, de 15 de abril de 2019 (segunda edição), traz algumas recomendações quanto à frequência de manutenção dos componentes de um sistema de aproveitamento de água da chuva, que são apresentados na tabela abaixo.

Recomendações de frequência de inspeção, limpeza e desinfecção para os diversos componentes de um sistema de coleta, armazenamento e tratamento de água da chuva.

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de sólidos grosseiros	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Calhas, condutores verticais e horizontais	Inspeção semestral e limpeza quando necessário
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatórios	Inspeção anual e limpeza quando necessário

Adaptado de ABNT NBR 15527/2019

Note-se que, apesar da NBR 15527/19 nortear a limpeza do dispositivo de descarte dos escoamentos iniciais como mensal, o ideal é que este dispositivo seja manejado conforme a incidência de episódios de chuva. Após uma sequência de 3 ou 4 dias sem chuva, o reservatório deve ser esvaziado, de modo que esteja vazio no início da próxima chuva e, portanto, apto a desviar a água de limpeza dos telhados.

A manutenção das calhas, além de evitar a contaminação da água, evita a perda de eficiência do sistema, devido ao possível extravasamento de água na calha pela acumulação de detritos e consequente diminuição de seu

volume útil. O mesmo vale para o dispositivo de descarte de sólidos grosseiros, que pode entupir devido ao acúmulo de detritos e impedir a passagem da água.

A frequência de limpeza do reservatório varia conforme a qualidade da água que entra no sistema e a boa manutenção da cisterna. A utilização do sistema intermediário, com manejo e manutenção adequados, diminui a entrada de sólidos no reservatório, fazendo com que a frequência de limpeza possa ser diminuída. Assim, uma inspeção mais frequente pode avaliar melhor a necessidade da limpeza, à medida que o sedimento de fundo se acumula. A acumulação de sedimentos na cisterna pode ser uma fonte de



água, resultando em repulsa no momento de consumo pelos animais, com queda de rendimento zootécnico.

Quando confirmada a necessidade, a limpeza do reservatório da cisterna se dá pelo esvaziamento completo e limpeza das paredes e fundo. Esse processo deve ser realizado em período de baixa vulnerabilidade de água e/ou quando a cisterna se encontrar em seu nível mínimo. A retirada do lodo acumulado no fundo pode ser realizada sem a necessidade de esvaziamento da cisterna, a partir de um sifão ou por bombeamento, usando uma motobomba.

A limpeza do reservatório da cisterna foi um dos quesitos de manejo mais deficientes encontrado em sistemas instalados em propriedades de produção animal. O

grande volume das cisternas torna esse processo trabalhoso e dispendioso, e ainda se mostram necessárias a disseminação de técnicas e procedimentos para a retirada do lodo do fundo.

A tabela abaixo compila os cuidados e manutenções recomendados para os componentes do sistema e as condições ambientais e o risco potencial associado com cada uma das práticas.

Ações de manejo e manutenção, e os riscos potenciais associados, em relação aos componentes de um sistema de coleta, armazenamento e tratamento da água da chuva.

**O MANEJO
INADEQUADO E A FALTA DE
MANUTENÇÃO E LIMPEZA
DOS COMPONENTES DO
SISTEMA PODEM CONDENAR
UMA ÓTIMA TECNOLOGIA!**

Componente	Ações de manejo e manutenção	Risco potencial associado
Telhados, calhas e condutores	Utilização de materiais não reativos;	Contaminação química da água;
	Inspeção, limpeza regular, troca de partes conforme necessidade.	Alterações físico-químicas e microbiológicas da água; perda da eficiência do sistema por perdas de água devido à obstrução das calhas e condutores desconectados ou rachados.
Dispositivo de descarte de sólidos grosseiros	Inspeção e limpeza regular.	Perda da eficiência do sistema por perdas de água devido à obstrução das grades/telas/peneiras; alterações físico-químicas e microbiológicas da água.
Dispositivo de descarte dos primeiros escoamentos	Esvaziamento do reservatório a cada episódio de chuva;	Ineficácia do sistema e armazenamento de água de pior qualidade;
	Inspeção e limpeza regular.	Alterações físico-químicas e microbiológicas da água.
Filtros	Inspeção e limpeza, ou troca do meio filtrante regularmente.	Alterações físico-químicas e microbiológicas da água.
Reservatório (cisterna)	Inspeção regular da integridade estrutural e o completo fechamento de todas as entradas e saídas;	Entrada de animais, mosquitos e água de drenagem superficial no tanque; disseminação de doenças por vetores; alterações físico-químicas e microbiológicas da água;
	Inspeção sobre acumulação de lodo no fundo do reservatório da cisterna, realizando a limpeza/retirada do lodo quando necessário.	Alterações físico-químicas e microbiológicas da água, como cor e odor.
Condições ambientais	Inspeccionar a presença de árvores muito próximas ou sobre a área de captação, podando os galhos quando necessário;	Acesso de pássaros e pequenos animais; rápido entupimento de filtros e maior entrada de matéria orgânica no tanque;
	Boas práticas no tratamento de esgoto doméstico e animal, na produção animal e uso de insumos na agricultura.	Alterações físico-químicas e microbiológicas da água.

MONITORAMENTO PERIÓDICO DA QUALIDADE DA ÁGUA



A qualidade da água da chuva coletada e armazenada em cisternas deve ser analisada, de modo que possa ser utilizada de forma segura. Dessa forma, as análises a serem realizadas e a interpretação dos resultados deve ser compatível com os usos pretendidos. No caso da dessedentação animal, a água deve ser analisada periodicamente, e de forma mais intensa quando houver indícios de mau desempenho dos animais ou de doenças inespecíficas, que possam ter relação com a água.

O Brasil ainda carece de uma legislação que indique os parâmetros a serem avaliados para o aproveitamento de águas da chuva e seus limites de adequação conforme o uso pretendido. A NBR 15527/19, que trata sobre o aproveitamento de água da chuva em coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, traz algumas recomendações de parâmetros e seus respectivos limites, assim como de frequência de análise, conforme apresentado na tabela abaixo.

Parâmetros mínimos de qualidade da água da chuva para usos não potáveis

Parâmetro	Valor
<i>Escherichia coli</i>	< 200 em 100 mL
Turbidez	< 5,0 uT
pH	6,0 a 9,0

Legenda da tabela: uT – unidades de turbidez. Adaptado de ABNT NBR 15527/2019.

Na utilização da água para o consumo animal ainda é aconselhável a determinação de sólidos dissolvidos totais que, preferencialmente deve estar abaixo de 1.000 mg/L, além de sulfatos, nitrato e nitrito. Caso haja indícios de concentrações elevadas de contaminantes específicos, os mesmos devem ser incorporados nos parâmetros de análise. A procura por microrganismos patogênicos específicos, como *Salmonella spp* e vírus, que possam vir a causar algum agravamento na saúde e desempenhos dos animais, pode ser acrescentado diante da necessidade, e o processo de cloração deve ser refor-

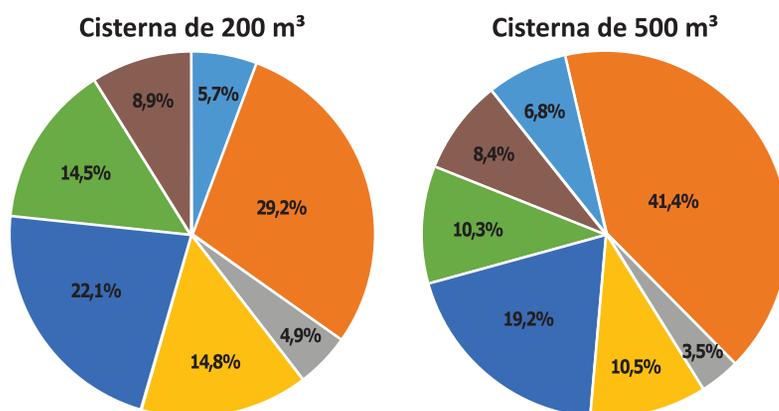
çado/revisado, para o retorno da qualidade sanitária da água.

O procedimento de análises pode ser realizado junto aos laboratórios locais, serviços de Extensão Rural e Secretarias de Agricultura Municipais, que poderão realizar ou encaminhar as amostras para análise e verificação da qualidade da água de acordo com os padrões oficiais de potabilidade. O produtor deve coletar a amostra, evitando contaminações e utilizando recipientes esterilizados, no caso de análise microbiológica, e levá-la até um dos locais indicados no prazo máximo de 24 horas.

CUSTOS ASSOCIADOS



Os custos de um sistema de aproveitamento de água da chuva variam significativamente conforme suas dimensões e os materiais empregados. Os telhados que constituem a área de captação não são considerados nos cálculos de custo, pois trata-se de uma necessidade da própria edificação, sendo sua presença independente da utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva. Em geral, o reservatório (cisterna) é o componente mais oneroso, carecendo de maior atenção no seu dimensionamento e técnicas de construção empregadas. Quanto maior for a área de captação, maior será o volume de água coletado, e o potencial de suprimento da demanda hídrica a partir da água da chuva coletada se tornará maior. Contudo, principalmente em telhados onde o comprimento é muito maior que a largura, como é o caso dos aviários e galpões de suínos, as calhas assumem percentual relevante dos custos.



- Escavação
- Revestimento e estrutura da cisterna
- Sistema de filtros
- Motobomba / acessórios
- Calhas
- Tubulação e conexões
- Frete e mão-de-obra

Percentual de custos dos diversos componentes e serviços envolvidos na instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva, para dois volumes diferentes de reservatórios.

INCENTIVOS AO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA



Em 31 de outubro de 2017 foi incluído na Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/97, o seguinte objetivo: incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. No Estado de Santa Catarina, a Lei nº 14.675/09 que institui o Código Estadual do Meio Ambiente, em seu Art. 218, dispõe que “as atividades/empreendimentos licenciáveis, quando usuários de recursos hídricos, devem prever sistemas para coleta de água de chuva para usos diversos” (SANTA CATARINA, 2009). Essa lei implica que atividades, como por exemplo a produção de aves e suínos, mesmo as já licenciadas, precisarão ter sistema de coleta e armazenamento de água da chuva para que sua licença seja renovada.

A captação e o aproveitamento de água da chuva são incentivados por se tratar de uma técnica relativamente simples com alto potencial de minimizar problemas de escassez de água em períodos de estiagem e diminuir a utilização e dependência de fontes de água superficiais e subterrâneas. O armazenamento da água da chuva também reduz a quantidade de água a escoar sobre o solo, minimizando possíveis erosões e alagamentos.

O primeiro programa de incentivo à instalação de cisternas em SC teve início com a Resolução nº 017/2005/SAR/Cederural, de 12 de setembro de 2005, que

resultou na criação do Programa de Revitalização das Atividades Rurais de SC, em 2008. No referido programa destacava-se o "Projeto Água da Chuva", cujo incentivo foi o subsídio de 100% da taxa de juros dos recursos financiados junto a agentes financeiros conveniados. Ao longo desse período, foi criado também o "Programa Revitalizar", que, posteriormente, passou a se chamar "Programa Juro Zero", custeado com recursos do Fundo de Desenvolvimento Rural (FDR), mantido pelo governo de SC.

Em 2015, o governo de SC lançou o "Programa Água para o Campo", que previa a construção de 1.864 cisternas, custeado com recurso do FDR. Nesse programa, as cisternas tinham capacidade de armazenagem de 500 m³, com subsídio de 50% do valor financiado, caso o ressarcimento ocorresse em até 12 meses após a instalação. Paralelo a esses programas, o governo estadual mantém em vigor o "Programa Menos Juros", que apoia e subvenciona financiamentos a produtores rurais para captação, armazenagem e uso da água.

Quanto à demanda futura de recursos para a instalação de novas cisternas, mais recursos serão necessários, principalmente se levarmos em conta a aplicabilidade efetiva do Art. 218 do Código Estadual de Meio Ambiente (Lei 14.675/2009).

REFERÊNCIAS



ABNT (2019). NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Segunda Edição, 14 p. ISBN 978-85-07-07999-6.

ANA (2005). Cadernos de Recursos Hídricos: Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil. Agência Nacional da Águas, Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF, 134p.

ANA (2019). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2019 – Informe Anual. Agência Nacional da Águas, Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília – DF, 110p.

BALDISSERA, I.T.; STEFFENS, R.F.; OLIVEIRA, Y.V.; KLOCK, A.L.S. (2015). Cisternas: construção, utilização e manutenção. Boletim Técnico nº 167. Epagri, Florianópolis – SC, 32p.

BRASIL (1997). Lei Federal n.º 9.433, de 9 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

COMASSETTO, V.; MATTHIENSEN, A.; ALVES, J.; FAVASSA, C.T.A.; YABIKU, V.M.; WASKIEWIC, M.E.; BÓLICO, J. (2014). Diagnóstico das águas subterrâneas na bacia do Rio Jacutinga e contíguos. In: Anais do IXX Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas; XVIII Encontro Nacional De Perfuradores De Poços e VIII Feira Nacional Da Água-Fenágua, Belo Horizonte, Out. 2014, 20 p.

HOSS, C.G.; MATTHIENSEN, A.; TAVARES, J.M.R.; WASKIEWIC, M.E., BELLI FILHO, P. (2018). Qualidade da água proveniente de sistemas de aproveitamento de água da chuva utilizados na produção intensiva de suínos e aves. In: XIV SIBESA, 18-20 Jun, Foz do Iguaçu-PR. ABES, 7p.

HOSS, C.G.; TAVARES, J.M.R.; BELLI FILHO, P.; MATTHIENSEN, A. (2019). Potencial de aproveitamento de água da chuva em granjas de produção intensiva de suínos e aves em Concórdia – SC, em função da variabilidade da precipitação.

MINUZZI, R.B. & LOPES, F.Z. (2014). Variabilidade de índices de

chuva nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Bioscience Journal, v. 30, n. 3: 697-706. Uberlândia- MG.

MONTEIRO, M. & SILVA, P. do V. (2018). Clima, estiagem climática e meses secos. In: M.J.C.C. Freitas & F.H. Oliveira (Orgs.). Estiagem no Oeste Catarinense – Diagnóstico e Resiliência. Secretaria de Estado da Defesa Civil de Santa Catarina, Editora UDESC, Florianópolis, SC, pg. 44-82. ISBN: 978-85-830-2134-6.

OLIVEIRA, P. A. V. de; MATTHIENSEN, A.; ALBINO, J. J.; BASSI, L. J.; GRINGS, V. H.; BALDI, P. C. Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves. Série Documentos nº 157 – Embrapa Suínos e Aves, Concórdia – SC. 2012

SANTA CATARINA (2009). Lei Estadual nº 14.675, 13 de Abril de 2009. Código Estadual do Meio Ambiente. Florianópolis – SC, 92p.

SDS (2006). Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável, 134p.

SILVA, D.R.A. & KIRCHNEIM, R.E. (2011). Informações Hidrogeológicas do Estado de Santa Catarina. In: XIX Congresso Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió – AL, ABRH, p 1-18.

VALDATI, J., LINHEIRA, G., KABILIO, M.L. (2018). Recursos hídricos no oeste catarinense. Cap. III. In: M.J.C.C. Freitas & F.H. Oliveira (Orgs.). Estiagem no Oeste Catarinense – Diagnóstico e Resiliência. Secretaria de Estado da Defesa Civil de Santa Catarina, Editora UDESC, Florianópolis, SC, pg. 83-116. ISBN: 978-85-830-2134-6.

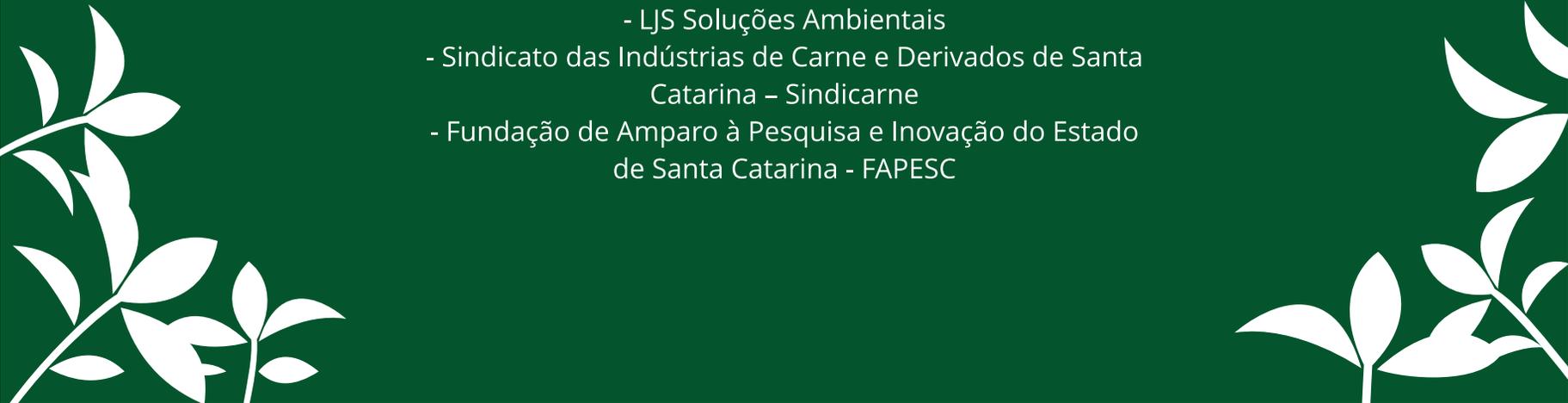
WASKIEWIC, M.E.; COMASSETTO, W.; TITON, M.A.; GIRON, J.; FAVASSA, C.A.; MATTHIENSEN, A. (2017). Dinâmica de uso de cisternas no contexto da gestão integrada da água na bacia hidrográfica do rio jacutinga e contíguos (SC). In: Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, Nov./Dez. 2017, 8 p.



REALIZAÇÃO

- Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas – Comitê Jacutinga
- Consórcio Intermunicipal Multifinalitário do Alto Uruguai Catarinense – Consórcio Lambari
- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri
- Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
- Universidade do Contestado - Mestrado em - Engenharia Civil, Ambiental e Sanitária – Campus Concórdia
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Suínos e Aves

APOIO

- Prefeitura Municipal de Concórdia
 - Avesuy Projetos Ambientais
 - BioTer Proteção Ambiental Ltda.
 - Lappa – Engenharia e Meio Ambiente
 - LJS Soluções Ambientais
 - Sindicato das Indústrias de Carne e Derivados de Santa Catarina – Sindicarne
 - Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC
- 



COMITÊ DO **Rio**
Jacutinga
E CONTÍGUOS

