

# Engenharias, Ciência e Tecnologia 5

Luís Fernando Paulista Cotian  
(Organizador)





**Luís Fernando Paulista Cotian**

(Organizador)

# **Engenharias, Ciência e Tecnologia**

## **5**

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

E57 Engenharias, ciência e tecnologia 5 [recurso eletrônico] / Organizador  
Luís Fernando Paulista Cotian. – Ponta Grossa (PR): Atena  
Editora, 2019. – (Engenharias, Ciência e Tecnologia; v. 5)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-088-9

DOI 10.22533/at.ed.889193101

1. Ciência. 2. Engenharia. 3. Inovações tecnológicas.  
4. Tecnologia. I. Cotian, Luís Fernando Paulista. II. Série.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia, Ciência e Tecnologia” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume V apresenta, em seus 14 capítulos, conhecimentos relacionados a Sustentabilidade, Meio Ambiente e Responsabilidade Social relacionadas à engenharia de produção nas áreas de Responsabilidade Social Organizacional, Sustentabilidade e Sistemas de Indicadores, Desenvolvimento Sustentável em Engenharia de Produção e Meio Ambiente.

A área temática de Sustentabilidade, Meio Ambiente e Responsabilidade Social trata de temas relevantes para a mecanismos que auxiliam na sustentabilidade da organização, envolvendo responsabilidade social e desenvolvimento sustentável. As análises e aplicações de novos estudos proporciona que estudantes utilizem conhecimentos tanto teóricos quanto tácitos na área acadêmica ou no desempenho da função em alguma empresa.

Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam levar em consideração a área de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva e seguindo a legislação vigente.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos de Sustentabilidade, Meio Ambiente e Responsabilidade Social e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Luís Fernando Paulista Cotian

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AQUAPONIA: RELAÇÃO HARMÔNICA ENTRE PEIXES, PLANTAS E BACTÉRIAS	
<i>Thiago Rodrigues Nunes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8891931011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE AMOSTRAS DE ROCHAS SEDIMENTARES DA BACIA ALAGOAS: FORMAÇÕES PENEDO, PORÇÃO, MORRO DO CHAVES, MACEIÓ E BARREIRAS	
<i>Zenilda Vieira Batista</i>	
<i>Mávylla Sandreya Correia Tenório</i>	
<i>Sonia Maria Oliveira Agostinho da Silva</i>	
<i>Débora Cristina Almeida de Assis</i>	
<i>Nayra Vicente Sousa da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8891931012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
CONSTRUÇÃO DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA PARA A CONVIVÊNCIA NO SEMIÁRIDO: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE ÁGUA BRANCA, PARAÍBA	
<i>Adriana Maria dos Santos</i>	
<i>Romulo Wilker Nery de Andrade</i>	
<i>Adriano da Silva Félix</i>	
<i>Polyana Marta da Silva</i>	
<i>Hevelyne Figueirêdo Pereira</i>	
<i>Luara Lourenço Ismael</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8891931013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
DEFENSAS NÁUTICAS DE POLIURETANO VEGETAL	
<i>Graziella Trovati</i>	
<i>Haroldo Silva</i>	
<i>Edgar Aparecido Sanches</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8891931014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>52</b>
DIAGNÓSTICO DO IMPACTO DA RODOVIA ESTADUAL 132 SOBRE A FAUNA SILVESTRE DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA MASSAMBABA E O PARQUE ESTADUAL DA COSTA DO SOL - RJ, BRASIL	
<i>Márcia Ferreira Tavares</i>	
<i>Sávio Freire Bruno</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8891931015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA -AL	
<i>Gabriel Dionizio Silva</i>	
<i>Antonio Pedro de Oliveira Netto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8891931016</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>67</b>
DIAGNÓSTICO HIDROGEOQUÍMICO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO RIO GRANDE - BA	
<i>Maíra Sampaio da Costa</i> <i>José Alexandre Araújo Nogueira</i> <i>Sérgio Augusto de Moraes Nascimento</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8891931017</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>78</b>
ENGENHARIA E PRÁTICA SOCIAL	
<i>José Geraldo de Souza</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8891931018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>86</b>
ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE <i>LECYTHIS PISONIS</i> <i>CAMBESS</i> TRATADAS COM ÁCIDO INDOLBUTÍRICO E ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO	
<i>Cristina Valory da Silva</i> <i>Elzimar de Oliveira Gonçalves</i> <i>Tamyris de Mello</i> <i>Bruna Tomaz Sant'ana</i> <i>Carlos Humberto Desidério Pirovani</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8891931019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>93</b>
PROJETO PILOTO CISTERNAS RURAIS: PARCERIA SAAE – ITAIPU	
<i>Fabio Alexandre Regelmeier</i> <i>Armin Feiden</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88919310110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>109</b>
REMEDIAÇÃO SUSTENTÁVEL: CARACTERÍSTICAS DAS PUBLICAÇÕES NO PERÍODO DE 1980-2016	
<i>Adan William da Silva Trentin</i> <i>Adeli Beatriz Braun</i> <i>Caroline Visentin</i> <i>Deisi Balestrin</i> <i>Greice Barufaldi Rampanelli</i> <i>Antônio Thomé</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88919310111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>121</b>
REMOÇÃO DE CAFEÍNA PRESENTE EM SOLUÇÃO AQUOSA ATRAVÉS DA ADSORÇÃO EM COLUNA DE LEITO FIXO	
<i>Christiano Cantarelli Rodrigues</i> <i>Selêude Wanderley da Nóbrega</i> <i>Washington Lima dos Santos</i> <i>Elyziana Lourenço Lima</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.88919310112</b>	

**CAPÍTULO 13 ..... 133**

TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES

*Marconi Lucas da Silva*

*Leandro Vahia Pontual*

**DOI 10.22533/at.ed.88919310113**

**CAPÍTULO 14 ..... 137**

EFEITO DA BIOCIMENTAÇÃO EM SOLO ARENOSO EM RELAÇÃO A DENSIDADE, COMPRESSÃO SIMPLES E HETEROGENEIDADE

*Vinicius Luiz Pacheco*

*Igor Decol*

*Antonio Thomé*

**DOI 10.22533/at.ed.88919310114**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 154**

## PROJETO PILOTO CISTERNAS RURAIS: PARCERIA SAAE – ITAIPU

### **Fabio Alexandre Regelmeier**

Técnico Ambiental, Instituto Federal do Paraná (IFPR) Administrador de Empresas, Especialista em Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Mestrando em Desenvolvimento Rural pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) Campus de Marechal Cândido Rondon. Servidor Público Municipal, Chefe da Seção de Preservação Socio-Ambiental do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE – Marechal Cândido. Rondon – PR.

### **Armin Feiden**

Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (1981), graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (1986), mestrado em Engenharia Florestal (Conservação da Natureza) pela Universidade Federal do Paraná (1994) e doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2001). Atualmente é professor associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Tem experiência na área de agronomia e zootecnia, com ênfase em meio ambiente e energia na agricultura, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento rural sustentável, gestão ambiental em microbacias hidrográficas, energia de biomassa, biodigestores, biogás, biofertilizantes, manejo de dejetos e resíduos agroindustriais.

**RESUMO:** O problema de escassez de água doce é uma realidade cada vez mais presente em várias partes do mundo. Até mesmo lugares, ou regiões de determinados países, onde a carência de água normalmente não é um problema, também sofrem em algumas épocas do ano com períodos de estiagem, falta de armazenamento ou má distribuição da água. A ausência sistemática desse recurso natural é cada vez mais preocupante, principalmente em áreas onde a produção agropecuária é intensa. Não livre destas dificuldades o município de Marechal Cândido Rondon – PR, tem como característica produção intensiva em agricultura e agropecuária principalmente no tripé: bovinocultura, suinocultura e avicultura, todos com consumos de água elevados para obterem resultados satisfatórios. Visto isto o trabalho visa demonstrar que com a captação de água da chuva através das coberturas existentes nas propriedades rurais, estas podem auxiliar as propriedades principalmente em períodos de estresse hídrico. Diante disto criou-se um projeto piloto baseado em uma experiência exitosa em estados como Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde Cisternas enterradas armazenam água da chuva em períodos chuvosos do ano para serem utilizados em épocas de escassez.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água, Aproveitamento, Captação



**ABSTRACT:** The problem of Freshwater scarcity is a reality more and present in various parts of the world. Even places or regions of certain countries, where the lack of water is usually not a problem, also suffer in some times of the year with periods of drought, lack of storage or poor water distribution. The systematic absence of this natural resource is increasingly worrying, especially in areas where agricultural production is intense. Not free of these difficulties the municipality of Marechal Cândido Rondon-PR, features intensive agriculture and livestock production mainly in cattle, swine and tripod: poultry, all with high water consumption to obtain satisfactory results. Seen this work aims to demonstrate that with the capture of rainwater through the existing coverage in rural properties, these can help the properties mainly in periods of water stress. On this pilot project was created based on a successful experience in States such as Santa Catarina and Rio Grande do Sul, where buried Tanks store rain water in rainy periods of the year to be used in times of supplemented

**KEYWORDS:** Water, Haversting, Capture.

## INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural mais abundante do planeta. De maneira quase onipresente, ela está no dia a dia dos 7 bilhões de pessoas que habitam o planeta. Nos últimos tempos estamos sendo informados através das mídias que há falta de água em vários estados do Brasil onde até pouco tempo atrás não ocorria, como por exemplo, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, entre outras. Desta forma o Serviço Autônomo de Água e Esgoto SAAE de Marechal Cândido Rondon – Pr. procura auxiliar os produtores rurais do município a encontrar maneiras sustentáveis de aproveitar a água, principalmente em nossa região por se tratar de uma área de produção agropecuária intensa.

A água é um componente essencial para a sobrevivência humana e animal, sendo um recurso limitado, portanto, deve ser usada de forma racional. O elevado consumo de água nas regiões de produção intensiva, aliado à falta de programas de gestão da água, vem reduzindo sua disponibilidade, principalmente as de fontes subterrâneas. A captação e o armazenamento da água de chuva são uma ótima alternativa para minimizar o problema de estiagens severas em algumas épocas do ano. Para utilização desta água, devemos prestar atenção em dois aspectos principais: se a mesma for utilizada para o consumo animal, ela deve ser analisada e receber tratamento adequado que garanta sua qualidade; se for utilizada para outros fins (por exemplo, lavagem de chiqueiros, carros, na lavagem de calçadas, ou na irrigação pequenas hortas ou jardins) seu tratamento é mínimo, e não necessita de análise de qualidade mais superficiais.

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. Desta forma, através das cisternas estaríamos contribuindo para um melhor aproveitamento da água nas propriedades, além de contribuir para um uso mais sustentável deste recurso. Muito se discute e interroga sobre o que é o desenvolvimento sustentável. No entanto, o que se concorda é que esse deve buscar a sustentabilidade do meio, pois por mais que a agricultura tenha avançado em técnicas que transcendam os limites naturais, a mesma continua a depender de processos e de recursos naturais (FONSECA e BURSZTYN, 2007; GOMES, 2004; MAROUELLI, 2003).

Localização do Município: O município de Marechal Cândido Rondon está localizado na Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense e na Microrregião de Toledo, entre as coordenadas 24° 26' e 24° 46' de latitude sul e 53° 57' e 54° 22' de longitude oeste (Figura 1).



**Figura 1.** Localização de Marechal Cândido Rondon no Estado do Paraná.

Fonte: Wikipédia.org

O município rondonense apresenta forte exploração de atividades agroindustriais baseadas na bovinocultura de leite, avicultura e suinocultura, necessitando assim de grande aporte hídrico para abastecimento da produção. Em contrapartida, as extensas áreas dos telhados dos abrigos da produção agroindustrial evidenciam uma importante possibilidade de captação de águas pluviais, tendendo a diminuir a exploração dos recursos hídricos e a escassez para o consumo humano. Contudo, muitos produtores do meio rural encontram dificuldades para dimensionar sistemas de captação mais adequados as suas respectivas realidades. Cabe salientar também a importância da captação da água da chuva com o intuito de preservar os recursos hídricos que são explorados para fins que não exigem sua potabilidade, destacando que essa água pode servir para usos menos nobres, principalmente na produção de animais que necessitam de uma grande quantidade de água não só para consumo como também para refrigeração, limpeza, entre outros. O único problema da construção de cisternas é a inviabilidade econômica em se tratando de ação individual, contudo, com subsídios e contemplação de ação em maior escala, o recurso torna-se viável em curto prazo. Por fim, pode-se relatar que toda forma de preservação da água é importante, salientando

que a água da chuva é uma alternativa para reduzir os impactos às fontes disponíveis.

As constantes estiagens que ocorrem no oeste do Paraná, notadamente na região de Marechal Cândido Rondon, têm mostrado a fragilidade do sistema de abastecimento existente e causando prejuízos significativos para a sociedade, pois resultam no aumento dos custos de captação, transporte e tratamento da água para a manutenção da produção, por vezes, ocasionando perda da eficiência produtiva.

A elevada dependência de abastecimento de água e a grande concentração de segmentos econômicos: suinocultura, avicultura e bovinocultura de leite agravam ainda mais a demanda de água. Sem esquecer que a cultura errônea da disponibilidade ilimitada de água, por muitas vezes toma o seu uso de forma abusiva. A Lei n. 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e destaca que em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

O município de Marechal Cândido Rondon conta com 100% de abastecimento de água na zona rural. São 42 sistemas implantados perfazendo um total de 1871 propriedades abastecidas com água tratada. O Sistema conta com 1923 ligações de água somando um total de 713.387 metros de rede de água abastecendo uma população estimada de 6.086 pessoas. A base de subsistência dessas propriedades e praticamente o cultivo de grãos e atividades com suínos, bovinos e aves, principalmente por se ter instalado no município, grandes empresas de suinocultura, frigorífica de aves e de beneficiamento de leite. (AHLERT, 2013).

## **OBJETIVO**

Este trabalho tem por objetivo avaliar um sistema aproveitamento da água da chuva com a captação e armazenamento através das coberturas existentes nas propriedades afim de diminuir a exploração dos recursos hídricos subterrâneos no meio rural. Também avaliar os resultados após 10 meses de implantação de uma cisterna em uma propriedade rural, cuja atividade é de avicultura e suinocultura observando a quantidade e a qualidade da água captada na propriedade.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho utilizou-se de uma pesquisa exploratória em publicações oficiais, dados obtidos através de informações repassadas por cooperativas e empresas atuantes na área, além de observações de campo feitas pelo autor. Pesquisou-se os dados do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE no município de Marechal Cândido Rondon que conta com 100% de abastecimento de água na zona rural. São 42 sistemas implantados perfazendo um total de 1871 propriedades abastecidas com água tratada. O Sistema conta com 1923 ligações de água totalizando 713.387 metros

de rede de água abastecendo uma população estimada de 6.086 pessoas. A base de subsistência dessas propriedades e praticamente o cultivo de grãos aliado a atividade com suínos, bovinos e aves, principalmente por se ter instalado no município, grandes empresas de suinocultura, frigorífica de aves e de beneficiamento de leite. (AHLERT, 2013).

Constatou-se que algumas propriedades deixam de expandir sua produção por falta de disponibilidade hídrica da localidade. Através das informações acima mencionadas pesquisou-se a produção anual de animais e observa-se conforme a Tabela 1 que a produção de aves (galináceos) e suínos se destaca pela grande quantidade de animais no município.

<b>Efetivo de Pecuária e Aves</b>	<b>Qtde/Animais</b>
Rebanho Bovino	49.581
Rebanho Eqüinos	300
Galináceos (galinhas, frangos etc.)	2.755.000
Rebanho de Ovinos	2.700
Rebanho de Suínos	330.797
Rebanho de Asinos	8
Rebanho de Bubalinos	190
Rebanho de Caprinos	2.200
Coelhos	500
Rebanho de Muares	13
Rebanho de Vacas Ordenha	21.402
<b>Total</b>	<b>3.162.691</b>

Tabela 1. Quantidade de Animais em Marechal Cândido Rondon

Fonte: IPARDES (2013)

Pesquisou – se também as empresas e número de propriedades que atuam no município de Marechal Cândido Rondon nas atividades de avicultura e suinocultura especialmente. Segue abaixo a Tabela 2.

<b>Empresa</b>	<b>Atividade</b>	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Tamanho Médio</b>
Copagril	Avicultura	Corte	141	1820m2
Copagril	Suinocultura	<sup>1</sup> UPLs / Terminação	130	2000m2
Copagril	Suinocultura	<sup>2</sup> Crechario	20	1850 m2
Friella	Suinocultura	UPLs / <sup>3</sup> Terminação	11	2000m2
Friella	Suinocultura	Crechario	2	2000m2
BRF	Avicultura	Corte	20	1500m2
BRF	Suinocultura	UPLs / Terminação	35	1830m2
BRF	Suinocultura	Crechario	6	1830m2

Fonte: Dados do Autor (2013)

Tabela 2. Atividades Agropecuária e Empresas em Marechal Cândido Rondon



1 UPLs : Unidade Produtora de Leitões

2 Crechário: Unidade Intermediário entre UPL e Terminação

3 Terminação: Fase final do processo até o Abate.

Depois de diagnosticado o cenário da avicultura e suinocultura de Rondonense, verificou-se o regime de chuvas do município através de acompanhamento pluviométrico diário do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE. No Gráfico 1 estão os dados pluviométrico de 2012 a 2016:

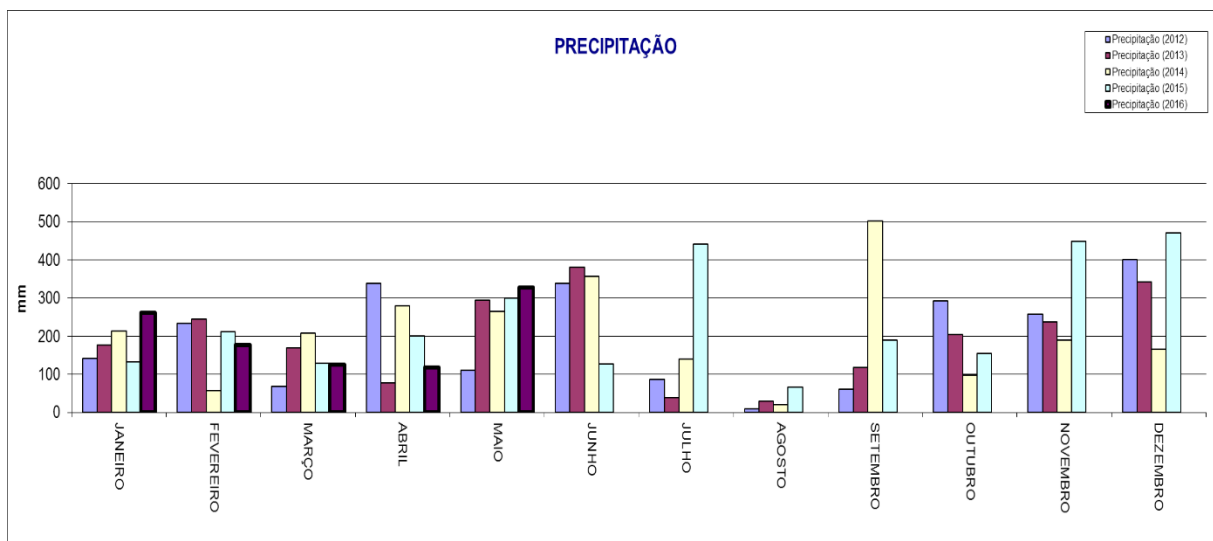


Gráfico 1: Precipitação Pluviométrica 2012 a 2016

Fonte: SAAE – Marechal Cândido Rondon.

De acordo com a da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA é importante que leve em consideração que a precipitação de 1 mm de chuva sobre 1m<sup>2</sup> de área de telhado produz um litro de água. Por Exemplo: se a área de captação total de sua propriedade for de, por exemplo, 50 m<sup>2</sup>, serão armazenados 50 L de água para cada milímetro de chuva observada. (OLIVEIRA et. al 2013.)

Vantagens do aproveitamento da água da chuva

- Combate à escassez de água em períodos de estiagem ou de maior demanda, em regiões de produção intensiva de suínos e aves;
- Reduz o consumo de água potável na propriedade, e o custo de fornecimento da mesma;
- É gratuita, ou seja, não faz parte do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), portanto não tem valor econômico previsto em Lei (Art. 1º, Inc. II, Lei 9433/1997);
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na lavagem de piso na suinocultura e avicultura, descarga de vasos sanitários, irrigação de hortas e jardins, etc., desonerando o abastecimento público;

- Apresenta a conveniência do suprimento (captação) acontecer no próprio local ou próximo do local de consumo;
- Contribui para uma melhor gestão e distribuição de águas nas regiões de produção intensiva de suínos e aves;
- É de fácil manutenção, e possui tecnologias disponíveis flexíveis e adaptáveis a diferentes terrenos e propriedades;
- A água captada possui qualidade aceitável, principalmente se captada nos telhados;
- Contribui com a conservação de água, a autossuficiência e a uma postura ambientalmente correta perante os problemas ambientais existentes no meio rural.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos argumentos acima apresentados o SAAE buscou uma parceria junto a Cooperativa Agroindustrial e também a Itaipu-Binacional através do programa Cultivando Água Boa, que tem atuado de forma muito importante no município com ações que visam à preservação ambiental. Os custos de implantação foram divididos em 64% ITAIPU e 46% SAAE conforme convênio firmado entre as duas partes.

Desta feita, foram realizadas reuniões com os parceiros ficou definido que três propriedades seriam beneficiadas com este projeto duas em suinocultura e uma avicultura. Foram elencados e avaliados critérios técnicos para a escolha das mesmas como, por exemplo: capacidade de produção, uso da água, demanda disponível de água entre outros. Foi definido também o ideal seria um reservatório enterrado (Cisterna) revestido e coberto com geomembrana de PEAD de alta densidade e que o volume de 500 mil litros é satisfatório para o início do projeto.

### Cisterna Enterrada:

Nos projetos de cisternas deve-se primeiro identificar o objetivo da coleta da água. Se for para dessedentação animal, é preciso submetê-la a um sistema de filtração eficiente e armazenamento. Neste caso, o projeto será constituído por três processos básicos:

- Sistema de coleta;
- Sistema de filtração;
- Sistema de armazenamento;

### Sistema de coleta (captação)

Conforme Oliveira (et. al. 2012) as captações de água para uso doméstico normalmente são feitas de três formas: de mananciais de superfície (lagos, represas, rios, etc.), de águas subterrâneas (poços profundos e artesianos) e da água da chuva.

O sistema de captação de água da chuva é realizado nos telhados das construções das propriedades. Para isso, os telhados devem ser limpos e bem cuidados, impermeabilizados, estarem livres de rachaduras ou de vegetações, e serem construídos de material não tóxico. Superfícies lisas são as melhores para a captação (telhas de barro, de cimento etc.). É a área total dos telhados onde é realizada a captação que vai ser diretamente responsável pela quantidade de água captada. Nas bordas dos telhados há um conjunto de calhas instaladas para o recolhimento da água da chuva. As calhas de coleta podem ser em PVC, metálicas ou mistas. No caso de calhas usadas em edificações para a produção de suínos e aves, é aconselhável que o material usado na sua construção seja em PVC, para uma maior durabilidade, quando comparado com calhas metálicas, pois não são atacados pelos gases gerados no local de produção animal, principalmente o H<sub>2</sub>S, que podem causar a corrosão das calhas construídas com materiais metálicos. (OLIVEIRA, et. al 2012): Ilustração de instalação do sistema de calha e cano condutor (Figura 2).

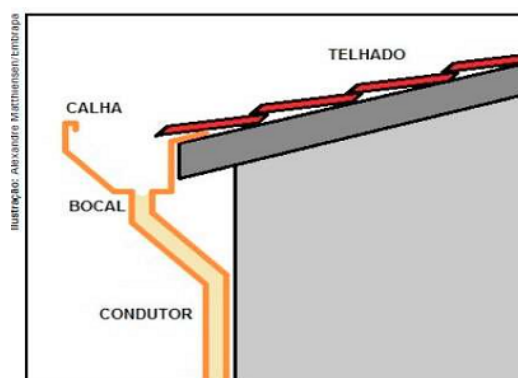


Figura 2 - Ilustração de instalação do sistema de calha e tubo condutor

Fonte: Oliveira et. al (2012)

Os encanamentos condutores normalmente são feitos por um conjunto de tubos, em geral com diâmetro de 100 ou 150 mm, que conduzem a água da chuva a um pré-filtro para a limpeza dos materiais grosseiros em suspensão na água. É recomendável que somente a água de chuva captada em telhados e coberturas, e após passagem por um sistema de filtragem, venha a ser encaminhada para a cisterna. A água captada e direcionada para a cisterna não deve ser misturada a águas provenientes de outras fontes de captação. Em grandes extensões de telhado, como aviários ou pocilgas, pode-se optar por sistema de condutores auxiliares para coleta de água da calha, evitando o transbordamento; ou dimensionar o volume da calha de acordo com a área de telhado e tipo de material. (OLIVEIRA, et. al 2012). Segue abaixo exemplos de calha coletora e condutor auxiliar em telhados de granjas



**Figura 3** - Calhas e Tubos PVC instalação do sistema de calha e cano condutor

Fonte: Oliveira *et. al* (2012)

### Sistema de filtração

A filtração é um processo de separação sólido-líquido, envolvendo fenômenos físicos, químicos e, às vezes, biológicos. Visa principalmente à remoção das impurezas contidas na água que são retidas através de um meio poroso. A filtragem da água da chuva é um processo necessário para retirar partículas macroscópicas em suspensão que são arrastadas pela água ao passar pela cobertura das edificações. (OLIVEIRA, *et. al* 2012)

### Pré-filtração

O pré-filtro é uma estrutura que pode ser construída em concreto, PVC, fibra de vidro ou alvenaria, têm objetivo de retirar detritos maiores, como galhos e folhas, antes da passagem pelos filtros da cisterna. (OLIVEIRA, *et. al* 2012) O Depósito da primeira água da chuva visa descartar o primeiro milímetro de água da chuva, também chamada de água de limpeza do telhado. Ele deverá ser dimensionado calculando-se a área de telhado disponível para captação multiplicado por 1 ou 2 mm, que é a lâmina de água estimada para a limpeza do telhado. A água proveniente desta limpeza não é direcionada para os filtros da cisterna. (OLIVEIRA, *et. al* 2012)



**Figura 4** - Dispositivo boia para retenção da primeira água da chuva

Fonte: Oliveira *et. al* (2012)



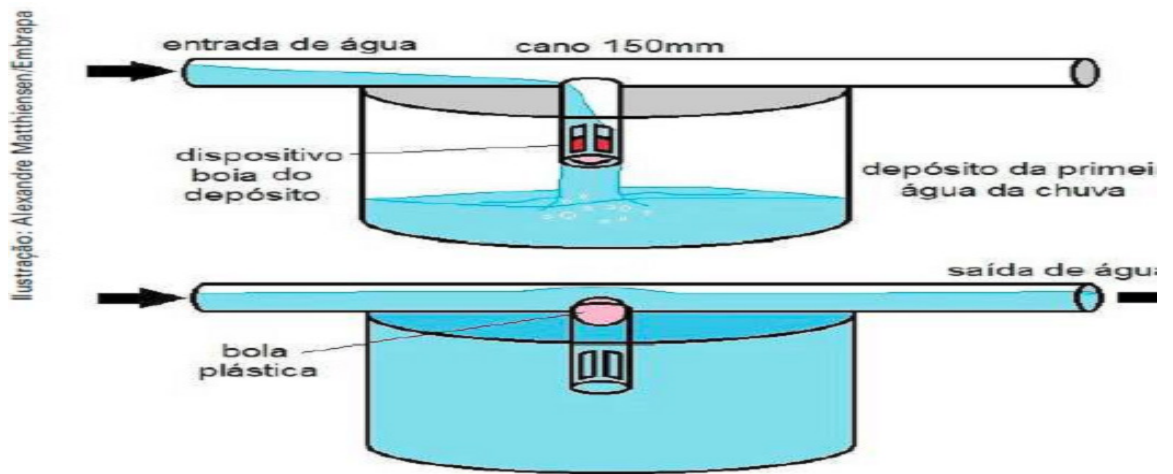


Figura 5 - Ilustração de Dispositivo boia para retenção da primeira água da chuva

Fonte: Oliveira et. al (2012)

### Filtros (filtração)

Segundo Oliveira (et. al. 2012) água destinada a uma cisterna ou reservatório deve passar por um sistema de filtração eficiente antes de seu armazenamento. Para sistemas de captação de água de telhados e coberturas, recomenda-se a utilização de filtros rápidos, devido ao grande volume de água captado e sua rapidez de passagem pelo sistema. Como nosso propósito é um filtro rápido, para vencer a vazão da água proveniente dos telhados, optamos pelo uso da pedra britada, pois a água será tratada posteriormente.



Figura 6 – Sistema de Filtração para grande vazão utilizando caixas de (1000 litros)

Fonte: Oliveira et. al (2012)

Limpeza do pré-filtro, filtros e cisterna.

A recomendação da Embrapa é de que a limpeza do pré-filtro deverá ocorrer sempre que houver acúmulo de partículas. Recomenda-se que a limpeza dos filtros seja feita em épocas de estiagem. Em períodos de maior precipitação ou em casos onde o sistema esteja instalado próximo a estradas rurais ou locais com bastante verde, o acúmulo de partículas (poeira, folhas) no sistema também será maior e a limpeza deverá ser mais frequente.

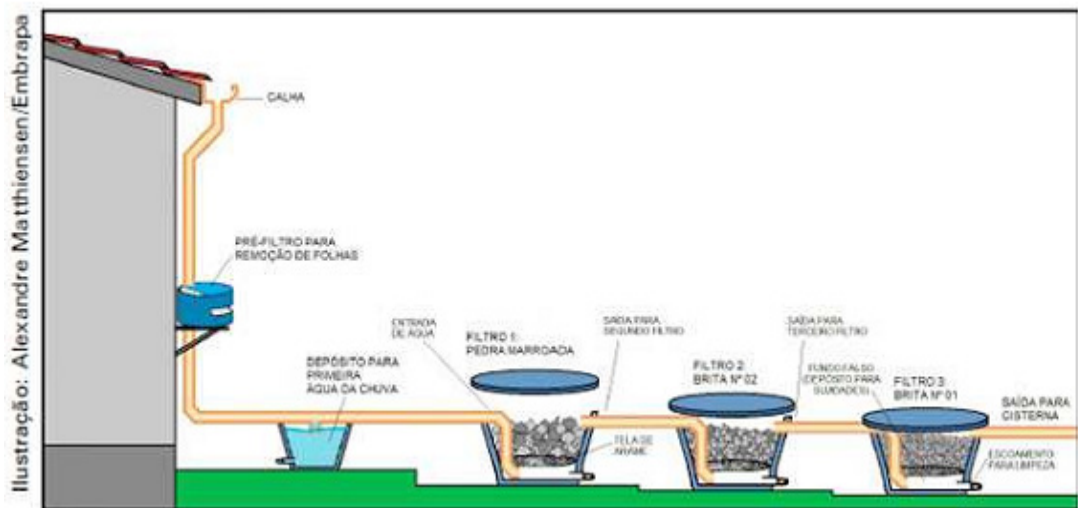


Figura 7 - Ilustração Desenho esquemático de instalação do sistema de coleta da água da chuva com pré-filtro, depósito para primeira água da chuva, e três filtros rápidos.

Fonte: Oliveira et. al (2012)

### Cisterna Enterrada.

Estas cisternas são escavadas, revestidas e cobertas com geomembrana em polietileno de alta densidade (PEAD). Para estrutura de sustentação são utilizados arcos de aço galvanizado fixados no com uma pequena base de concreto para assegurar estabilidade junto ao solo. Para este projeto piloto a cisterna tem capacidade de armazenamento de 500m<sup>3</sup>. Suas dimensões são as seguintes: 25m de comprimento 8m de largura e 3,8m de profundidade.

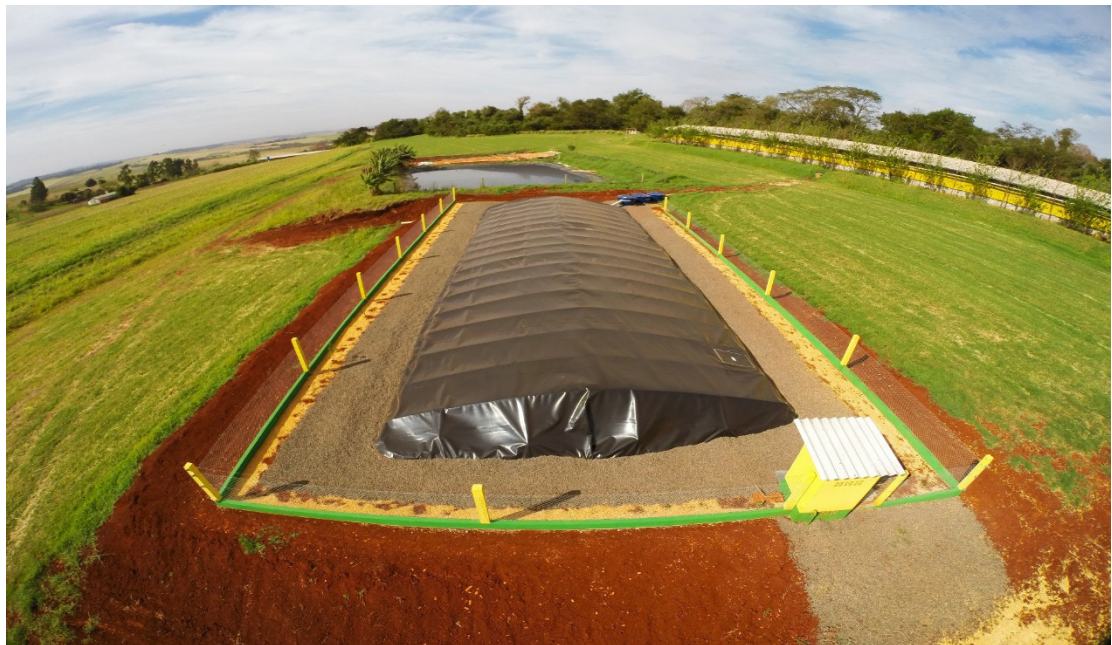


Figura 8 - Reservatório Enterrado para 500m<sup>3</sup> (Cisterna)

Fonte: Dados do Autor 2016

## ESTUDO DE CASO

Para avaliar a eficiência do sistema de captação de água da chuva foi feito um acompanhamento durante o período de julho de 2015 a abril de 2016. Neste primeiro ano foram avaliados os volumes de água captados e também a qualidade da água armazenada.

A propriedade em estudo pertence a Sra. Delcia Osterkamp localizada na linha Ajuricaba no município de Marechal Cândido Rondon – PR. A propriedade produz frangos de corte (avicultura) com uma capacidade de produção de aproximadamente 12.000 aves a cada 45 dias, e também 800 cabeças de suínos para abate (suinocultura terminação), que ficam aproximadamente 5 meses até atingirem o peso ideal para comercialização.

O sistema instalado na propriedade para coletar de água da chuva utilizou-se do barracão de avicultura com 1.200 m<sup>2</sup> (12m x 100m) de área coberta, onde foram instaladas calhas de aço galvanizado e também tubulação de pvc 150mm para auxiliar na condução da água até os filtros de limpeza e o posterior armazenamento na cisterna revestida e coberta em Geomembrana de PEAD de alta densidade. O custo total de implantação foi de R\$ 40.000,00. A água captada no aviário foi utilizada exclusivamente na atividade de suinocultura por ser uma atividade que demanda uma maior quantidade para produção. Segue abaixo dados estimativos de consumo na suinocultura.



## Estimativa de Consumo:

Fase de produção	Consumo de água (L/dia)
Leitões (15 Kg)	1,5 a 2,0
Suínos (50 Kg)	5,0 a 8,0
Suínos (100 Kg)	6,0 a 9,0
Suínos (150 Kg)	7,0 a 10,0
Porcas em gestação	15,0 a 20,0
Porcas em lactação	30,0 a 40,0

Tabela 4. Recomendação da necessidade de água para atender o consumo de suínos em função da fase produtiva

Fonte: Oliveira et. al (2012)

De acordo com os dados acima apresentados estimou-se a consumo médio de água na e a capacidade de armazenamento, uma vez que os animais iniciam o ciclo de engorda com um peso de aproximadamente 22 a 25Kg até atingirem cerca de 120Kg. Diante disto estimamos consumo tomando como referência como referência a propriedade do Sra. Delcia:

Área M2 telhado	Ano/ Mês	Chuva mm	M3	Extravaso	Cons. Méd. Mês M3	Mês/Ano	Volume Rerv. L.	Percentual %
1200	2015/ Jul.	432	518,4	18,4	178	jul./2015	322	64,4
1200	2015/Ago.	76	91,2		192	ago./2015	221,2	44,24
1200	2015/Set.	168	201,6		225	set./2015	197,8	39,56
1200	2015/Out.	154	184,8		242	out./2015	140,6	28,12
1200	2015/Nov.	426	511,2	11,2	265	nov./2015	386,8	77,36
1200	2015/Dez.	448	537,6	37,6	163	dez./2015	500	100
1200	2016/Jan.	253	303,6	50	190	jan./2016	500	100
1200	2016/Fev.	152	182,4		212	fev./2016	470,4	94,08
1200	2016/Mar.	124	148,8		232	mar./2016	416,8	83,36
1200	2016/Abr.	195	234		259	abr./2016	475	95
	<b>Total</b>	<b>2.428</b>	<b>2913,6</b>	<b>117,2</b>	2158			
	<b>Total Acumulado</b>			<b>2796,4</b>				

Quadro 5. Acompanhamento Propriedade Sra. Delcia

Fonte: Dados do Autor 2016.

Para coleta dos dados acima descritos foram utilizados um pluviômetro para medir a quantidade coletada de chuva mensal e um hidrômetro para medir o consumo de água da granja de suínos. Segue abaixo gráfico ilustrando o nível do reservatório percentual do reservatório em função das chuvas e o volume em função do consumo da granja.



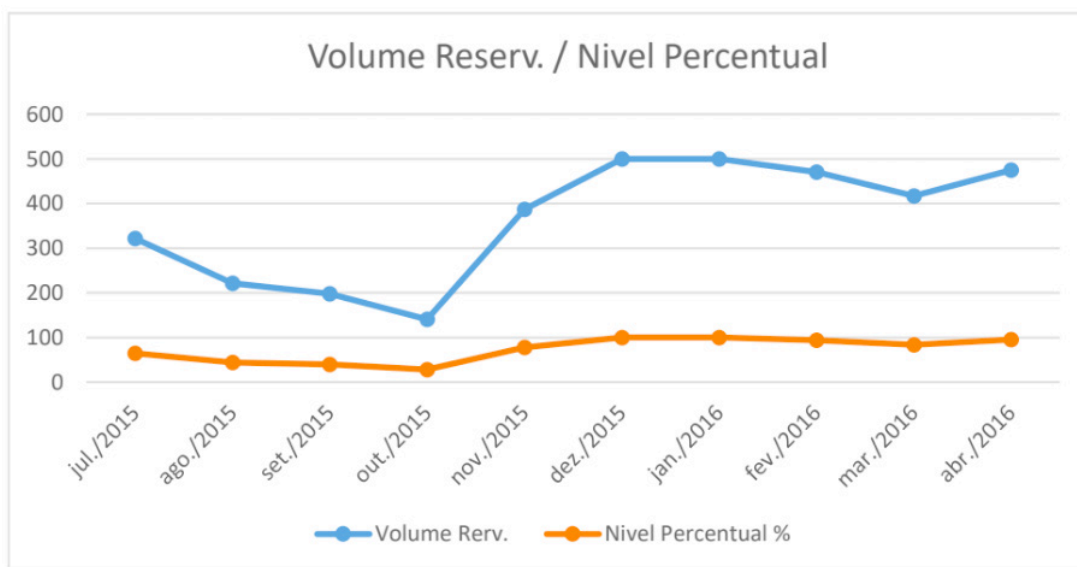


Gráfico 2. Volume do Reservatório e Nível Percentual.

Fonte: Dados do Autor 2016

Percebeu-se através do acompanhamento na propriedade da Sra. Delcia que a cisterna durante maior parte do tempo se manteve em um nível satisfatório para utilização na propriedade.

Qualidade da água coletada: Bacteriológica e Físico-Químicos.

Durante o período analisado foi feito um acompanhamento mensal da qualidade da água captada. Foi instalado após o reservatório um sistema de cloração por pastilhas que faz a desinfecção da água para fornecimento aos animais. Segue abaixo resultado da análise bacteriológica e físico química da água coletada na cisterna:



### Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Marechal Cândido Rondon - Paraná  
www.saaemcr.com.br - e-mail: saae@saaemcr.com.br

Página 1 de 1

#### Relatório de Ensaio Número 05598B

Revisão 00

#### DADOS DO CLIENTE

Nome do Requerente: SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO  
Endereço: RUA SANTA CATARINA Número: 750 Bairro: BAIRRO CENTRO  
Município: MARECHAL CÂNDIDO RONDON UF: PR Telefone: (45) 32845900  
Período de realização dos ensaios: 18/05/2016 a 19/05/2016

#### DADOS DA AMOSTRA

Número da Amostra: 47726  
Endereço de Coleta: CISTERNA  
Tipo de Água: TRATADA  
Local da Coleta: SAÍDA DA CAIXA  
Loteamento: LINHA AJURICABA  
Responsável pela Coleta: ALTEMAR ANTONIO GONÇALVES  
Temperatura da Água: 19.3 °C  
Manancial MISTA  
Município: MARECHAL CÂNDIDO RONDON UF: PR  
Data da Coleta: 18/05/2016  
Hora da Coleta: 15:20

#### ENSAIOS

##### ENSAIOS BACTERIOLÓGICOS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	METODOLOGIA
COLIFORMES TOTAIS	Presença ou Ausência	Negativo	ONPG/MUG
ESCHERICHIA COLI	Presença ou Ausência	Negativo	ONPG/MUG

OBSERVAÇÃO: Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no SAAE. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

BIBLIOGRAFIA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20 th Edition. (1998).

ABREVIATURAS: (1) VMP-Valor Máximo Permitido; (2) Unidade Hansen (Mg Pt-Co/L); (3) Unidade Nefelométrica de Turbidez; (4) Medição do Potencial de Redução da Oxidação.

CONCLUSÃO: Em relação aos parâmetros analisados, reportados neste relatório de ensaio, a amostra de água analisada, atende aos critérios estabelecidos pela Portaria MS/2914/2011, do Ministério da Saúde - Qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.



## Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Marechal Cândido Rondon - Paraná  
www.saaemcr.com.br - e-mail: saae@saaemcr.com.br

Página 1 de 1

### Relatório de Ensaio Número 05598A

Revisão 00

#### DADOS DO CLIENTE

Nome do Requerente: SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO  
Endereço: RUA SANTA CATARINA Número: 750 Bairro: BAIRRO CENTRO  
Município: MARECHAL CÂNDIDO RONDON UF: PR Telefone: (45) 32845900  
Período de realização dos ensaios: 18/05/2016 a 19/05/2016

#### DADOS DA AMOSTRA

Número da Amostra: 47726  
Endereço de Coleta: CISTERNA  
Tipo de Água: TRATADA  
Local da Coleta: SAÍDA DA CAIXA  
Loteamento: LINHA AJURICABA  
Responsável pela Coleta: ALTEMAR ANTONIO GONÇALVES  
Temperatura da Água: 19.3 °C  
Manancial MISTA  
Município: MARECHAL CÂNDIDO RONDON UF: PR  
Data da Coleta: 18/05/2016  
Hora da Coleta: 15:20

#### ENSAIOS

##### ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP	RESULTADO	METODOLOGIA
COR	uH	15	1	Espectrofotometria do Visível
TURBIDEZ	uT	5	1,00	Nefelométrico
pH	-	6,0 a 9,5	4,49	Potenciométrico
O.R.P.	mV	-	132,2	Potenciométrico
CONDUTIVIDADE	µS/cm a 25°C	-	66,5	Condutimetria
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/L	1000	42,6	Condutimetria
SALINIDADE	%	-	0,03	Condutimetria
FLUORETOS	mg/L F <sup>-</sup>	1,5	0,06	Espectrofotometria do Visível
CORO LIVRE	mg/L Cl <sub>2</sub>	-	0,0	Comparador Colorimétrico (Método DPD)

OBSERVAÇÃO: Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no SAAE. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

BIBLIOGRAFIA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20 th Edition. (1998).

ABREVIACÕES: (1) VMP-Valor Máximo Permitido; (2) Unidade Hansen (Mg Pt-Co/L); (3) Unidade Nefelométrica de Turbidez; (4) Medição do Potencial de Redução da Oxidação.

CONCLUSÃO: Em relação aos parâmetros analisados, reportados neste relatório de ensaio, a amostra de água analisada, atende aos critérios estabelecidos pela portaria MS/2914/2011, do Ministério da Saúde - Qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Marechal Cândido Rondon, 25 de Maio de 2016

**Mirta Schlindwein Lucas**  
Química, CRQ - 09101105  
Responsável Técnica

\*\*\*\*\*FIM\*\*\*\*\*

Laboratório de Análises de Água Registrado no C.R.Q. - 9ª Região sob Número 00871

Rua Santa Catarina, 750 - CEP.: 85960-000 - Cx. Postal: 1005 - Fone/Fax: (45) 3284-5900 - e-mail: laboratorio@saaemcr.com.br

Fonte: Dados do Autor 2016

Conforme dados acima expostos com realação a qualidade da água analisada, os resultados neste relatório de ensaio, a amostra analisada de água atende aos critérios estabelecidos pela portaria MS2914/2011 do Ministério da Saúde – Qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portanto a água da

chuva coletada no telhado da propriedade, após simples desinfecção com cloro, atende os parâmetros exigidos inclusive para consumo humano, porém esta água é fornecida somente aos animais e também na limpeza da granja, o que vem a confirmar sua efetividade.

## CONCLUSÃO

Diante do atual cenário de consumo da atividade agropecuária esta alternativa mostra-se viável para implantação, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. O aproveitamento da água da chuva em sistemas de produção de suínos e aves é uma opção sustentável e eficiente e economicamente viável para o uso da água nas propriedades. Os resultados colhidos nestes primeiros 10 meses de implantação nos fazem acreditar que esta ideia pode ser replicada em propriedades que contam com aporte hídrico subterrâneo comprometido, mostrando que com soluções simples é possível continuar as atividades agropecuárias sem exaurir o meio ambiente. Portanto a implantação de cisternas para coleta de águas pluviais é uma alternativa viável, pois fazendo a captação desta água para dessedentação animal ou limpeza das instalações, diminui a exploração de recursos hídricos subterrâneos, além de garantir maior segurança hídrica para os produtores.

## REFERÊNCIAS

AHLERT, Alvori. Ética, Acesso e Uso Sustentável da Água: Contribuições da Teoria **comunicativa**. 43<sup>a</sup> Assembléia Nacional da Assemae. 17<sup>a</sup> Exposição de Experiências municipais de Saneamento. Vitória – ES. 2013.

BRASIL. Lei n. 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Legislação Federal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm) Acesso em 10 de Junho de 2016

FONSECA, I. F.; BURSZTYN, M. Mercadores de moralidade: **A retórica ambientalista e a prática o desenvolvimento sustentável**. Campinas. Ambiente & Sociedade. v.10.n. 2. 2007

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico de Marechal Cândido Rondon**, 2013.

OLIVEIRA, P. A et. al **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves**. Embrapa, Concórdia, 2012. Disponível em [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_v7r28u3f.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_v7r28u3f.pdf). Acesso em 15 maio. de 2016.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-088-9



9 788572 470889