



Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente
[recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente
a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-429-0

DOI 10.22533/at.ed.290192506

1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos
econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique
Ajuz. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CIDADES SUSTENTÁVEIS: PRÁTICAS PARA A RECUPERAÇÃO DAS ÁGUAS	
Aline Pereira Gaspar Karen Niccoli Ramirez	
DOI 10.22533/at.ed.2901925061	
CAPÍTULO 2	14
APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM EMPREENDIMENTOS RURAIS: CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E UTILIZAÇÃO	
Natalia da Rocha Pinto Elfride Anrain Lindner	
DOI 10.22533/at.ed.2901925062	
CAPÍTULO 3	31
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DOMÉSTICA UTILIZANDO PROCESSOS DE FILTRO BIOLÓGICO, FOTOCATÁLISE DE TiO ₂ E ADIÇÃO DE MORINGA	
Maria Marcyara Silva Souza Francisco Wellington Martins da Silva Antônia Mayara dos Santos Mendes Quezia Barboza Rodrigues Juan Carlos Alvarado Alcócer	
DOI 10.22533/at.ed.2901925063	
CAPÍTULO 4	41
DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA UTILIZANDO BOMBA DE ÁGUA COM ENERGIA MOLECULAR E TUBOS DE BOROSSILICATO	
Igor José Langer Luis Eduardo Palomino Bolivar	
DOI 10.22533/at.ed.2901925064	
CAPÍTULO 5	47
CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E REVISÃO DAS TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA NOS CAMPOS MADUROS DA BACIA DO RECÔNCAVO	
Thaís Freitas Barbosa Victor Menezes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.2901925065	
CAPÍTULO 6	60
CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE QUATRO SUB-BACIAS DE DRENAGEM DE PONTA GROSSA-PR	
Rafaela Paes de Souza Barbosa Gustavo Forastiere Simoneli Maria Magdalena Ribas Döll Mayra Alves Donato	
DOI 10.22533/at.ed.2901925066	

CAPÍTULO 7	73
VERIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE HÍDRICA DA LAGOA COSTEIRA DE JACAREPAGUÁ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Ana Carolina Silva de Oliveira Lima Ana Cláudia Pimentel de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2901925067	
CAPÍTULO 8	77
POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E TOXICIDADE DE PRODUTOS COMERCIAIS À BASE DE FUMO (<i>NICOTIANA TABACUM</i>) UTILIZADOS EM AGRICULTURA ORGÂNICA	
Magda Regina Santiago Lígia Maria Salvo	
DOI 10.22533/at.ed.2901925068	
CAPÍTULO 9	85
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E GEOTÉCNICA: CARTILHA INFANTIL E O PROJETO GEOPREVENÇÃO	
Carla Vieira Pontes Talita Gantus de Oliveira Vitor Pereira Faro Roberta Bomfim Boszczowski	
DOI 10.22533/at.ed.2901925069	
CAPÍTULO 10	95
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA CAMADA DE COBERTURA NA ESTABILIDADE EM ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Alison de Souza Norberto Rafaella de Moura Medeiros Maria Odete Holanda Mariano	
DOI 10.22533/at.ed.29019250610	
CAPÍTULO 11	104
AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS) DE UM HOSPITAL MATERNIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Leonardo de Lima Moura Claudio Fernando Mahler	
DOI 10.22533/at.ed.29019250611	
CAPÍTULO 12	117
UM ESTUDO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE PAPEL PARA UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MANHUAÇU	
Millena Gabriela Gualberto de Souza Nandeyara de Oliveira Costa Glaucio Luciano de Araujo Marcela Moreira Couto	
DOI 10.22533/at.ed.29019250612	
CAPÍTULO 13	126
BIOGÁS: O APROVEITAMENTO ENERGICO DO GÁS METANO GERADO EM ATERROS SANITÁRIOS	
Daniela Cristiano Rufino	
DOI 10.22533/at.ed.29019250613	

CAPÍTULO 14	138
PRODUÇÃO DE BIOETANOL UTILIZANDO HIDROLISADO CELULÓSICO DE BIOMASSA	
Cristian Jacques Bolner de Lima	
Francieli Fernandes	
Charles Souza da Silva	
Juniele Gonçalves Amador	
Charles Nunes de Lima	
Monique Virões Barbosa dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.29019250614	
CAPÍTULO 15	146
PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE SUÍNOS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PROPRIEDADES RURAIS DA REGIÃO DE CANOINHAS-SC	
Bruna Weinhardt da Silveira	
Leila Cardoso	
Olaf Graupmann	
DOI 10.22533/at.ed.29019250615	
CAPÍTULO 16	150
MODELAGEM DE BIORRETORES EM SÉRIE E COM RECICLO PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO INDUSTRIAL	
Guilherme Guimaraes Ascendino	
Juan Canellas Bosch Neto	
Laura de Oliveira Martins Torres	
DOI 10.22533/at.ed.29019250616	
CAPÍTULO 17	166
O USO DO HIDROGÊNIO EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	
Gustavo Destefani Picheli	
Luiz Carlos Vieira Guedes	
DOI 10.22533/at.ed.29019250617	
CAPÍTULO 18	183
ENERGIA SOLAR: PANORAMA BRASILEIRO	
Douglas Mito Cerezoli	
Leonardo Vinhaga	
Camila Ricci	
DOI 10.22533/at.ed.29019250618	
CAPÍTULO 19	195
ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL – ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM	
Daniel Marcos de Lima e Silva	
Maísa de Castro Silva	
Marcelo Ferreira Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.29019250619	

CAPÍTULO 20	211
USINAS SOLARES FLUTUANTES EM RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A DEMANDA DE GERAÇÃO DE ENERGIA NA REGIÃO NORDESTE	
Jéssica Beatriz Dantas Antonio Ricardo Zaninelli do Nascimento Thayse Farias de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.29019250620	
CAPÍTULO 21	222
CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES NATURAIS	
José Waltrudes Castanheira Pereira Márcio Cataldi	
DOI 10.22533/at.ed.29019250621	
CAPÍTULO 22	238
AVALIAÇÃO ANALÍTICA DAS EFICIÊNCIAS TÉRMICAS E ELÉTRICAS DE UM MÓDULO FOTOVOLTAICO ACOPLADO A UM COLETOR SOLAR DE PLACA PLANA	
Maxwell Sousa Costa Anderson da Silva Rocha Lucas Paglioni Pataro Faria	
DOI 10.22533/at.ed.29019250622	
CAPÍTULO 23	252
ESTUDO DO POTENCIAL EÓLICO NAS REGIÕES NOROESTE E SUL DO ESTADO DO CEARÁ NO PERÍODO DE 2013 À 2016	
Amanda Souza da Silva Rejane Félix Pereira Umberto Sampaio Madeiro Junior Guilherme Geremias Prata Ivandro de Jesus Moreno de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.29019250623	
CAPÍTULO 24	258
INVESTIGAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA E UTILIZAÇÃO DE PAPEL RECICLADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MINAS GERAIS	
Nandeyara de Oliveira Costa Millena Gabriela Gualberto de Souza Glaucio Luciano de Araújo Marcela Moreira Couto	
DOI 10.22533/at.ed.29019250624	
CAPÍTULO 25	270
UTILIZAÇÃO DA CINZA RESULTANTE DA INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAPEL	
Olaf Graupmann Susan Hatschbach Graupmann	
DOI 10.22533/at.ed.29019250625	
CAPÍTULO 26	273
PRODUÇÃO DE LUMINÁRIAS A PARTIR DE RESÍDUOS DE MADEIRA	
Ana Luiza Enders Nunes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.29019250626	

CAPÍTULO 27	279
REAPROVEITAMENTO DE MATERIAL FRESADO EM CAMADAS DE BASE DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS FLEXÍVEIS	
<p>Marcos Túlio Fernandes Jouséberon Miguel da Silva Henrique Lopes Jardim Alaor Afonso Ramos Soares Glaucimar Lima Dutra</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250627	
CAPÍTULO 28	289
NOVA PROPOSTA DE ANTENA TÊXTIL COM SUBSTRATO BIODEGRADÁVEL PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO	
<p>Matheus Emanuel Tavares Sousa Humberto Dionísio de Andrade Samanta Mesquita de Holanda Idalmir de Souza Queiroz Júnior</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250628	
CAPÍTULO 29	296
RISCOS DE INCÊNDIO ASSOCIADOS AO USO DE LÍQUIDOS IÔNICOS EM DIFERENTES PROCESSOS	
<p>Milson dos Santos Barbosa Isabela Nascimento Souza Juliana Lisboa Santana Isabelle Maria Duarte Gonzaga Lays Carvalho de Almeida Aline Resende Dória Luma Mirely Souza Brandão Débora da Silva Vilar Priscilla Sayonara de Sousa Brandão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250629	
CAPÍTULO 30	307
CENÁRIO DAS PESQUISAS SOBRE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE IMPLANTAÇÃO OU DUPLICAÇÃO DE RODOVIAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
<p>Zeferino José Alencar Bezerra Emerson Acácio Feitosa Santos João Gomes da Costa Thiago José Matos Rocha Aldemar Feitosa dos Santos Jessé Marques da Silva Júnior Pavão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250630	
CAPÍTULO 31	323
A MECÂNICA DOS AGENTES IMPONDERÁVEIS: UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PARA AS DISCIPLINAS DE QUÍMICA E MECÂNICA NO ENSINO TÉCNICO	
<p>Maria Lia Scalli Fonseca Felipe de Lucas Barbosa José Otavio Baldinato</p>	
DOI 10.22533/at.ed.29019250631	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	341

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM EMPREENDIMENTOS RURAIS: CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E UTILIZAÇÃO

Natalia da Rocha Pinto

Universidade do Oeste de Santa Catarina –
Unoesc
Joaçaba – SC

Elfride Anrain Lindner

Universidade do Oeste de Santa Catarina –
Unoesc
Joaçaba – SC

RESUMO: Realizou-se projeto de sistema de captação, armazenamento e utilização de águas pluviais para propriedade rural (68 ha) em Videira/SC. Há oito edificações rurais (cinco aviários e três granjas de suínos). Considerou-se a precipitação, a área de coleta e a demanda passível de substituição. A precipitação média foi ponderada (Thiessen, área de círculo, raio de 30 km da prefeitura de Videira, *software* AutoCAD), para dimensionamento da cisterna. Mensurou-se a área de telhado disponível para captação da água pluvial, identificando o material das coberturas. A equação de chuvas intensas para Videira/SC resultou em $167 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ (uso para dimensões de calhas e condutores verticais). A área de captação necessária é de 3.400 m^2 , atendida pelo telhado de três granjas de suínos. Reduz-se o bombeamento graças ao desnível de 100 m do terreno, das granjas até os aviários. As calhas, total 600 m (100 m cada aba, 3 pocilgas), são em PVC, diâmetro

100 mm; são 30 condutores verticais, ambos os lados. Para economia de bombeamento (motobomba potência de 1 CV ou menos), são previstos três conjuntos, dotados: depósito, com boia para descarte da primeira água da chuva; filtros em fibra de vidro de 1.000 litros e material filtrante (pedra marroada, brita nº 2 e brita nº 1); cisternas, no total de 500 m^3 . O orçamento do sistema em 3 conjuntos totaliza R\$ 228.592,91. A tubulação para condução das águas representa cerca de 30% do valor total da obra. Quanto mais próximos os locais de armazenamento das edificações, mais econômico fica o sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação. Uso de água de chuva. Granjas e aviários.

ABSTRACT: A project for the capture, storage and use of rainwater for rural property (68 ha) was carried out in Videira / SC. There are eight rural buildings (five aviaries and three pig farms). Precipitation, collection area and substitutable demand were considered. The mean precipitation was weighted (Thiessen, circle area, 30 km radius of the Videira prefecture, AutoCAD software), for sizing the tank. The available roof area was surveyed to capture the rainwater, identifying the material of the roofs. The intense rainfall equation for Vine / SC resulted in $167 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ (use for gutter and vertical conductor dimensions). The required

catchment area is 3,400 m², served by the roof of three pig farms. Reduced pumping thanks to the 100 m slope of the land, from the farms to the aviaries. The rails, total 600 m (100 m each flap, 3 pigs), are in PVC, diameter 100 mm; are 30 vertical conductors, both sides. For economy of pumping (motor pump power of 1 CV or less), three sets are provided, equipped: tank, with float for disposal of the first rainwater; 1000 litres glass fibre filters and filter material (brownstone, crushed stone # 2 and crushed stone # 1); tanks, totalling 500 m³. The budget of the system in 3 sets totals R \$ 228,592.91. The pipeline for conducting the water represents about 30% of the total value of the work. The closer the storage locations of buildings, the more economical the system becomes.

KEYWORDS: Precipitation. Use of rainwater. Farms and aviaries.

1 | INTRODUÇÃO

O aproveitamento das águas pluviais traz vantagens econômicas e ambientais, pela substituição da água subterrânea, pelo efeito da retenção que diminui os picos de cheia, promovendo a gestão sustentável dos recursos hídricos através do menor consumo de água potável para fins menos nobres.

A captação das águas pluviais pode ser realizada em telhados de casas ou demais construções, utilizando-se de calhas e encanamentos condutores que as direcionam para as cisternas (ou outro tipo de reservatório), onde são armazenadas. Nas propriedades rurais que possuem edificações como aviários, as grandes áreas de cobertura dessas estruturas representam uma boa fonte de captação. O volume dos reservatórios deve ser calculado em função da demanda de água da propriedade.

A viabilidade depende de três fatores principais: precipitação, área de coleta e demanda. Portanto, antes de qualquer dimensionamento, deve-se conhecer os dados de água de chuva para a região, as áreas de captação, bem como suas características, a quantificação da demanda de água passível de substituição nesses empreendimentos rurais, para, posteriormente, ser aferido o volume da cisterna para reservar as águas pluviais por um tempo determinado.

1.1 Justificativa

A elaboração de projetos e execução de sistemas de aproveitamento das águas providas das chuvas vêm sendo procurada por empreendedores rurais que pretendem gerir o consumo de água em suas propriedades.

A implantação de cisternas é opção eficiente para as propriedades rurais que necessitam de grandes volumes de água para abastecer suas culturas ou que enfrentam problemas com a escassez deste recurso, decorrente de estiagens em algumas épocas do ano.

O consumo de água potável nas atividades pecuárias de suinocultura e avicultura é elevado e a disponibilidade de água superficial de qualidade não tem suprido a

demanda. A água de chuva pode e deve ser utilizada e para tanto são necessários projetos para captação, condução, reservação e distribuição. O presente trabalho está voltado a estudar a viabilidade da implantação de cisternas em uma propriedade rural localizada em Videira – SC.

1.2 Objetivos

O objetivo geral foi elaborar o projeto de um sistema de aproveitamento da água de chuva em uma propriedade rural, visando a gestão dos recursos hídricos.

Os objetivos específicos incluem:

- Processar dados de água de chuva para a região de Videira/SC;
- mensurar as áreas de captação e características das coberturas das estruturas existentes na propriedade estudada;
- quantificar a demanda de água passível de substituição por água pluvial na avicultura e suinocultura;
- definir a localização dos dispositivos do sistema de aproveitamento da água da chuva dentro da propriedade rural;
- realizar o dimensionamento dos dispositivos constituintes do sistema;
- elaborar o projeto do sistema de aproveitamento da água de chuva para a propriedade rural, considerando a oferta de chuva e a demanda necessária;
- efetuar o orçamento para execução do projeto.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Precipitação

Paz (2004, p. 39) descreve que:

[...] os postos pluviométricos registram a precipitação pontual, naquele local onde estão instalados e, devido à variabilidade espacial e temporal da precipitação, as medições em postos geograficamente próximos são distintas. Para os estudos hidrológicos acerca de uma bacia hidrográfica, uma das informações mais imprescindíveis é o regime pluviométrico da região. Uma forma, então, de incorporar as medições pontuais dos postos e espacializar tais informações para a área da bacia é determinando a precipitação média.

2.1.1 Precipitações médias sobre uma bacia hidrográfica

Para calcular a precipitação média numa superfície qualquer, Tucci (2001, p. 193) ressalta que é necessário utilizar as observações dentro dessa superfície e nas suas vizinhanças. Aceita-se a precipitação média como sendo uma lâmina d'água de altura uniforme sobre toda a área considerada, associada a um período de tempo. Dentre os métodos para determinar a precipitação média numa área, destaca-se o

método ponderado dos polígonos de Thiessen, descrito por Pedrazzi (1999).

2.1.2 Equação de chuvas intensas para a cidade de Videira – SC

Para Collischonn e Tassi (2008, p. 27) “O problema da análise de frequência de chuvas máximas é calcular a precipitação P que atinge uma área A em uma duração D com uma dada probabilidade de ocorrência em um ano qualquer.”

A chuva máxima pode ser determinada conforme a Equação 1 (PEDRAZZI, 1999):

$$i = \frac{K * T^m}{(t + b)^n} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

i = intensidade das precipitações, em mm/h;

T = tempo de retorno em anos;

t = duração das precipitações, em minutos

K , m , n e b = parâmetros a serem determinados para a localidade em questão.

Back (2014, p. 265) apresenta parâmetros para a equação de chuvas intensas da chuva (Equação 1) para Videira com dados de 25 anos (1987 a 2011, sendo que os parâmetros resultam em: $K = 825,4$; $m = 0,154$; $n = 0,700$; e $b = 9,0$. Para o tempo de retorno, Back orienta utilização de 5 anos para espaços cobertos. A duração da precipitação, por sua vez, é de 5 minutos.

2.2 Uso da água da chuva na produção de suínos e aves

Segundo Oliveira e outros (2012) em publicação da Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, o aproveitamento da água da chuva é uma ótima alternativa para minimização dos problemas de estiagens em algumas épocas. Porém, deve-se prestar atenção em dois aspectos para a utilização dessas água. Se for utilizada no consumo animal, deve ser analisada e receber tratamento adequado que garanta sua qualidade. Se for utilizada para outros fins seu tratamento é mínimo e não necessita de análise de qualidade.

A captação da água da chuva pode ser realizada em telhados de casas ou demais construções da propriedade, utilizando-se calhas e encanamentos condutores e, logo após, armazenando essa água em cisternas ou outro tipo de reservatório. O volume desses reservatórios deve ser calculado em função da demanda de água na propriedade. As cisternas e reservatórios devem receber os mesmos cuidados exigidos para as caixas d'água, no que se refere a materiais apropriados, limpeza, etc. E é importante que as primeiras águas coletadas da chuva sejam descartadas devido ao fato de arrastarem as impurezas existentes no local de captação (telhados) e encanamentos e, portanto, devem ser desviadas dos locais

de armazenagem por meio de instalação de registros específicos (OLIVEIRA et al. 2012, p. 8).

Nos projetos de cisternas, deve-se identificar o objetivo da coleta da água da chuva. Se for o caso de dessedentação animal, é preciso submetê-la a um sistema de filtração eficiente, constituído de três processos básicos: coleta, filtração e armazenamento. Se o objetivo for o uso doméstico da água, um pré-filtro para a retirada de folhas e detritos é suficiente (OLIVEIRA et al. 2012, p. 11).

2.2.1 Sistema de Coleta

Conforme documento de Oliveira et al (2005, p. 4), o sistema de captação de água pluvial do telhado constitui-se de um conjunto de calhas instaladas nos telhados para recolhimento da água da chuva. O material dessas calhas, quando se trata de edificações para a produção de suínos e aves, aconselha-se, visando a durabilidade, que seja em PVC.

O dimensionamento das calhas, segundo a Oliveira et al (2012, p. 14) deve obedecer a declividade recomendada de 0,5% em direção à saída e podem ser dimensionadas pela Equação 2, chamada de fórmula de Manning.

$$Q = \frac{60000}{n} * A * R_H^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

Q = vazão (l/min)

n = coeficiente de rugosidade

A = seção molhada (m²)

R_H = raio hidráulico (m)

I = declividade (m/m)

2.2.2 Sistema de Armazenamento

As cisternas ou reservatórios podem ser construídos com diferentes materiais. Os materiais mais empregados para pequenos volumes de água são construídos em fibra de vidro e alvenaria e para grandes volumes de água em PVC, PEAD ou concreto armado (OLIVEIRA et al., 2012, p. 22).

As cisternas confeccionadas em geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) demandam a escavação e preparação da vala, colocação da geomembrana de PEAD, cobertura em estrutura metálica, proteção das bordas (vala de ancoragem), medidas de precaução quanto ao acesso e cerca em torno do reservatório (GEOSSINTEC, 2017).

Após identificar a demanda de água na produção, calcula-se o potencial de captação de água dos telhados das instalações. Para o dimensionamento do volume total da cisterna, Oliveira et al. (2012, p. 28) define o que segue:

- Área de telhado disponível para captação da água da chuva: o produtor poderá utilizar a área de telhado dos aviários e/ou das edificações para produção de suínos, ou ainda telhados próximos que permitam a captação da água da chuva. O somatório das áreas será a área total de coleta;

- precipitação média: informação dos dados hidrometeorológicos da região. Para determinar a precipitação média mensal de sua região, é possível utilizar-se de dados dos serviços de meteorologia oficiais e privados, Embrapa, instituições, órgãos e universidades;

- tempo de armazenamento: a cisterna deve atender a demanda da propriedade em função do consumo estimado por um período mínimo de 15 dias;

- fator de evaporação do sistema: considerar um acréscimo de 10% no volume de reserva estimado para compensar a perda por evaporação do sistema.

No dimensionamento em função da demanda de água na propriedade, Oliveira e outros (2012, p. 29) instruem para obtenção do volume necessário da cisterna e a área de telhado necessária para captação através da Equação 3.

$$V_C = (V_D * N_{dia}) + 10\% \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

V_C = Volume da cisterna (m³)

V_D = Volume da demanda de água diária (m³)

N_{dia} = número de dias de armazenagem (15 dias)

10% = acréscimo no cálculo do volume de água em função da evaporação

Após o cálculo do volume da cisterna, Oliveira e outros (2012, p. 30) indicam critérios para a determinação da área de telhado para coleta do volume necessário de água. Do total da água precipitada sobre o telhado, apenas uma parcela é aproveitada, pois há perdas por infiltração, evaporação e respingos. A proporção entre o que escoar e o que é perdido depende de fatores como declividade do telhado, temperatura, vento, impermeabilização, etc. A relação entre a vazão de escoamento e a intensidade média da chuva é dada pelo coeficiente C . Na Equação 4, é utilizado o valor de 1,15, já considerando as perdas de água na precipitação e escoamento que ocorrem no telhado.

$$A = \left(\frac{V_C}{Prec_{período}} \right) * C \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

A = Área total de telhado necessária para captação de água (m^2)

V_c = Volume da cisterna (m^3)

$Prec_período$ = Precipitação pluviométrica média na região de acordo com dados obtidos

C = Coeficiente de escoamento (1,15)

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os fatores considerados referentes à oferta foram: a precipitação média em (mm/d) e a área de coleta (m^2).

Os dados hidrológicos da região em estudo foram processados a fim de determinar a precipitação média do local, pelo método dos polígonos de Thiessen, com auxílio do software AutoCAD®, versão 2015. Utilizou-se a série de dados históricos organizada por Luvizon (2016), definindo como área um círculo (raio de 30 km do ponto de referência central na prefeitura de Videira).

Os dados pluviométricos foram processados em planilha dinâmica Excel.

As granjas de suínos e os aviários foram analisados conforme seu espaço físico e manejo empregado para quantificar a demanda passível de substituição e estabelecer a área de coleta. Foram mensuradas as áreas de telhado disponíveis para captação da água pluvial, o material dessas coberturas, sendo elaborados croquis em AutoCAD®, 2015.

Foi quantificado a demanda a ser substituída por água pluvial no manejo da produção de animais da propriedade estudada. Os dados compilados de temperatura, umidade relativa e consumo de água nas edificações rurais fornecem a demanda real para dessedentação dos suínos e aves e higiene das instalações.

Determinou-se o volume necessário de armazenagem em cisterna e a respectiva localização, aliando oferta com demanda, diminuindo distâncias, para minimizar custos, considerando o sistema com todos os seus componentes.

Foi realizada investigação in loco, para implantação do sistema, definindo a localização das cisternas para armazenamento, o caminhamento a ser percorrido pelas tubulações, a altura manométrica a ser vencida, visando trabalhar o máximo possível com a gravidade, dimensionando condutores, calhas e os reservatórios para compor o sistema.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da propriedade rural

A área de estudo para o aproveitamento da água de chuva é uma propriedade

rural (68 ha) localizada na Linha XV de Novembro, interior do município de Videira, região Meio-Oeste do estado de Santa Catarina.

A propriedade aloja 147.800 animais, distribuídos em oito edificações rurais, sendo cinco aviários (total, 146.000 aves) e três pocilgas, (total, 1.800 suínos).

4.2 Estudo das precipitações na região de videira/sc

4.2.1 Determinação da precipitação média na região de Videira/SC

Para determinação da precipitação média na região de Videira/SC, partindo do ponto de referência locado correspondente à Prefeitura Municipal e da área delimitada pelo raio de 30 km a partir desse ponto, encontraram-se as estações pluviométricas que influenciam na precipitação da cidade, bem como o percentual que essas representam, conforme mostra a Tabela 1.

Código	Município	Latitude	Longitude	Cota (m)	Área (km ²)	% Thiessen
2650019	Lebon Régis	S -26°55'48"	W -50°41'17"	1.000	20,35	0,72%
2651036	Macieira	S -26°46'33"	W -51°15'46"	1.133	286,35	10,13%
2651042	Caçador	S -26°46'00"	W -51°00'00"	960	291,25	10,30%
2651052	Salto Veloso	S -26°54'24"	W -51°24'35"	1.000	315,70	11,17%
2751002	Campos Novos	S -27°22'59"	W -51°12'12"	952	212,76	7,52%
2751004	Joaçaba	S -27°09'32"	W -51°28'54"	560	229,42	8,11%
2751016	Videira (E)	S -27°00'14"	W -51°09'00"	774	656,00	23,20%
2751022	Videira (Irakitan)	S -27°00'42"	W -51°02'22"	-	815,60	28,85%
Total					2.827,43	100,00%

Tabela1 – Estações pluviométricas com área de influência para Videira/SC

Fonte: Luvizon (2016), adaptada pelos autores.

A partir dos dados pluviométricos extraídos do projeto de pesquisa de Luvizon (2016), os pesos das estações envolvidas foram calculados para Videira e obteve-se a precipitação média diária no período de 2005 até 2015.

Em planilha dinâmica, somando as precipitações de todos os dias de cada mês analisado, elaborou-se resumo de dados mensais e anuais, máximas, médias e mínimas precipitações (mm) conforme apresentado na Tabela 2.

Ano	Mês												Total Anual
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
2005	180	34	95	239	212	164	87	136	251	301	96	62	1.794
2006	114	117	178	50	20	61	57	122	125	99	206	179	1.151
2007	150	153	157	199	235	31	200	79	130	224	183	214	1.742

2008	139	104	78	198	61	188	27	100	179	368	192	105	1.633
2009	223	130	60	33	150	74	211	180	325	162	221	144	1.768
2010	275	196	230	304	183	90	114	75	63	168	88	309	1.787
2011	221	292	192	118	61	171	239	251	197	223	71	100	2.036
2012	180	110	49	163	57	133	176	13	62	180	33	219	1.154
2013	139	190	196	87	89	235	92	239	269	155	101	138	1.791
2014	226	177	179	131	183	463	60	101	303	107	199	178	2.129
2015	252	178	130	46	117	187	264	64	293	381	262	245	2.175
Máx.	275	292	230	304	235	463	264	251	325	381	262	309	299
Méd.	180	153	157	131	117	164	114	101	197	180	183	178	155
Mín.	114	34	49	33	20	31	27	13	62	99	33	62	48

Tabela 2 – Precipitações máxima, média e mínima (mm), em Videira/SC

A média anual no período (2005-2015) para Videira é de 1.742 mm. O valor é similar à média anual encontrada por Luvizon (2016) para a Bacia do Rio do Peixe – SC (1977-2015) de 1.729 mm.

Para o período 2005-2015 a média ponderada (Thiessen) é de 155 mm por mês. Observou-se que as épocas com risco de escassez de chuvas é entre os meses de fevereiro e agosto. Observa-se o mínimo mensal de 12,8 mm em agosto, ano de 2012, seguido por 20,3 mm em maio, ano de 2006. O trimestre mais seco em 11 anos foi Junho, Julho e Agosto. A média mínima foi de 48 mm/mês. De setembro a janeiro observa-se precipitação mais regular e abundante. A média máxima anual atinge 299 mm. Verifica-se portanto que há plena disponibilidade de água, porém com distribuição irregular entre os meses, o que confirma a importância da reservação, sendo suficiente o tempo de detenção entre 15 e 30 dias.

4.2.2 Determinação da precipitação máxima na região de Videira/SC

Para o dimensionamento das calhas e condutores adotou-se a precipitação com duração (t) de 5 minutos e tempo de retorno (T) de 5 anos.

A Equação 1 de chuvas intensas de Back e Bonetti (2014) aplicada para Videira resulta na intensidade (i) de 167 mm/h.

4.3 Quantificação da demanda para reservação de água de chuva

Para quantificação da demanda utilizada no manejo de cada edificação rural e passível de substituição por água de chuva foram processadas tabelas de controle do consumo de água, temperatura e umidade relativa utilizadas pelo proprietário para os aviários. Para as granjas de suínos, a demanda foi estimada de acordo com orientações da Embrapa (OLIVEIRA et al., 2012) conforme a idade dos animais.

A demanda de água foi calculada em função do número de animais e respectivo consumo, para a autonomia de um período de 30 dias. O volume necessário resultou

na capacidade de reservação de 500 m³ (Tabela 3).

As granjas de suínos representam 98% da demanda de água e os aviários, 2%. Por lote, os suínos ficam alojados 120 dias e as aves, 28 dias.

O volume total de reservação necessário é de 500 m³, visando atender aos usos não potáveis.

Edificação	Consumo		
	L/lote	L/dia	L, 30 dias
Granjas de suínos	1.629.000	13.575	407.250
Aviários (125 m)	14.962	534	32.062
Aviários (100 m)	18.881	674	60.690
Total	1.662.844	14.784	500.003

Tabela 3 – Demanda de água das granjas de suínos e dos aviários, reservação de 30 dias

4.4 Determinação da área de captação de água de chuva

A partir de visita e medição *in loco*, elaborou-se croqui onde pode-se visualizar as medidas de cada edificação, visando determinar as áreas de telhado disponíveis para captação da água da chuva. A Tabela 4 mostra as áreas e os dados referentes às características dos telhados de cada edificação.

Edificação	Tipo de telha	Inclinação do telhado (°)	Área de telhado (m ²)
Aviário 01	Eternit 5 mm	18,19	1.632,00
Aviário 02	Cerâmica francesa	23,89	1.647,30
Aviário 03	Cerâmica francesa	23,89	1.647,30
Aviário 04	Eternit 5 mm	15,95	2.152,33
Aviário 05	Eternit 5 mm	15,95	2.152,33
Granja 01	Eternit 6 mm	17,46	1.183,20
Granja 02	Eternit 6 mm	17,46	1.183,20
Granja 03	Eternit 6 mm	17,46	1.183,20
Total			12.780,85

Tabela 4 – Caracterização os telhados dos aviários e das granjas de suínos, Videira – SC

A área disponível para captação das águas pluviais é de 12.800 m², confirma-se a viabilidade da implantação de um sistema constituído de cisterna para substituição da água subterrânea por água pluvial no manejo dos animais.

Foi calculado o volume da cisterna em função da demanda mensal através da Equação 3 e a área de captação necessária para armazenar esse volume através da Equação 4. A cisterna deve ter capacidade para 453 m³ de água. A área total de telhados necessária para armazenar esse volume, considerando 155 mm de precipitação mensal, calculada para a região de Videira é de cerca de 3.400 m².

Torna-se viável a instalação de um sistema de cisterna, mesmo sem incluir todas as edificações da propriedade e respectivas calhas para coleta em todas as águas dos telhados, pois a área de captação disponível é maior que a área de captação necessária, calculada em função da demanda no manejo animal.

Propõe-se, em um primeiro momento, o sistema de aproveitamento de água da chuva para a propriedade em estudo, sendo a área de captação suprida pelas três granjas de suínos, que totalizam 3.549,60 m². A cisterna em questão deverá ter capacidade de 500 m³. As calhas que conduziram as águas provindas dos telhados totalizariam 600 m (100 m cada uma das abas das pocilgas), compostas de PVC de diâmetro interno 100 mm. Conforme calculado, haveria necessidade de 30 condutores verticais para uma área de 3.400 m². A fim de padronizar a instalação, define-se a instalação de 5 condutores cada lado das edificações, ou seja, um a cada 120 m de calha.

Esse condutor que recebe as águas das calhas, as conduz para um depósito composto por uma boia que armazenará o volume da primeira água da chuva, necessária para limpeza dos telhados e tubulações. Essa água será descartada, e só a partir de um determinado volume estabelecido pela boia, será transferida a água para os filtros. Os filtros serão compostos por três reservatórios de fibra de vidro de 1.000 litros, composto de material filtrante (pedra marroada, brita nº 2 e brita nº 1), e destes filtros a água passará para a cisterna.

4.5 Concepção do projeto de aproveitamento de água de chuva

Para redução de custos com bombeamento e diminuição da extensão da tubulação optou-se pela divisão do sistema em três conjuntos de cisternas, de acordo com a localização das edificações: 1 (Granjas de Suínos 1, 2 e 3); 2 (aviários 4,5) e 3 (aviários 1,2,3).

Os elementos de cada um dos conjuntos foram dimensionados para propiciar água de chuva para todas as instalações rurais.

O volume de reservação foi recalculado, de acordo com a área de telhado direcionada a cada uma das cisternas e a demanda a ser atendida.

A Figura 1 indica a posição das granjas de suínos e dos aviários na propriedade rural, ilustrando a distância que as separam.



Figura 1 – Distribuição das granjas de suínos e dos aviários na propriedade rural em Videira/SC
 Legenda: Delimitação da propriedade (linha vermelha), edificações rurais (pin amarelo).

Fonte: Google, complementado pelos autores.

Elaborou-se o memorial descritivo contendo as informações referentes às especificações dos materiais e da mão-de-obra. A consulta de preços foi realizada no comércio local da região de Videira/SC.

Para escolher a bomba adequada, consultou-se o catálogo da fabricante Schneider (2017).

4.6 Dimensionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva

4.6.1 Conjunto 01

O sistema denominado de Conjunto 01 a ser implantado nas três pocilgas, tem demanda de água de aproximadamente 13.575 litros por dia. Para tanto, tem-se 3.763,80 m² como área de captação disponível, contabilizando as seis águas das edificações. Cada água irá escoar uma vazão de aproximadamente 1.746 L/min.

Definiu-se a utilização de calhas galvanizadas corte 40, de dimensões 10 cm x 20 cm, com declividade de 1,5% ao longo do comprimento. Para conduzir a água das calhas, um condutor vertical de 200 mm de diâmetro nominal suprirá a área de abrangência de cada uma das águas. Os condutores horizontais, por sua vez, serão compostos de tubos de PVC de diâmetro 200 mm, projetados a uma declividade de 1%.

Para suprir a demanda das três pocilgas, armazenando água por um período de 15 dias, detectou-se a necessidade de uma cisterna com volume de 223.987,50 litros, ou seja, aproximadamente 224 m³. Define-se uma área de captação de 3.323,87 m² necessários para abastecer a cisterna.

Sendo assim, para suprir a demanda, é necessário captar as águas de todas as abas das coberturas das pocilgas, totalizando 3.763,80 m³ de telhado.

Para conduzir a água da cisterna até um reservatório na parte superior do terreno, de modo a distribuí-la às edificações, precisa-se da instalação de uma bomba de recalque. A bomba escolhida para o Conjunto 01 é uma motobomba centrífuga monoestágio, modelo BCR, de rotor fechado, com 1 CV de potência, monofásica.

4.6.2 Conjunto 02

O conjunto 02 a ser implantado nos dois aviários de 125 m de comprimento, tem demanda no manejo de aproximadamente 391,51 litros por dia. A área de captação disponível para o Conjunto 02 contabilizando as quatro águas das edificações, totaliza 4.734,84 m². Cada água irá escoar uma vazão de 3.294,66 L/min.

As calhas para escoamento da água captada serão galvanizadas, corte 40, nas dimensões de 10 cm x 20 cm, com declividade de 5%.

Os condutores verticais, por sua vez, devem ser de 200 mm de diâmetro nominal, com velocidade máxima de 2,38 m/s e vazão máxima de 4486,20 L/min, que captará uma área de abrangência de 1.536,40 m². Assim, para uma área de 1.183,71 m² de cada uma das águas, é necessário um condutor de 200 mm de diâmetro nominal.

Já os condutores horizontais serão também de 200 mm de diâmetro, projetados a uma declividade de 4%, de forma a fornecer a vazão de projeto.

Para o Conjunto 02, o volume da cisterna em função da demanda leva em consideração a autonomia do reservatório por 30 dias. Desta forma, o volume necessário para suprir a demanda fica definido em 36 m³. Para suprir a demanda, precisa-se de 370,97 m². Considerando a captação em apenas uma água dos telhados, tem-se 1.183,71 m² de área. Portanto, opta-se por instalar os elementos de captação em apenas uma dessas águas, e, neste caso, já há excesso de água além da demanda exigida, resultando em um reservatório com capacidade de cerca de 160 m³, para 30 dias de autonomia. A fim de diminuir esse volume, considera-se 15 dias de autonomia, obtendo-se, então, uma cisterna de 80 m³.

Para conduzir a água da cisterna até um reservatório na parte superior do terreno, de modo a distribuí-la às edificações, é necessária a instalação de uma bomba de recalque. A bomba escolhida para o Conjunto 02 é uma motobomba centrífuga monoestágio, modelo BC-98, de rotor fechado, com ½ CV de potência, monofásica.

4.6.3 Conjunto 03

O sistema denominado Conjunto 03 contempla os três aviários de 100,00 m de comprimento. Contabilizou-se a área de captação disponível para o sistema de 5.589,60 m². As calhas para essas edificações devem ser galvanizadas, corte 40, dimensões 10 cm x 20 cm, com declividade de 3,5%.

Os condutores verticais para todas as edificações do Conjunto 03 são de 200 mm de diâmetro nominal, com velocidade máxima de 2,38 m/s e vazão máxima

de 4.486,20 l/min, abrangendo uma área de 1.536,40 m² de cobertura. Portanto, é necessário 1 condutor para cada água. Os condutores horizontais serão também de 200 mm de diâmetro, projetados a uma declividade de 2,5%.

Para armazenar as águas necessárias no manejo dos aviários, considerando uma autonomia de 30 dias precisa-se de uma cisterna de aproximadamente 70 m³. Para abastecer esse reservatório faz-se necessário captar as águas de aproximadamente 520 m³. A fim de coletar as águas pluviais de pelo menos uma das águas de cada uma das edificações, contabilizando 2.794,80 m², o excesso de água da cisterna não utilizado no manejo dos animais seria destinado, assim como no Conjunto 02, para fins paisagísticos. Visto que há três grandes açudes nas proximidades dessas edificações, o excesso dessas águas seria conduzido para estes reservatórios de detenção.

A captação de água pluvial em 2.794,80 m² necessita de uma cisterna com capacidade para aproximadamente 200 m³, considerando 15 dias de tempo de armazenamento. Assim como nos demais conjuntos, para conduzir a água da cisterna até um reservatório na parte superior do terreno, de modo a distribuí-la às edificações por gravidade, será necessário a instalação de uma bomba de recalque.

A bomba escolhida para o Conjunto 03 é uma motobomba centrífuga monoestágio, modelo BC-98, de rotor fechado, monofásica, similar àquela do Conjunto 02, porém com 1/3 CV de potência.

4.7 Orçamento do sistema de aproveitamento de água pluvial para a propriedade em estudo

O orçamento foi realizado com consulta de preços na internet e presencial na região Videira (Tabela 5).

Conj.	Demanda, L	Captação, área, m ²	Cisterna, m ³	Custo, R\$
1 Granjas 1, 2 e 3	13.575	3.763,80	225	87.486,74
2 Aviários 4 e 5	534	1.183,71	100	72.300,76
3 Aviários 1, 2 e 3	674	2.794,80	200	68.805,41
Total	14.784	7.742,31	525	228.592,91

Tabela 5 – Orçamento de 3 conjuntos para sistema de aproveitamento da água de chuva em granjas de suínos e aves

A construção do Conjunto 01, que contempla o armazenamento de 225 m³ de água de chuva para reutilização nas pocilgas resultou no orçamento no valor de R\$ 87.486,74. O Conjunto 02, referente ao armazenamento e reutilização de 100 m³ de água pluvial, ficou orçado em R\$ 72.300,76. O Conjunto 03, por sua vez, armazenará 200 m³ de água pluvial ao custo de R\$ 68.805,41.

O Conjunto 3 mostra-se mais econômico, considerando o volume de água armazenado. O Conjunto 2 é o mais oneroso, pois requer maior metragem de tubos condutores da água pluvial para vencer maiores distâncias no terreno. O orçamento

evidencia que a tubulação para condução das águas representa cerca de 30% do valor total da obra.

No orçamento dos conjuntos, a tubulação para condução das águas representa cerca de 30% do valor total da obra. Portanto, quanto mais próximos os locais de armazenamento das edificações, mais econômico fica o sistema.

Para ser utilizada no consumo animal faz-se necessária a cloração da água pluvial coletada. Recomendações para desinfecção, tratamento básico com cloração para possibilitar o uso na dessedentação animal de dosagem do cloro são descritas por Oliveira e outros (2012, p. 33).

5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O projeto de pesquisa em questão contempla o estudo da viabilidade da aplicação de um sistema de aproveitamento de água de chuva em uma propriedade rural na cidade de Videira/SC, visando substituir o consumo de água subterrânea, provinda de poço artesiano, utilizada no manejo animal.

Para analisar essa viabilidade, foi visitada uma propriedade semelhante que já utiliza o sistema. No caso dessa propriedade, o funcionamento é satisfatório, sendo que a água reaproveitada já foi utilizada para consumo dos animais e, no momento, para a limpeza geral das edificações. Além disso, em épocas de escassez, a cisterna armazenou uma quantidade de água suficiente para suprir as necessidades do empreendimento.

Para um estudo mais detalhado, foi necessário determinar a pluviometria média da região em estudo. Para tanto, foi estipulada a área de estudo dentro de um raio de 30 km, partindo de um ponto de referência, no caso, a prefeitura municipal de Videira/SC. A pluviometria média foi definida em um intervalo de 10 anos, entre 2005 e 2015. Verificou-se que a região está propícia à secas entre os meses de fevereiro e agosto. Entretanto, a precipitação média anual fica em torno de 2.000 mm, o que é relativamente bom comparado à outras regiões do Brasil, como o Nordeste, que recebe cerca de 500 mm por ano, apenas.

Englobando todo o estudo, conclui-se que seria viável a instalação de um sistema de cisterna na propriedade analisada, mesmo que não contemplasse todas as edificações, ou que não fossem instaladas calhas para coleta em todas as águas dos telhados, pois a área de captação disponível é maior que a área de captação necessária em função da demanda no manejo animal.

Observando a topografia do terreno e a localização dos empreendimentos, para tornar mais exequível, é interessante a construção de dois reservatórios, um armazenando as águas provenientes das granjas e outro das águas provenientes dos aviários, visando a economia de tubulações. É uma medida a ser estudada, comparando os custos necessários para implantação de duas cisternas menores e os

custos de uma cisterna maior contemplando toda a tubulação até as edificações.

O memorial descritivo da obra contém as especificações dos materiais e da mão de obra.

Em resumo, a divisão em três conjuntos: 1 (Granjas de Suínos 1, 2 e 3); 2 (aviários 4 e 5) e 3 (aviários 1, 2 e 3) propicia economia no bombeamento (tipo motobomba centrífuga monoestágio, com potências de: 1 CV (Conj. 1); ½ CV (Conj. 2) e 1/3 CV (Conj. 3).

O conjunto 3 é mais econômico, considerando o volume de água armazenado. O conjunto 2 é o mais oneroso (maior metragem de tubos condutores da água pluvial). A tubulação para condução das águas custa cerca de 30% do valor total da obra.

As cisternas previstas em geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) demandam: escavação e preparação da vala; colocação da geomembrana de PEAD; cobertura em estrutura metálica; proteção das bordas (vala de ancoragem); medidas de precaução quanto ao acesso e cerca ao redor do reservatório.

A modulação em três sistemas reduz custos com tubulação pela redução da metragem e de bombeamento; possibilita a construção independente de cada sistema.

Conclui-se que, quanto mais próximas as unidades (captação, reservação, distribuição e uso) mais econômico o sistema se torna.

Além do menor consumo de água subterrânea, espera-se a economia de energia gasto com motobombas na propriedade.

As atividades de suinocultura e avicultura podem beneficiar-se com projetos de engenharia dimensionados com base em estudos hidrológicos e hidráulicos para o aproveitamento da água da chuva. Há interesse no aproveitamento das águas providas das chuvas por empreendedores rurais que pretendem gerir o consumo de água e gastos envolvidos em suas propriedades.

REFERÊNCIAS

BACK, A. J.; BONETTI, A. V. **Chuva de projeto para instalações prediais de águas pluviais de Santa Catarina**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 260-267, 2014.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Apostila, Porto Alegre: UFRGS - IPH, 2008.

GEOSSINTEC. **Cisternas com geomembrana em PEAD**. Campo Bom, RS. Disponível em: <<http://www.geossintec.com.br/?solucoes=cisterna>>. Acesso em out. 2017.

LUVIZON, Francisco. **Processamento e atualização de dados de precipitação e vazão da bacia do Rio do Peixe – SC (1977-2015)**. 2016. 93 f. ESU II - Curso de Engenharia Civil, Unoesc, Joaçaba, 2016.

OLIVEIRA, Paulo A. V. et al. **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012. 38 p. (Documentos/Embrapa Suínos e Aves, ISSN 01016245; 157). Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_v7r28u3f.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2017.

PAZ, A. R. **Apostila de Hidrologia Aplicada**. Caxias do Sul/RS: UERGS, 2004.

PEDRAZZI, J.A. Facens – **Hidrologia Aplicada**. 1999. Disponível em: <<http://www.facens.br/site/alunos/download/hidrologia>>. Acesso em: 21 de ago. 2018.

SCHNEIDER MOTOBOMBAS. **Motobombas**. Disponível em: <www.schneider.ind.br/produtos/motobombas-de-superficie/light/centrifugas.../bc-98/>. Acesso em out. 2017.

TUCCI, Carlos Eduardo M. (org.). **HIDROLOGIA: Ciência e aplicação**. 2.ed.; Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-429-0

