



POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA: APLICAÇÃO EM PROPRIEDADES RURAIS

DOI: 10.19177/rgsa.v8e32019521-549

André Augusto Gutierrez Fernandes Beati¹

Raphael Kuhnlein²

Laira Lúcia Damasceno de Oliveira³

Daniel Botelho Sanches⁴

RESUMO

O aproveitamento de águas pluviais ganha cada vez mais destaque dentro do atual cenário de mudanças climáticas, assim como o de crescente degradação de águas superficiais e subterrâneas por contaminação e mau uso. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo demonstrar a viabilidade econômica e ambiental da potabilização de águas pluviais em ambientes rurais, com a destinação para dessedentação animal. Para tal efeito, foi utilizada como estudo de caso uma propriedade rural no município de Itapetininga, localizada no interior do estado de São Paulo, na qual há um aviário em funcionamento. Por meio de pesquisa acadêmica em acervo eletrônico, compilou-se uma revisão bibliográfica a fim de embasar uma proposta de um sistema de captação e aproveitamento de águas de chuva e através de experiências práticas foi possível comprovar a eficácia do mesmo. Verificou-se que a legislação pertinente se mostra vaga, principalmente no que se refere à classificação e aos processos de tratamento. Portanto, além de visar a solução do problema hídrico na propriedade em questão, há também a pretensão de expor a carência legislativa relacionada, a fim de promover o uso de água pluvial de maneira potável. A análise que demonstra a viabilidade técnica e econômica desta proposta, foi realizada em um sistema de simulação construído dentro da Universidade São Francisco, facilitando a aquisição de dados e os ajustes que foram necessários.

Palavras-chave: Uso potável. Águas de chuva. Dessedentação animal. Legislação.

¹ Químico com Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Docente de nível superior e Pesquisador na Universidade São Francisco. E-mail: andre.beati@usf.edu.br

² Eng^o Ambiental e Sanitário atua no ramo de energias renováveis e saneamento. E1-mail: raphael.kuhnlein@gmail.com.

³ Bióloga com Doutorado em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP). Docente de nível superior na Universidade São Francisco. E-mail: lairaoliver@yahoo.com.br

⁴ Discente em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade São Francisco. E-mail: danielbsanches92@gmail.com

RAINWATER POTABILIZATION: APPLICATION ON RURAL PROPERTIES

ABSTRACT

Rainwater harvesting is gaining increasing prominence within the current scenario of climate change, as well as the increasing degradation of surface and groundwater by contamination and misuse. In this sense, the present study aims to demonstrate the economic and environmental feasibility of potabilization of rainwater in rural environments, with the finality of animal watering. For this purpose, a rural property was used as a case study in the municipality of Itapetininga, located in the interior of the state of São Paulo - Brazil, where there is an aviary in operation. By means of an academic research in electronic collection, a bibliographical revision was compiled in order to base a proposal of a rainwater capture and use system and through practical experiences it was possible to prove the effectiveness of the same. It has been found that the relevant legislation appears to be vague, particularly what regards classification and treatment procedures. Therefore, in addition to seeking to solve the water problem at the property in question, there is also the intention to expose the related legislative lack, in order to promote the use of rainwater in a potable way. The analysis that demonstrates the technical and economic feasibility of this proposal was carried out in a simulation system built within the São Francisco University, facilitating the acquisition of data and the adjustments that were necessary.

Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

Keywords: Drinking use. Rainwater. Animal dander. Legislation.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o sumário executivo da UNESCO (2015), a água sempre esteve no centro do desenvolvimento humano e possui maior importância no âmbito do desenvolvimento sustentável, sendo que os recursos hídricos e toda gama de serviços providos por estes, contribuem entre outros fatores, para o crescimento econômico e para o equilíbrio ambiental. Com essencial importância que vai desde a segurança alimentar até as condições mínimas do saneamento básico, a água contribui para a prosperidade social e o crescimento inclusivo, afetando os meios de subsistência de bilhões de pessoas e todos os seres vivos.

O mesmo documento expõe que em um futuro próximo, necessariamente sustentável, a água e os outros recursos naturais terão de ser geridos em função do

bem-estar humano e da integridade dos ecossistemas em uma economia forte. O uso irregular e inconsciente deste elemento vital compromete as futuras gerações e a manutenção dos ciclos hidro ecológicos.

Assim, a introdução da gestão integrada de recursos hídricos (GIRH), de maneira descentralizada, ganha grande destaque e fortalece a visão de futuro sustentável, uma vez que há a necessidade de enfatizar as questões de equidade e sustentabilidade ambiental e adotar medidas de responsabilidade social, administrativa e política (CONNOR e KONCAGÜI, 2015).

Neste contexto, medidas para tornar o uso dos recursos hídricos mais eficientes, são de extrema importância. A captação, armazenamento e utilização da água de chuva é uma ótima medida no que diz respeito à redução do impacto no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. No entanto é necessário identificar os diferentes tipos de uso, verificando a permissão para os mesmos de acordo com a legislação vigente.

Diferentes práticas de cultivo associadas aos sistemas de captação de água das chuvas são alternativas viáveis para uso no meio rural, quando se visa produção economicamente sustentável. O tratamento de águas pluviais para utilização segura pode ser realizado de forma bastante simples, eficiente e com baixo custo de implantação, manutenção e operação, sendo viável até para grupos de baixa renda, como agricultores familiares.

Desta maneira, o presente trabalho tem por objetivo demonstrar a viabilidade da potabilização de águas pluviais para a dessedentação animal em uma propriedade rural localizada no município de Itapetininga, no interior do estado de São Paulo. Em segunda instância visa o abastecimento para os usos não potáveis, a fim de promover a mudança de fonte hídrica e ainda possibilitar a expansão das atividades econômicas na propriedade. Esta mudança justifica-se, dentro do atual cenário de escassez hídrica por reduzir o desequilíbrio do balanço hídrico da microbacia e evitar a dependência de águas subterrâneas possivelmente contaminadas em decorrências do uso de insumos tóxicos nas atividades agrícolas na região.

Conclusivamente se propõe um ponto de partida para uma maior discussão relativa à necessidade de atualização das legislações pertinentes, uma vez que estas restringem o usufruto das águas pluviais a poucas atividades não potáveis e em relação ao seu uso potável é insuficientemente específica. Uma maior clareza destas normativas, representaria grandes vantagens econômicas, sociais e ambientais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Todo ano, aproximadamente 47.000 km³ de água doce, chegam aos oceanos. Se hipoteticamente, esse volume pudesse ser distribuído de maneira igual para todos os continentes, cada pessoa (seis bilhões no ano de 2003) teria 8.000 m³/ano a sua disposição. Entretanto, a desigual distribuição sempre foi origem de problemas e conflitos pela disputa deste recurso vital nos continentes, países e regiões. A variação natural das séries hidrométricas históricas (medidas dos volumes e vazões dos rios) determina necessariamente as estratégias de gerenciamento para os recursos hídricos (TUNDISI, 2003).

Segundo Lima (2001) estima-se que o desperdício de água, em uma escala global chega a impressionantes 60% somente na agricultura e é previsto um crescimento de 100% para este setor até 2050. Este se dá principalmente em decorrência do uso de tecnologias obsoletas e pouco eficientes, além da negligência técnica nos sistemas de distribuição.

Outro ponto crítico são as contaminações provenientes das atividades agrícolas. Estas são constituídas basicamente por sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais. De acordo com Gburek e Sharpley (1997) apud Merten e Minella (2002), sabe-se que nos Estados Unidos 50% a 60% da carga poluente que contamina águas superficiais, é proveniente da agricultura, dado que até então não foi levantado no Brasil de maneira abrangente. No entanto, conforme explica Milhome et. al (2009), em busca de maiores produtividades, a utilização de fertilizantes e agrotóxicos têm se intensificado significativamente no país, que foi considerado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), o segundo maior consumidor desses produtos no mundo no ano de 2006.

Alguns agroquímicos permanecem no ambiente ou atingem meio aquático, oferecendo grandes riscos para todos seres vivos. Por meio de bioacumulação, conseguem intoxicar mesmo os membros mais distantes de uma cadeia trófica. Desta forma, há um consenso geral de que a atividade agropecuária assume um papel crítico na contaminação dos mananciais e na degradação ambiental, demonstrando que a qualidade da água é um reflexo do uso e manejo do solo nas bacias hidrográficas.

De maneira geral, a gestão de recursos hídricos é embasada, em termos qualitativos, na legislação de cada país ou região. No âmbito federal brasileiro, cita-se a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente

– CONAMA (complementada e alterada pela Resolução CONAMA nº 430/2011) que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e as diretrizes ambientais para seu enquadramento, dentre outras providências. Esta normativa classifica as águas do território nacional, considerando características físicas, químicas e biológicas em relação às aplicações previstas (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011a) e é considerada uma das mais importantes legislações brasileiras no que tange a classificação de corpos hídricos, sendo que é largamente utilizada por entidades de fiscalização e de gestão dos recursos naturais, determinando parâmetros para lançamento e usos dos corpos d'água (PEREIRA, 2004).

Toda entidade administrativa, desde a escala local até a global, segue diretrizes que visam padronizar a gestão de seus recursos hídricos, mas que também variam de acordo com a valoração que esta recebe nas diferentes localidades. O aumento demográfico aliado ao crescimento econômico gera previsões de que até 2050 a demanda hídrica mundial aumentará em 55%, consequência da crescente necessidade de água por todos os setores, mais significativamente pelo industrial, energético e doméstico (UNESCO 2015).

Vivemos, no entanto, um cenário de escassez hídrica no mundo. São poucas as populações que ainda possuem um acesso fácil à água doce abundante. Contrainstintivamente, o fenômeno da escassez não é atributo exclusivo de regiões áridas e semiáridas. Há muitas regiões com muita água, mas ainda assim insuficientes para satisfazer as crescentes populações e experimentam conflitos cada vez mais comuns em relação ao uso da mesma, sofrendo restrições de consumo e afetando o desenvolvimento econômico, assim como a qualidade de vida. Um exemplo brasileiro marcante é o da bacia do Alto Tietê no estado de São Paulo (Hespanhol, 2008). Estas condições são relacionadas, mais uma vez, ao crescimento demográfico e ao mau uso de recursos hídricos.

Conforme Tundisi (2003), a ausência de um equilíbrio entre demanda e oferta gera um déficit global de água que deverá ser cada vez mais grave e conseqüentemente a multiplicidade de impactos exigirá diferentes tipos de avaliação, novas tecnologias de monitoramento e avanços tecnológicos no tratamento e na gestão das águas. Deste modo, o reúso e o uso de fontes alternativas como as águas de chuva, ganham um destaque nunca obtido anteriormente.

A captação, o armazenamento e a utilização da precipitação atmosférica, são em conjunto uma medida eficiente no que diz respeito à redução do impacto no ciclo

hidrológico em bacias hidrográficas. É possível observar diversos casos de sucesso em países como a Alemanha, o Japão, Israel, Cingapura e a Austrália (Prado, 2016), os Estados Unidos, a África do Sul, a Bélgica e a Namíbia, que adotaram o uso de água pluvial em sua matriz hídrica e são exemplos no manejo crescentemente sustentável de seus recursos (Hespanhol, 2015). A experiência destes países demonstra que o tratamento destas águas, para a utilização segura, pode ser realizado de forma simples, eficiente e com baixo custo de implantação, manutenção e operação, sendo acessível até para grupos de baixa renda, como agricultores familiares.

É importante ressaltar, como descrito por May (2004) e Vivacqua (2005) no estudo de Mierzwa et al. (2007), que de maneira geral, a água de chuva apresenta uma qualidade elevada, mas que dependendo da localidade, sofre grande influência da poluição atmosférica, assim como da vegetação arbórea. De acordo com Dacach (1979) apud Kobiyama (2005), na atmosfera a água é praticamente desprovida de impurezas, assim como de sais, o que a torna insípida e pouco digestiva. Mas ao precipitar, carrega e agrega ao longo de seu trajeto os materiais presentes e assim reduz consideravelmente sua pureza. Em centros urbanos, principalmente em regiões industriais, a quantidade de elementos nocivos que são absorvidos, dependendo do caso, torna o tratamento à potabilidade até mesmo inviável.

Mierzwa et al. (2007), elucida que a viabilização do aproveitamento de águas de chuva depende fortemente da definição do volume e do tipo do reservatório de armazenamento. E este dimensionamento por sua vez, depende do tipo de utilização, assim como do balanço de vazão demandada pela parte consumidora. Em áreas rurais utilizam-se principalmente cisternas ou grandes reservatórios como açudes, sendo que nestes casos as vantagens do aproveitamento de água de chuva são mais expressivas, especialmente em regiões áridas e semiáridas, como ocorre no nordeste brasileiro, demonstrando que a gestão inteligente destas águas é fundamental para garantir a produtividade agrícola e sobretudo a sobrevivência de seus habitantes. Devido a este fato, como explica Gnadlinger (2000), há um grande incentivo por parte de sindicatos e organizações não governamentais na execução e no financiamento de projetos relacionados. Estas entidades trabalham também na viabilização política dos mesmos, em prol do desenvolvimento sustentável, que incorpora as esferas econômica, social e ambiental, demonstrando o fato de que grandes projetos de irrigação a partir de rios ou fontes subterrâneas ficam desnecessários com a expansão da prática do uso de água de chuva de maneira eficiente e “moderna”.

Em áreas rurais, é possível economizar significativamente recursos financeiros ao armazenar águas pluviais, economia esta que deriva do menor uso de energia elétrica para o recalque a partir de fontes subterrâneas ou superficiais, assim como a pressurização de redes extensas de distribuição, dada a possibilidade de descentralização dos reservatórios de armazenamento.

O tratamento de água pluvial normalmente não exige estruturas complexas nem excessivamente caras segundo Miorando, Brião e Girardelli (2017), uma vez que o desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas e o aumento de sua acessibilidade vem tornando estas economicamente mais viáveis. De maneira simplificada é possível alcançar bons valores paramétricos de qualidade e eficiência, atendendo as normativas exigidas pela lei, desde que o controle de conformidade seja realizado no período estabelecido. Segundo Alves, Zanella e Dos Santos (2008), no que tange o produto do sistema de tratamento, é adequado tomar as legislações vigentes como referência, de acordo com o tipo de aplicação desejada. De maneira geral, uma normativa razoavelmente suficiente é a Resolução Conama 274/2000 que dispõe das concentrações mínimas para os parâmetros de qualidade para águas de contato com toda superfície do corpo humano, por tempo prolongado. Em relação aos parâmetros físico-químicos, a norma brasileira NBR 15527/07 pode ser adotada como referência inicial.

Para alcançar valores paramétricos que permitem a caracterização da água de chuva, após o tratamento, como potável, é imperativo seguir os valores dispostos nas legislações mais exigentes, a fim de garantir a alta qualidade, conforme descrito por Andrade e Menezes (2015). Para esta finalidade a legislação brasileira ainda é vaga ou incompleta. Existem apenas duas principais legislações que regulamentam as características mínimas exigidas para se obter segurança ao consumir fisiologicamente água desta origem, sendo estas, a CONAMA 357/05 citada anteriormente, que determina a classificação de águas de lançamento e de corpos d'água, e a Portaria do Ministério da Saúde 2914, que estabelece os parâmetros de potabilidade. No entanto, no dia 03 de outubro de 2017, através do Suplemento DOU nº 190 foi publicada a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 (PRC nº 5/2017), que revogou a Portaria nº 2914/2011, sendo esta então sua nova denominação. Porém, na prática, as exigências continuam as mesmas.

Conforme explicado no “simpósio de criação animal e recurso hídricos” da EMBRAPA (2010), quando o objetivo do tratamento de águas de chuva for o de

alcançar a potabilidade, alguns cuidados importantes devem ser levados em consideração, como a manutenção cotidiana da rede de coleta, inclusive o telhado, e as estruturas; a presença de um sistema de tratamento adequado; a ausência de ligações cruzadas com redes de água de outro tipo de fonte; e as análises de conformidade com a PRC nº 5/2017 no intervalo de tempo condizente. Estas são também as exigências da Instrução Normativa n.º 56, de 2007, que regulamenta assuntos relacionados à dessedentação animal.

A apostila sobre Conceitos de Conservação de Água, Reuso e Coleta, Tratamento e Uso de Águas Pluviais, criada pela FUNDESPA (Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas) e pelo CIRRA (Centro Internacional de Referência em Reuso de Água) da Universidade Estadual de São Paulo – USP ressalta que em alguns casos, dependendo do tipo de utilização, não há necessidade de tratamento para a água pluvial. Mas se for necessário alcançar padrões mais exigentes de qualidade, é importante analisar de forma criteriosa os aspectos técnicos e econômicos, considerando os valores de vazão demandados do sistema, para garantir um dimensionamento adequado, principalmente no que se refere ao sistema de tratamento.

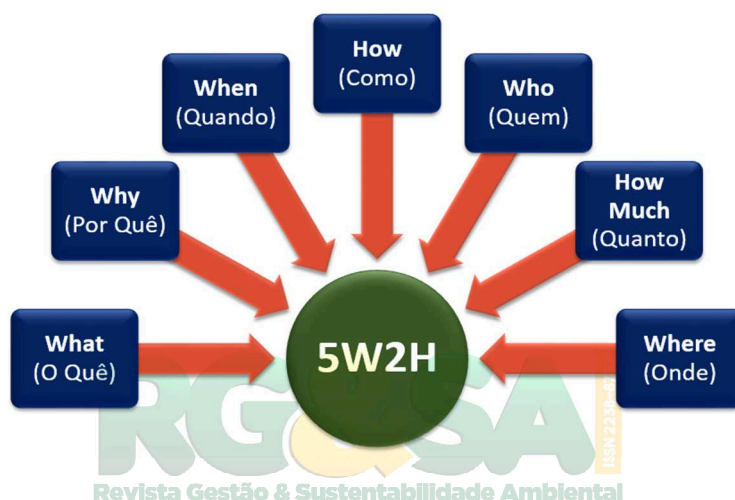
De maneira geral, como coloca Paludo (2002), um sistema de tratamento de águas pluviais captadas em telhados, é composto de filtração de materiais grosseiros; descarte de águas de escoamento inicial; filtração dos materiais particulados finos; e desinfecção. Hoje existe uma grande variedade de tecnologias voltadas ao tratamento de água, relativamente acessíveis e de pouca complexidade. Uma destas técnicas é a combinação de filtração lenta e desinfecção por meio de radiação ultravioleta, vantajosa por ser simples de instalar e principalmente de operar e manter.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo, foram utilizadas inicialmente as ferramentas “5W2H” e “Brainstorming”. O foco principal nesta etapa foi a busca pela maneira mais viável de aproveitar águas de chuva na área de estudo, de forma que o projeto tenha real interesse de implantação e atenda às finalidades desejadas pelo proprietário, tal como economia financeira, mudança de fonte hídrica e expansão das atividades produtivas.

A ferramenta 5W2H consiste em uma tabela que visa a organização de ideias através da resposta às sete perguntas conforme a Figura 1 e foi preenchida com o auxílio de um “Brainstorming”, ou seja, uma dinâmica de grupo que visa se utilizar da criatividade dos indivíduos para a resolução de problemáticas específicas. Assim se pôde chegar a algumas propostas para o estudo, que tiveram então que ser apenas analisadas do ponto de vista de viabilidade, sendo que para tal foi necessário um levantamento de dados a respeito da área de estudo.

Figura 1. Ferramenta de planejamento 5W2H



Fonte: Adaptado de <https://blogdaengenharia.com/5w2h-uma-ferramenta-eficaz-na-gestao-de-projetos-do-trabalho-e-da-vida-pessoal/>.

3.1 Área de estudo

A caracterização da área de estudo se deu por meio de visita acompanhada do proprietário do local, que forneceu a maior parte dos dados obtidos. Já informações como índice pluviométrico médio da região e tipo de solo, foram levantadas em acervo virtual do governo do estado de São Paulo.

O presente estudo foi realizado em uma propriedade rural chamada de “Sítio São Judas Tadeu”, que possui uma área de 24 hectares e é localizada na cidade de Itapetininga-SP, identificada geograficamente através das coordenadas 23°50'04”S e 48°15'29”W, conforme Figura 2.

Figura 2. Vista de satélite da propriedade rural “São Judas Tadeu”



Fonte: Google Earth, 2017.

Atualmente o ramo principal de produção do sítio São Judas Tadeu é o frango de corte, sendo que o aviário se integra no sistema de parceria com o frigorífico “Zanchetta Alimentos”. A propriedade apresenta três galpões que alojam aproximadamente 22.000 aves, totalizando-se 66.000 aves a cada ciclo de engorda de 45 dias. A região onde este sítio se situa oferece quase exclusivamente fontes hídricas subterrâneas, de baixa vazão e com grande probabilidade de contaminação devido às atividades agrícolas no seu entorno. Atualmente, há três poços semi-artesianos de extração de água no local com grau mediano de dificuldade de captação e distribuição, gerando alto custo de manutenção e operação.

As condições e instalações do Sítio São Judas Tadeu foram verificadas ao se fazer uma visita, no mês de agosto, época considerada de seca.

3.2 Determinação da viabilidade ambiental, legislativa, técnica e econômica

Após a escolha de uma solução apropriada para o caso estudado, se fez necessária a verificação das viabilidades ambiental, legislativa, econômica e técnica do mesmo.

Quanto à questão ambiental, sabe-se que a probabilidade de contaminação por conta de insumos agrícolas utilizados nas plantações ao redor da área de estudo é bastante significativa. Outro importante prejuízo ambiental a ser considerado é que a utilização dos poços artesianos acarreta em uma demasiada retirada de recursos hídricos da microbacia que, aliado ao consumo por atividades agrícolas e urbanas já

presentes na região, pode aumentar o desequilíbrio no balanço hídrico da mesma.

A viabilidade legislativa por sua vez se dá ao atender as leis e normativas relacionadas ao uso potável de água de chuva. Para tal foi realizado um levantamento destas em acervo virtual e uma posterior análise para identificar as condições exigidas, obtendo assim metas a serem alcançadas pelo sistema proposto para o presente estudo.

O estudo da viabilidade técnica do sistema escolhido foi realizado de forma experimental em um modelo de simulação dentro da Universidade São Francisco, campus Swift, Campinas- SP. Este sistema é constituído de um tanque de vidro, com capacidade aproximada de 550 litros, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3. Abastecimento do tanque de simulação com água destilada e água de chuva.



Fonte: Dos autores, 2018.

Conforme a Figura 4 foram inseridos espécimes de flora como a taboa (*Thypha domingensis*), sustentadas por um suporte de fibra de coco em um quadro de tubos de PVC e o aguapé (*Eichhornia crassipes*), que flutua livremente na superfície. Algumas espécies de peixes como o Cascudo (*Hypostomus affinis*) e Tilápia (*Tilapia rendalli*) também contribuem para a formação do ambiente aquático que foi decorado com um fundo de pedras, areia, alguns troncos e folhas.

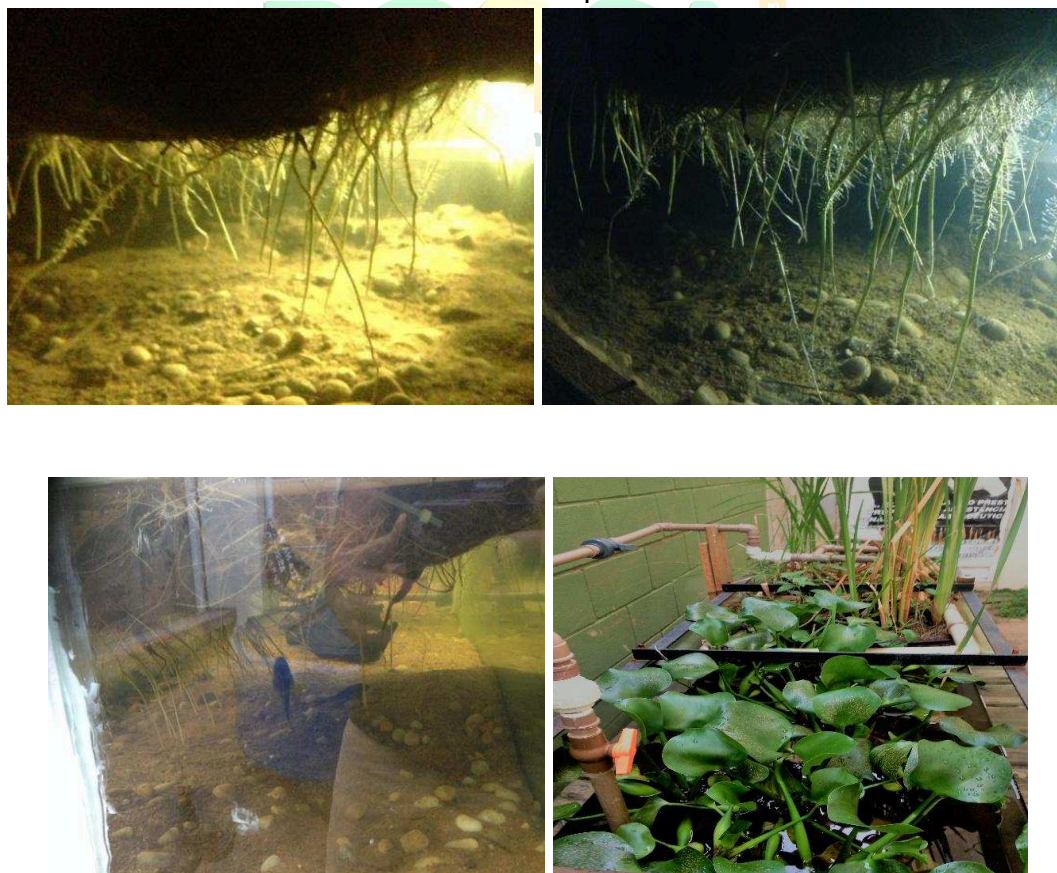
Figura 4. Tanque de simulação finalizado.



Fonte: Dos autores, 2018.

Assim se constituiu um micro-ecossistema aquático que simula as condições reais de um reservatório de água de chuva como um pequeno lago ou açude, como se vê na Figura 5.

Figura 5. Desenvolvimento do ecossistema aquático durante 6 semanas de experimento.



Fonte: Dos autores, 2018.

A água utilizada no tanque foi uma mistura de água de chuva (pluvial) e de destilação, criando assim a possibilidade de simular o sistema proposto no presente trabalho fielmente.

Ao se construir o simulador, a obtenção de dados foi facilitada, além de permitir que se pudessem fazer ajustes necessários para atingir o objetivo pretendido.

As análises para monitorar a qualidade da água presente no tanque, foram realizadas no laboratório da própria Universidade, seguindo as normas e métodos expostos na Tabela 1. Para tal foi necessário determinar, por meio de levantamento bibliográfico, um sistema de tratamento de água que além de eficiente, deve também ser de baixo custo, com a intenção de propor algo acessível à população isolada e/ou de baixa renda. Neste contexto, foi utilizada a técnica de biofiltração em “wetland”, seguida de filtração lenta (taxas de filtração de 4 a 8 m³/m².dia) com posterior desinfecção por meio de radiação ultravioleta (reator fotoquímico com intensidade média de 0,57 mW/cm²).

Em relação ao estudo da viabilidade econômica, sabe-se segundo a literatura, que há diversos métodos de cálculo para o dimensionamento do sistema, principalmente no que se refere ao sistema de armazenamento, mas sempre partindo do princípio que os reservatórios devem ser de tamanho exato para a expectativa pluviométrica máxima, atendendo a demanda necessitada sem contar com excedentes, o que não é o caso no presente estudo. Neste cenário, foi então feito uso de um método simples, seguindo um raciocínio lógico de análise de custo-benefício.

Para este efeito, calculou-se o custo de implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva escolhido, a partir do valor médio entre três orçamentos de instalação feitos por empresas atuantes no ramo de comércio, manutenção e serviços hidráulicos. Este foi comparado com o custo de instalação do sistema que está atualmente em operação no local. Foram também considerados os custos de operação e manutenção das duas distintas fontes hídricas.

3.3 Coleta e análise de amostras da água pluvial antes e após tratamento

As amostras coletadas no sistema experimental foram analisadas de acordo com as diretrizes dispostas nas legislações CONAMA 357/05 e a Portaria de Consolidação nº 5/2017. Os valores máximos permitidos para os parâmetros exigidos por estas normas estão presentes na Tabela 1, a seguir, e nos anexos da mesma portaria.

A análise de coliformes totais e fecais, para verificar a qualidade da água no que tange a questão microbiológica (PRC nº 5/2017 - anexo I do anexo XX), foi realizada através do método de detecção quantitativa em Petrifilm EC e posterior análise qualitativa por meio de indicadores bioquímicos em kit comercial Bactray®, para identificação das diferentes espécies de microrganismos presentes.

Para tal, foram semeadas quatro placas Petrifilm EC, sendo estas específicas para a identificação precisa de coliformes fecais (*Escherichia coli*). A primeira placa foi semeada com uma amostra da água antes da desinfecção e as outras três placas receberam a água após o tratamento UV, coletadas imediatamente na saída do reator ultravioleta com fluxos 30 e 150 e 300 litros por hora, respectivamente. O sistema de desinfecção utilizado consiste em um reservatório, um medidor de fluxo e um reator UV com 50 cm de comprimento. Este irradia o líquido passante em uma lâmina de 1 mm de espessura, promovendo assim a sua eficiência, pois se garante que todo material presente seja atingido pela radiação.

Tabela 1. Parâmetros para análise a fim de atender a PRC nº 5/2017.

MÉTODOS PARA ANÁLISE DE POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA				
PARÂMETRO	UNIDADE	VPM	MÉTODO	OBSERVAÇÃO
pH	N/A	6 - 9,5	medição direta	pHmetro digital - TECNOPON
TEMPERATURA	C°	N/A	medição direta	Termômetro digital - DIGIMED
CONDUTIVIDADE E ELÉTRICA	µS/cm	N/A	medição direta	Conduvímetero digital - DIGIMED
TURBIDEZ	uT	5	medição direta	Turbidímetro digital - DIGIMED
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/L	1000	filtração e secagem	ABNT NBR 10664
DUREZA TOTAL	mg de CaCO ₃ /L	500	titulação com EDTA M/100	ABNT NBR 12621

COLORO RESIDUAL LIVRE	mg/L	2	medição direta	Teste de piscina, comum
COLIFORMES TOTAIS E FECAIS	presença em 100 ml	0	Cultura (UFC)	Petrifilm EC
*Valor máximo permitido segundo portaria PRC nº 5/2017 – Anexo X do anexo XX.				

Fonte: BRASIL, 2017.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Propriedades rurais, de forma geral, possuem uma grande demanda de água, especialmente aquelas ligadas à produção agropecuária. Conforme demonstrado na Tabela 2, pode-se segregar os usos em potáveis e não potáveis, tomando como base o sítio São Judas Tadeu e suas especificidades.

Desta maneira a implantação de um projeto de aproveitamento de águas de chuva se mostra de grande interesse por parte da criação de aves, ao utilizar uma fonte hídrica limpa e segura. Esta mudança possibilita também o aumento da variedade de atividades produtivas do sítio, uma vez que a quantidade de água disponível é maior se comparada com o que pode ser fornecido pelo sistema que está em funcionamento na propriedade.

Tabela 2. Usos Potáveis e não potáveis da água pluvial demandados na propriedade.

USOS NÃO POTÁVEIS	USOS POTÁVEIS
<ul style="list-style-type: none"> • Irrigação de plantações; • Criação de peixes; • Limpeza dos barracões; • Limpeza em geral; • Lavagem de equipamentos; • Lavagem de veículos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Dessedentação animal; • Climatização do ambiente para os animais no aviário através de nebulização; • Pulverização de determinados medicamentos esporadicamente necessários no aviário; • Uso doméstico / dessedentação humana.

Fonte: Dos autores, 2018.

4.1 Viabilidade ambiental

O fato de se tratar de uma região de grande produção agrícola, sugere a possível contaminação das águas subterrâneas pelo uso de insumos tóxicos como pesticidas e fertilizantes. Segundo Zoby (2008), o uso de insumos agrícolas, como agrotóxicos (inseticidas, herbicidas, pesticidas e fungicidas, entre outros) e fertilizantes tem grande potencial de contaminação difusa. Entre as principais fontes de contaminação que levam à ocorrência de elevadas concentrações de nitrato nas águas subterrâneas do sistema aquífero Bauru-Caiuá, no qual se insere a propriedade estudada no presente trabalho, está o uso de fertilizantes. Porém, o impacto da atividade agrícola sobre a qualidade das águas subterrâneas no país ainda é desconhecido, em função dos poucos estudos realizados sobre o tema. O comportamento em subsuperfície de muitos agroquímicos, em termos de mobilidade e biodegradação, precisam ser adequadamente avaliados.

Ao se instalar um sistema de aproveitamento de água de chuva, mudando a fonte hídrica da propriedade em questão, se reduz também o impacto no balanço hídrico da microbacia local, causado pela exploração das águas subterrâneas, uma vez que esta é a fonte mais tradicional na região. Um projeto como este tem o potencial de dar início a uma mudança cultural em relação ao uso das águas subterrâneas, sendo que servirá de exemplo para propriedades vizinhas que têm como principal atividade a agropecuária, o que envolve todos os prejuízos ambientais já mencionados. Assim se poderá dar mais um passo no sentido de um futuro mais sustentável e consciente, principalmente no que diz respeito ao uso dos recursos naturais.

4.2 Viabilidade legislativa

Segundo Palhares (2010) legislações específicas em relação a padrões de qualidade para águas pluviais são ausentes no Brasil. Assim, o mesmo autor propõe que em se tratando de água de chuva na dessedentação animal ou fins mais nobres no meio rural, é obrigatório ter como referência a Resolução n.º 357, de 2005. Essa normativa prevê que as águas atribuídas ao uso de animais devem cumprir os padrões definidos no mínimo na Classe 3. No caso do projeto em questão, a dessedentação de aves de corte, além da resolução nº 357/05 da CONAMA, deve também atender a Instrução Normativa n.º 56, de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que se refere à PRC nº 5/2017 para padrão de potabilidade. Os anexos da mesma representam diferentes pontos de vista e métodos em relação à análise

necessária para alcançar a qualidade desejada. No caso do presente estudo os mais importantes são os anexos I, II, III, IV, X, XI, XII, XIV e XV do anexo XX da nova PRC nº 5/2017.

Porém esta mesma portaria, em termos de desinfecção, refere-se somente ao uso do cloro e derivados. Outros métodos alternativos como o uso de radiação ultravioleta ou então a ozonização, não são levados em consideração, mesmo que em países mais desenvolvidos já sejam uma prática bastante comum e relativamente antiga. Além disto, não classificam águas pluviais como manancial de abastecimento direto, e sim apenas os superficiais e subterrâneos, sendo que estes incluem indiretamente as precipitações. É assumido que as águas de chuva são contaminadas ao carrear detritos e poluentes durante o escoamento superficial, fato este que é usado como justificativa para não permitir seu uso potável, mesmo que tratadas. Em regiões industrializadas, por serem mais poluídas, esta medida é plausível, uma vez que o tratamento de algumas substâncias que são incorporadas à água ao precipitar, terem alto grau de dificuldade de tratamento. Contudo em regiões rurais, com baixos índices de poluição, esta classificação impossibilita o manejo adequado dos recursos disponíveis. Os fatos apresentados demonstram que a legislação brasileira, no que se refere à potabilidade ainda é incompleta.

No caso do presente trabalho, optou-se por utilizar um lago artificial como reservatório e conseqüentemente manancial de abastecimento, sendo assim considerado um manancial superficial, enquadrando-o na atual legislação e validando o anexo XV do anexo XX, da PRC nº 5/2017. Este tipo de “manobra” é infelizmente uma das únicas maneiras de tornar o uso potável de água de chuva para atividades produtivas, em conformidade com a legislação.

4.3 Cálculos de viabilidade técnica

A partir de informações presentes no portal do governo do estado de São Paulo, constata-se que o índice pluviométrico médio anual da região é de 1.300 mm por m². Se toda área de telhado presente no terreno for utilizada para a captação de água de chuva, verifica-se que esta corresponde a uma superfície de 6.550 m², levando em consideração os três barracões do aviário, a casa sede e também a casa dos funcionários que habitam no local. Portanto, utilizando o método de cálculo apresentado por Hespanhol et. al. (2007), que relaciona a precipitação diária média ($1.300/365 = 3,56$ mm/dia), o coeficiente de escoamento superficial (Runoff – 0,8 para

telhados de chapa zincada) e a área de captação, obtém-se o volume diário médio de captação:

$$V = ((P \cdot C \cdot A)/100) \quad (\text{Equação 1}), \text{ logo}$$

$$V = (3,56 \cdot 0,8 \cdot 6550)/100$$

$$V = \underline{186,544 \text{ m}^3}$$

Ao utilizar a Equação 1 acima, obtém-se um volume de captação diário médio (V) no valor de 186,544 m³. Considerando que o consumo diário médio é de 25 m³ de água, tanto para usos potáveis quanto não potáveis, podemos calcular a porcentagem de excesso que representa o volume captado. Através de um simples cálculo chega-se à conclusão de que existe um grande potencial de coleta de água pluvial na propriedade que excede em 646,18% o consumo diário médio de água.

4.4 Resultados do sistema de simulação

As análises dos parâmetros estudados são demonstradas na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados das análises dos parâmetros de potabilidade da água coletada no sistema de simulação.

PARÂMETRO	VPM	VALOR MEDIDO	OBSERVAÇÃO
pH	6 - 9,5	6,35 – 8,2	ATENDE LEGISLAÇÃO
Temperatura	< 40 C°	23,6 – 26,2	ATENDE LEGISLAÇÃO
Condutividade elétrica	30 – 1500 µS/cm	47,8 – 225,3	ATENDE PARÂMETROS DE POTABILIDADE
Turbidez	5 uT	0,08 – 4,77	ATENDE LEGISLAÇÃO
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L	120 - 650	ATENDE LEGISLAÇÃO
Dureza total	500 mg de CaCO ₃ /L	15,58 – 115,68	ATENDE LEGISLAÇÃO
Cloro residual livre	2 mg/L	0 - 0	ATENDE LEGISLAÇÃO

Coliformes totais e fecais	ausentes em 100 mL	ausentes	ATENDE LEGISLAÇÃO
-------------------------------	-----------------------	----------	-------------------

Fonte: Dos autores, 2018.

Os valores de pH, turbidez, sólidos dissolvidos totais, dureza total e cloro residual livre são exigências da PRC nº 5/2017, âmbito do anexo X do anexo XX, que determina o padrão organoléptico de potabilidade de água. Dos valores medidos, que variaram de acordo com interferências diversas tais como chuva, movimentação dos animais aquáticos e a decomposição de material orgânico, todos atenderam os valores máximos estabelecidos.

A temperatura tem referência nos padrões estabelecidos pela CONAMA 357/05, onde são contemplados valores relativos à temperatura máxima de lançamento em corpos hídricos, portanto optou-se neste estudo por monitorar este parâmetro em decorrência da contribuição ao corpo hídrico mais próximo ao sítio São Judas Tadeu com o excedente de água durante a captação e também por servir de referência para a variação dos outros parâmetros físicos medidos, uma vez que oscilam proporcionais à temperatura. Esta oscilação, porém, foi pouco significativa, por se tratar de parâmetros com grande tolerância no que diz respeito aos valores máximos permitidos.

A condutividade elétrica por sua vez, que de acordo com o projeto “Medidor de condutividade elétrica para fins de monitoramento ambiental” do Centro de Tecnologia Academia (CTA) do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF - UFRGS), deve apresentar valores de 30 – 1500 μ S/cm. Este parâmetro é um indicador para a presença de sais dissolvidos, que conferem a característica de conduzir eletricidade ao meio, tornando-o adequado para a ingestão humana e animal, devido à diferentes fatores fisiológicos. Portanto a água tratada pelo sistema testado para este caso de estudo, atende aos parâmetros de potabilidade necessários.

Quanto à análise de coliformes totais e fecais, a legislação exige que estes sejam ausentes em uma amostra de 100 ml. Os resultados representados na Tabela 3 demonstram que a legislação é atendida para este parâmetro também.

Sendo assim, sabe-se que o sistema de simulação, que representa as condições reais de armazenamento das águas pluviais coletadas no sítio São Judas Tadeu, assim como o sistema de tratamento empregado, atendem perfeitamente à legislação vigente e possibilita seu uso para as atividades econômicas desenvolvidas.

4,5 Viabilidade econômica

Para este caso específico, a diferença de custo de implementação do projeto, em comparação com a contratação de outra empresa do mesmo segmento, é a mão-de-obra apenas.

O custo de instalação dos três poços semi-artesianos presentes na propriedade, necessários para atender a demanda hídrica local, foi na ordem de 50 mil reais. Se adicionada a rede de distribuição de água mais os tanques de armazenamento de 2000 litros cada, que foram instalados no aviário houve um custo total de instalação do sistema de abastecimento de água de R\$ 60.000,00. Para a instalação do sistema de aproveitamento de águas pluviais há um custo de instalação de aproximadamente R\$ 15.560,00. Se adicionado o mesmo valor de instalação de reservatórios de armazenamento assim como as tubulações pertinentes, o custo total seria próximo de R\$ 25.560,00. O custo de operação para os dois sistemas é bastante similar, levando em consideração que a demanda da propriedade, de 25 m³ não será alterada. Então o mesmo volume terá de ser recalçado, por bombas com igual consumo energético, independente da alternativa escolhida, fato que torna o custo de operação das duas instalações desprezível, no entanto a manutenção das bombas dos poços semi-artesianos é mais difícil que as do sistema de aproveitamento de água de chuva, sendo este mais um ponto positivo em relação a este sistema.

4.6 Proposta de Sistema de aproveitamento e tratamento de água da chuva no Sítio São Judas Tadeu

Normalmente em um projeto de aproveitamento de água de chuva, o primeiro passo é o dimensionamento do reservatório. Existem diferentes técnicas que podem ser usadas, sendo uma das mais comuns o balanço de vazões. Devido ao grande volume de água que pode ser captado diariamente nos telhados da propriedade, propõe-se, no entanto, ao invés de cisternas ou caixas d'água grandes, que seja utilizado como local de armazenamento primário um pequeno lago, de aproximadamente 3.800 m² de área superficial, demonstrado na Figura 6.

Este é de fácil construção por localizar-se na parte mais baixa do terreno, área adequada também por alagar facilmente segundo o proprietário, demonstrando que o lençol freático é próximo à superfície ou que o solo no local é bastante argiloso.

Figura 6. Vista de satélite da propriedade rural “São Judas Tadeu” com possível localização do reservatório de armazenamento de água de chuva

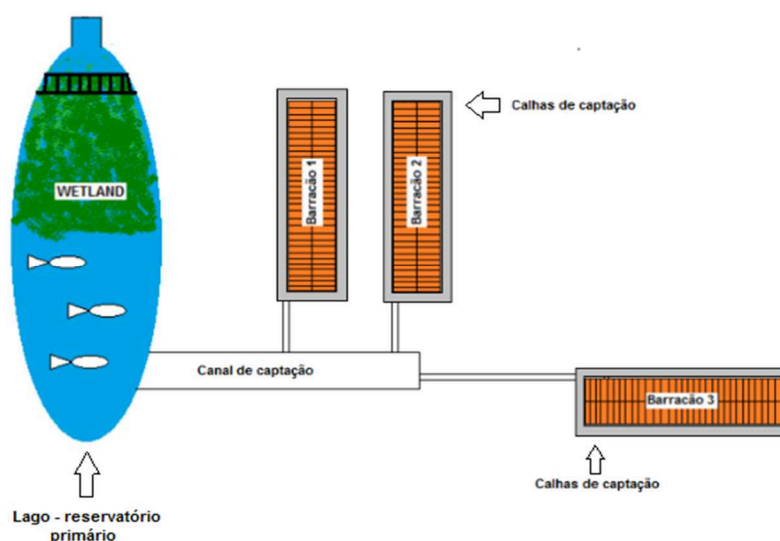


Fonte: Google Earth, 2017.

O uso de um lago como reservatório inicial, permite a absorção de todo volume de água captado, como demonstrado nas Figuras 6 e 7, além de possibilitar seu uso para outras atividades como, por exemplo, a aquicultura. Qualquer excedente de água que o lago receba após estar cheio, é drenado para um pequeno córrego ao sul da propriedade, que normalmente já escoava as precipitações locais.



Figura 7. Esquema de Captação de água pluvial.



Fonte: Dos autores, 2018.

Os animais aquáticos, assim como plantas, proporcionam uma característica de micro ecossistema tornando a água mais apropriada para o consumo, devido ao fato

desta, nestas condições, agregar íons e se tornar um eletrólito essencial para a fisiologia humana ou animal. Se a água de chuva for utilizada diretamente para a dessedentação, deve sempre ser preparada com o uso de no mínimo bicarbonato de sódio (Na_2HCO_3), conforme Rebelo e Araújo (1999) do contrário considerada é indigesta e insípida.

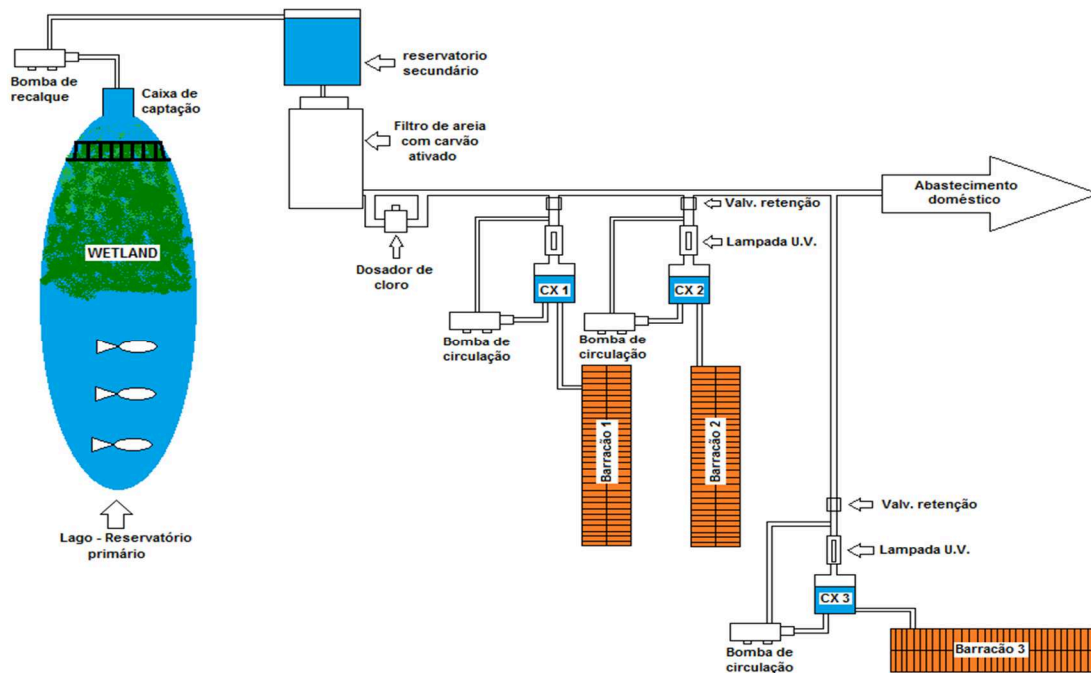
Para o uso potável nesta propriedade, a água é retirada do lago com a ajuda de uma motobomba a partir de um “wetland”, composto primordialmente por taboas (*Thypha domingensis*) e o aguapés (*Eichhornia crassipes*) e é localizado na extremidade norte do corpo d’água, do qual a água biofiltrada é efetivamente transferida para um reservatório secundário.

Segundo Pott e Pott (2002), todas as plantas aquáticas têm o potencial despoluidor necessário ao tratamento em “wetland”, como são chamados estes biofiltros. Estas podem ser submersas, flutuantes e emergentes. De acordo com Gopal (1987) apud Pott e Pott (2002), a planta mais eficiente para tal aplicação, dentre as que já foram estudadas, é o aguapé (*Eichhornia crassipes*), que é flutuante com eventuais enraizamentos no fundo dos corpos hídricos. Diversas lemnaceae como a taboa (*Typha domingensis*) e a alface-d’água (*Pistia stratiotes*) complementam o sistema. Estas plantas possuem também utilidade na aquicultura, ao abrigar os ovos de peixes assim como os alevinos e ainda servirem de alimento para os mesmos, que conseqüentemente controlam o alastramento das espécies da flora aquática.

A partir do recalque da água do lago, o próximo passo é então o tratamento desta água, que ocorre em uma estação de tratamento localizada abaixo do tanque de armazenamento secundário, realizando a filtração lenta em um filtro gravimétrico. Este tipo de filtro consiste de uma disposição granulométrica de cascalho, areia fina, média, grossa, cascalho e uma camada de carvão ativado, promovendo o “polimento” da água.

Após esta etapa a água é transferida para os locais finais de reservação, já presentes nos barracões do aviário. Nestes realiza-se a desinfecção com lâmpadas UV em regime cíclico, como é demonstrado na Figura 8, que apresenta de maneira esquemática todo o sistema de tratamento.

Figura 8. Esquema de tratamento de água.



Fonte: Dos autores, 2018.

Este método é extremamente eficiente, alcançando uma taxa de 100% de desinfecção, segundo AGUIAR et al. (2002). O uso da radiação ultravioleta (UV) é considerado um processo físico de antissepsia, assim como a fervura e a exposição à radiação gama ou solar. Métodos físicos agem de maneira a danificar fotoquimicamente o DNA celular (ácido desoxirribonucleico) dos microrganismos, interferindo assim em sua biossíntese e cessando a reprodução celular.

A água tratada pelo sistema, alimenta então toda rede potável. Outros reservatórios presentes, contendo água não potável recalcada diretamente do lago e passando por um filtro simples de areia de apenas duas granulometrias distintas além de cascalho (evitando o acúmulo de matéria orgânica no fundo do reservatório), fornecem esta para os usos de mesma classificação. O sistema é, portanto, considerado dual no que diz respeito à de distribuição.

4.7 Comparação com outros estudos relacionados à potabilização de água de chuva

Gonçalves e Bastos (2012), sobre “Potabilização de água de chuva através de filtração lenta e desinfecção ultravioleta para abastecimento descentralizado de comunidades” descrevem em seu trabalho o desenvolvimento de um sistema de potabilização de água de chuva para o abastecimento de comunidades isoladas de

maneira descentralizada, apresentando como principais características o baixo custo de implantação, a simplicidade operacional e a reduzida demanda de manutenção. A adequação da demanda de energia à produção foi um dos objetivos do estudo, buscando otimizar a configuração do sistema de suprimento energético. Uma estação de tratamento de água em escala piloto, constituída por uma etapa de filtração lenta vertical e seguida de uma etapa de desinfecção ultravioleta foi construída para a realização do estudo.

Os parâmetros relativos às taxas de filtração e as doses de radiação ultravioleta foram testadas com precisão e apresentaram resultados que demonstram que o sistema é capaz de atingir os objetivos estabelecidos, seguindo os padrões estabelecidos pela PRC nº 5/2017, do Ministério da Saúde. Um dado importante deste presente estudo é o fato que a filtração lenta possui grande capacidade de redução de coliformes fecais e que complementada pela desinfecção UV, permite que o sistema tenha grande eficiência.

No estudo de Bastos (2007), buscou-se caracterizar a água da chuva, viabilizando um sistema de tratamento que apresentasse menor demanda operacional possível, além de contribuir para o aumento a qualidade de vida de populações que não têm acesso à água potável, com o menor impacto ambiental possível. Assim como no presente trabalho e no estudo de Gonçalves e Bastos (2012), utilizou-se a filtração lenta, assim como a desinfecção UV, uma vez que esta é considerada uma alternativa viável em relação à cloração que possui um custo operacional mais elevado e é rejeitada por algumas comunidades, devido ao sabor conferido à água. A conclusão dos referidos autores é também que o uso deste sistema para a potabilização de água de chuva é de grande eficiência e simplicidade, além de possuir uma baixa demanda de recursos humanos e financeiros na instalação, operação e manutenção.

Os trabalhos de Lapolli e Guedes (2013), assim como de Miorando, Brião e Girardelli (2017), voltados à potabilização de água de chuva utilizando apenas a Microfiltração tangencial e a Ultrafiltração respectivamente, apresentaram bons resultados que comprovam que estes métodos também são tecnicamente viáveis quanto ao atendimento das exigências da legislação, porém são tecnologias que possuem uma maior dificuldade em termos de operação, manutenção e assistência técnica, mesmo que utilizem aparelhos simples, tornando estes menos atraentes se levadas em consideração as metas de desenvolver um sistema acessível para populações isoladas e/ou de baixa renda.

Os estudos apresentados mostram que a tecnologia escolhida para o sistema de aproveitamento de água de chuva do sítio São Judas Tadeu é viável em todas as esferas estudadas (ambiental, legislativa, técnica e econômica), desde que o dimensionamento do sistema de filtração e de desinfecção seja correto e que se adeque os reservatórios de armazenamento para estarem em conformidade com a legislação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A instalação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para abastecimento de uma propriedade rural em uma região com altos índices pluviométricos é economicamente mais viável que o uso de águas subterrâneas, além de possibilitar o uso do superávit hídrico para outras aplicações como irrigação, aquicultura e aquaponia, gerando um aumento dos lucros do empreendimento como um todo.

Em relação à legislação, verificou-se que ainda há uma grande deficiência normativa no que tange o uso potável de águas pluviais, sem que sejam realizadas “manobras” para contornar as exigências. Desta maneira fica claro que existe uma necessidade de maiores estudos relacionados ao assunto e que uma mobilização em prol desta atualização é de grande interesse tanto por parte da comunidade científica quanto da população, em especial a de baixa renda. A recente consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde do ministério da saúde, que incorporam a antiga Portaria 2914/11, não promoveu nenhuma mudança significativa nas exigências, fato que demonstra que as preocupações expostas no presente artigo, ainda não fazem parte da rotina dos órgãos públicos responsáveis. Uma maior atenção a este quesito seria muito vantajosa em termos de gestão de recursos hídricos, uma vez que se poderia melhorar a qualidade da água de consumo potável e reduzir a pressão sobre a oferta de águas subterrâneas, favorecendo o balanço hídrico das microbacias hidrográficas. Águas de reuso também deveriam ser consideradas, porém sofrem da mesma “negligência” legislativa. O aproveitamento das águas mencionadas é uma prática bastante comum e de grande sucesso em países mais desenvolvidos. O Brasil deveria seguir o exemplo.

Há alguns estudos nacionais similares, conforme apresentado, porém são

considerados escassos e necessitam de maiores fundamentações. Portanto espera-se com o presente artigo, que se possa chamar a atenção à esta área da pesquisa em tecnologias ambientais para que se tenha cada vez mais empenho em construir um futuro consciente, que segue as premissas do desenvolvimento sustentável e preza pela gestão inteligente e integral dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. M. et al. Engenharia sanitária e ambiental. **Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na desinfecção de águas com turbidez e cor moderadas**. Belo Horizonte, MG, v. 07, n. 1, jan/mar. 2002, n.2, abr/jun. 2002.

ALVES, W. C. ; ZANELLA, L.; DOS SANTOS, M. F. L. Técnica. **Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis**. ed.133. [S.l.], 2008.

ANDRADE, B. R. MENEZES, J. P. A. Uso e reuso da água no meio rural – **Aproveitamento da água pluvial**. 2015. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/boapratica/mostra/32/uso-e-reuso-da-água-no-meio-rural---aproveitamento-da-água-pluvial.html>>. Acesso em: 27 Abr. 2017.

BASTOS, F.P. **Tratamento de água de chuva através de filtração lenta e desinfecção UV**. Vitória, ES, 2007. (Dissertação de pós graduação)

BRASIL. **Instrução Normativa nº 56, de 06 de dezembro de 2007**. Define os procedimentos para o registro, a fiscalização e o controle sanitário dos Estabelecimentos Avícolas de Reprodução e Comerciais, com exceção à criação de ratitas. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1152449158>>. 15 janeiro 2017.

BRASIL. **Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html>. Acesso em: 10 março 2017.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 15 janeiro 2017.

EMBRAPA. **Integrar criação de peixes com hortaliças economiza 90% de água e elimina químicos**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2767622/integrar-criacao-de-peixes-com-hortalicas-economiza-90-de-agua-e-elimina-quimicos>>. Acesso em: 26 Abr. 2017.

GNADLINGER, J. **Colheita de água de chuva em áreas rurais**. Palestra apresentada durante o segundo fórum mundial da água, em Haia, Holanda, de 16 a 22 de março de 2000.

HESPANHOL, I. **Reuso de Água: Tipos, Processos Específicos e Contaminantes**. São Paulo, SP: 2015. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/reuso-de-agua-tipos-processos-especificos-e-contaminantes/>> Acesso em: 02 Abr. 2017.

LIMA, R. P.; MACHADO, T. G. Aproveitamento de água pluvial: **análise do custo de implantação do sistema em edificações**. Barretos. SP. 2008. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhleMAH/aproveitamento-aguas-pluviais-ii>>. Acesso em: 17 Abr. 2017.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. São Paulo, SP, 2004. (Dissertação de mestrado).

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais**: um desafio atual para a sobrevivência futura. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.

MIERZWA et al. **Águas Pluviais: Método de Cálculo do Reservatório e Conceitos para um Aproveitamento Adequado**. São Paulo. SP. 2007. Disponível em: <http://www.academia.edu/10806684/%C3%81GUAS_PLUVIAIS_M%C3%89TODO_D E_C%C3%81LCULO_DO_RESERVAT%C3%93RIO_E_CONCEITOS_PARA_UM_A PROVEITAMENTO_ADEQUADO> Acesso em: 31 jan. 2007.

MIERZWA et al. **Estudo para avaliação do potencial de reuso e aproveitamento de água de chuva em indústria**. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267947099_IV-MIERZWA-BRASIL-2_ESTUDO_PARA_AVALIACAO_DO_POTENCIAL_DE_REUSO_E_APROVEITAMENTO_DA_AGUA_DE_CHUVA_EM_INDUSTRIA>. Acesso em: 02 Maio. 2017.

MILHOME, M. A. L. et. al. Engenharia Sanitária Ambiental. **Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do baixo Jaguaribe**. Ceará. v.14 n.3. jul/set 2009. p. 363-372

MIORANDO, T.; BRIÃO, V.B.; GIRARDELLI, L. Engenharia Sanitária Ambiental. **Potabilização de água de chuva por ultrafiltração**. vol.22. no.3. Rio de Janeiro. Maio/Junho. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. Colombella. Perugia. Itália. 2015. Disponível em: <http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf>. Acesso em: 28 Mar. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016**. Colombella, Perugia, Itália: 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244041por.pdf>>. Acesso em: 28 Mar. 2017

PALHARES, J. C. P. **Qualidade da água em cisternas utilizadas na dessedentação animais**. Concórdia. SC. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v7n1/v7n1a19.pdf>>. Acesso em: 03 Mai. 2017.

PALUDO, D.; QUADROS, M. E.; SANT'ANNA, F. S. P. **O Reúso de Águas na Indústria Hoteleira**. III Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. [S.l.]. 2002.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. Revista eletrônica de Recursos Hídricos, IPH-UFRGS. v.1, n.1.p.20-36, 2004.

POTT, V. J; POTT, A. **Potencial de uso de plantas aquáticas na despoluição da água**. Campo Grande. MS. 2002. Disponível em: <<file:///C:/Users/campi/Downloads/Potencial-de-uso-de-plantas.pdf>>. Acesso em: 02 Mai. 2017.

PRADO, L. **Singapura aproxima-se rapidamente da alta suficiência em água**. [S.l.]. 2016. Disponível em: <<http://www.luizprado.com.br/2016/09/13/singapura-aproxima-se-rapidamente-da-alta-suficiencia-em-água/>>. Acesso em: 31 Mar. 2017.

REBELO, M. A. P.; ARAUJO, N. C. Revista da Associação Médica Brasileira. **Águas minerais de algumas fontes brasileiras**. vol.45. n.3. São Paulo. Julho/Setembro. 1999.

SEHN, L. **Medidor de condutividade elétrica para fins de monitoramento ambiental**. (IF - UFRGS), Porto Alegre, RS, 2016. Disponível em:<<http://cta.if.ufrgs.br/projects/medidor-de-condutividade-eletrica-monitoramento-ambiental/wiki/Wiki>>. Acesso em: 05 Out. 2017.

TUNDISI, J. G. O futuro dos recursos. **Recursos Hídricos**. São Carlos. SP. 2003.

VIVACQUA, M.C.R. **Qualidade da água de escoamento superficial urbano: revisão visando o uso local.** 179 p. Dissertação (mestrado engenharia hidráulica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ZOBY, J.L.G. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil.** Brasília. DF. 2008. Disponível em:
<<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23802/15867>>.
Acesso em: 25 Abr. 2017.

